DB Engineering & Consulting

Eisenbahn für die Welt von morgen.

Geot. Stellungnahme

DB Engineering & Consulting GmbH
Vertrieb/Produktion
Region Deutschland Südwest
Hinterm Hauptbahnhof 5
76137 Karlsruhe
www.db-engineering-consulting.com

Daniel Bolz
Mobil 015232108052
Daniel.Bolz@db-eco.com
Zeichen DBO

DB Engineering & Consulting GmbH · Vertrieb/Produktion Region Deutschland Südwest
Hinterm Hauptbahnhof 5 · 76137 Karlsruhe

DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH
Technisches Projektmanagement Operations Stuttgart
I.GV(9)
Räpplenstr. 17
70191 Stuttgart

04.03.2025

Stellungnahme zu den versetzten an OLA-Maststandorten an der Strecke 4800 zwischen ca. km 5,0 – 5,2

1 Allgemeines

Im Zuge der geplanten Weichenverbindungen zwischen Gleis 1 und 132 am Bf. Stg.-Feuerbach wurden zusätzliche OLA-Masten geplant. Ein Teil dieser Masten wurde nachträglich in der Planung verschoben. Hierbei handelt es sich um Mast 5-1cn, 5-2dn, 5-3cn, 5-4en und 5-5cn zwischen km 5,0 und 5,2. Um Aussagen zur Gründung dieser Masten treffen zu können, wurde auf Basis der schon bestehenden Erkundungen /U1/ eine geotechnische Bewertung der neuen Maststandorte durchgeführt. Da die Abstände der neuen Maststandorte zu den bereits erfolgten Erkundungen verhältnismäßig gering sind, können die Baugrundverhältnisse inter- bzw. extrapoliert und werden. Aufwendige Nacherkundungen können damit vermieden werden. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

Die in dieser Stellungnahme gemachten Angaben stehen im Zusammenhang mit dem Abfall- und Geotechnischen Bericht “Weichen_Gleis 1 und 132 sowie Beleuchtungsmaste“ sowie

"\\Kadesr02\ugs\2_PROJ\2021\U-SW00548\06_Geotech\10_Bericht\Feuerbach\Bahnsteig\Stellungname_20221206

Qualitätsmanagement ISO 9001 DEKRA zertifiziert
Managementsystem Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit ISO 45001 DEKRA zertifiziert

Nähere Informationen zur Datenverarbeitung im DB-Konzern finden Sie hier: www.deutschebahn.com/datenschutz

der Stellungnahme zur Nacherkundung der OLA-Masten /U1/. Die dort gemachten Aussagen haben weiterhin Gültigkeit.

1.1 Unterlagen

/U1/ Stellungnahme zu den Nacherkundungen an OLA-Maststandorten an der Strecke 4800 zwischen ca. km 4,9 – 5,6, DB Engineering & Consulting GmbH, Karlsruhe, 26.04.2024

/U2/ Baugrund- und Gründungsgutachten, Eisenbahnbrücke Borsigstraße, Stuttgart 21, PFA 1.5: Zuführung Feuerbach, Smoltczyk & Partner GmbH, 02.04.2012

/U3/ Abfall- & Geotechnischer Bericht Stgt-Feuerbach Umbau Bahnsteig Gleis 130, Strecke 4800, Bietigheim-Bissingen–Bretten, km 4,9, DB Engineering & Consulting GmbH, Projektnummer G. 011607299, Oktober 2023

/U4/ Abfall- & Geotechnischer Bericht Strecke 4800, Bietigheim-Bissingen–Bretten, km 5,0, Bf. Stg.-Feuerbach, Weichenverbindungen Gleis 1 u. 132, DB Engineering & Consulting GmbH, Projektnummer G.016267851, Februar 2022

/U5/ Handbuch 83601 Erdbauwerke planen, bauen und instand halten, Version 1.0 vom 01.05.2022

/U6/ RStO 12; Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Infrastrukturmanagement“, Dezember 2012

/U7/ Ebs-, Ebgw-, Elh- Zeichnungsverzeichnis, DB Netz AG, I.NAI 4461, Adam-Riese-Str. 11-13; 60327 Frankfurt a. Main, Version 37, 09.02.2023

/U8/ EA-Pfähle; Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Verlag Ernst & Sohn, 2. Auflage, Berlin 2012

/U9/ Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Regierungspräsidium Freiburg, Bohrung Nr. 7121-00425, 11.07.1985

/U10/ Laborergebnisse des bodenmechanischen Labors, DB Engineering & Consulting GmbH, Berlin, April 2024

2 Darstellung der Untersuchungsergebnisse

Bei den Erkundungsarbeiten vom 16.03.24 bis zum 21.03.24 wurden o. g. Abschnitt 3 KRB und 3 DPH mit Zielteufen von bis zu 9 m u. GOK erstellt, welche als direkte Datengrundlage für diese Stellungnahme dienen können. Zusätzlich können die in /U1/ und /U2/ gemachten Angaben als Informationsquellen hinzugezogen werden.

Die genaue Lage der Erkundungspunkte kann dabei der Anlage 1 entnommen werden. Die Profile der Erkundungen können der Anlage 2 entnommen werden. In der folgenden Tabelle sind die verwendeten Aufschlüsse mit Bezug zu den umgeplanten Masten dargestellt.

Tabelle 1: Aufschlussliste

Mast-nummer	Aufschluss		Höhe Ansatzpunkt		Aufschlusstiefe	
	Bezeichnung	Entfernung zum Mast	[m zu SO]	[m ü. NHN]	[m u. AP]	[m ü. NHN]
5-1cn	KRB/DPH5	ca. 7m	-0,40	ca. 277,20	8,0 / 9,0	ca. 269,20 / 268,20
5-2dn	KRB/DPH9	ca. 18m	-0,50	ca. 277,10	8,0 / 8,3	ca. 269,10 / 268,80
5-3cn	KRB/DPH9	ca. 10m	-0,50	ca. 277,10	8,0 / 8,3	ca. 269,10 / 268,80
5-4en	KRB/DPH8	ca. 10m	-0,20	ca. 277,40	8,0 / 8,2	ca. 269,40 / 269,20
5-5cn	KRB/DPH8	ca. 12m	-0,20	ca. 277,40	8,0 / 8,3	ca. 269,40 / 269,20

Übergeordnet wurden hierbei zunächst gemischtkörnige Auffüllungen der Bodengruppen [GT, GU, GT* und GU*] sowie aufgefüllte leicht- bis mittelplastische Tone der Bodengruppen [TL und TM] in weicher bis steifer Konsistenz angetroffen. Untergeordnet wurden zudem grobkörnige Auffüllungen der Bodengruppen [GI, GW und GE] angetroffen. Die grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen lagen dabei vornehmlich in lockerer Lagerung vor. Unterhalb der Auffüllungen, welche Mächtigkeiten von 1,30 m bis 3,60 m aufwiesen, wurde der natürlich anstehende Boden in Form von leicht- bis mittelplastischen Tonen in steifer bis steif – halbfester Konsistenz erkundet.

Der Verwitterungshorizont des Gipskeuper, welcher unter den bindigen Böden ansteht, konnte nicht direkt erschlossen werden. Jedoch wurde die Oberkante des Verwitterungshorizontes in der Stellungnahme /U1/ auf Grundlage eines Aufschlusses bei km 5,259 (KRB SIA km 5,259) mit ca. 260,6 mNN angegeben. In größeren Tiefen nimmt der

Verwitterungsgrad des Gipskeupers erfahrungsgemäß ab. Verdrängungspfähle können ohne Zusatzmaßnahmen, wie z.B. Vorbohren, i.A. nicht in unverwittertes Festgestein (v0) eingebracht werden. Wird der Pfahl auf dem unverwitterten Festgestein abgesetzt, erfolgt der Lastabtrag über den Pfahlfußwiderstand, wobei i.d.R. die innere Tragfähigkeit des Pfahls maßgeblich ist. Da nur sehr geringe Relativsetzungen zwischen Pfahl und umgebendem Boden zu erwarten sind, kann die Mantelreibung nicht in ausreichendem Maß aktiviert werden.

Da die in der Stellungnahme /U1/ beschriebene Erkundung mittels DPH bis auf ca. 262 mNN vordringen konnte, ist bis zu dieser Höhenkote (im Bereich der Erkundung DPH km 5,259) nicht mit unverwittertem Festgestein zu rechnen. Die Oberkante des Verwitterungshorizonts kann als stark verwittert bis zersetzt (v3 – v5) eingestuft werden.
Die durchgeführten KRB reichen innerhalb des Gleisfeldes nur bis in Tiefen von maximal 8 m u. GOK. Wird ein Absetzen der Rammträger auf der Felsoberkante vorgesehen, empfehlen wir in einer weiteren Erkundungsphase die Ausführung von tiefergehenden Kernbohrungen, die Gewinnung von ungestörten Proben und die Durchführung von boden- und felsmechanischen Laborversuchen vorzusehen.
In urban genutzten Bereichen ist oberflächennah infolge vorangegangener Baumaßnahmen mit anthropogenen Auffüllungen zu rechnen. Durch den Einbau von zumeist lokal vorkommenden Böden ist dabei eine zweifelsfreie Unterscheidung zwischen aufgefülltem und gewachsenem Boden nicht immer möglich.

2.1 Betonaggressivität und Stahlkorrosivität

Für Planungszwecke wurde im Zuge der Erkundungen in /U1/ zur Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität aus den entnommenen Bodenproben eine Mischprobe (MP) erstellt und im Labor der DB E&C GmbH, auf beton- und stahlangreifende Parameter chemisch analysiert /U10/. Die Mischprobe wurde dabei repräsentativ für den gesamten in /U1/ untersuchten Abschnitt (km 4,9 – 5,6) erstellt. Da der für die vorliegende Stellungnahme relevante Bereich jedoch inbegriffen ist, sowie relativ homogene Untergrundverhältnisse vorherrschen, kann dieses Ergebnis trotzdem als orientierende Information hinzugezogen werden.

Eine Übersicht der berücksichtigten Bodenproben kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Bodenproben, welche unmittelbar an der Oberfläche gewonnen wurden, sind bei der Untersuchung nicht berücksichtigt worden, da diese häufig

Fremdbestandteile beinhalten, welche das Laborergebnis negativ beeinflussen können, obwohl die besagten Böden bautechnisch keine Rolle spielen und in der Regel beim Anlegen der Gründung ausgebaut werden und so mit dem eigentlichen Bauteil nicht in Berührung kommen.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Laborproben zur Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität

Mischprobe	Aufschluss (Einsehbar in /U1/)	Entnahmetiefe [m] unter Ansatzpunkt
MP	KRB 1 – 9, KRB W133, KRB km 5,259	1,00 – 11,00

Betonaggressivität:

Die untersuchte Bodenmischprobe kann nach DIN 4030 der Expositionsklasse XA1 zugeordnet werden. Der gemessene Werte des Säuregrads nach Baumann-Gully liegt bei >200 ml/kg.

Stahlaggressivität:

Die Untersuchung der Bodenmischprobe auf Korrosionswahrscheinlichkeit unlegierter und niedriglegierter Eisenwerkstoffe ergab die in der folgenden Tabelle dargestellten Ergebnisse.

Tabelle 3: Stahlaggressivität des Bodens nach DIN 50929

Bezeichnung Mischprobe	Bodenaggressivität	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
MP	III – stark aggressiv	hoch	mittel

Die sich daraus ergebende Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeiten kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 4: Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit nach DIN 50929, Teil 3, Tab.8

Bezeichnung Mischprobe	Bezug	Abtragungsrate w (100 a) [mm/a]	Max. Eindringtiefe wLmax(30a) [mm/a]
MP	Freie Korrosion (nur in Bezug auf Probe)	0,06	0,4
	Freie Korrosion (mit Bezug auf die umgebenden Böden)	0,06	0,4

Die Auswertung der Beton- und Stahlaggressivität der Böden ist im Detail in der Anlage 3 dargestellt.

Dabei muss beachtet werden, dass Grundwasser einen negativen Einfluss auf das Ergebnis hat. Da die endgültigen Einbindetiefen zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Stellungnahme nicht festlagen, wurde auf der sicheren Seite liegend, Grundwasser im Bereich der Tiefgründungen angenommen. Sobald die endgültigen Einbindetiefen festliegen, kann die Berechnung der Stahlkorrosivität bei Bedarf angepasst werden.

3 Geotechnische Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Das Untersuchungsgebiet liegt nach Anhang 04 des Moduls 4101 des HB 83601 /U5/ bzw. Bild 6 der RStO-12 /U6/ in einem Gebiet der Frosteinwirkungszone I. Somit muss eine frostfreie Gründung von Bauteilen von mind. 0,8 m unter Geländeoberkante bzw. 1,0 m unter Schienenoberkante berücksichtigt werden.

3.1 Gründung der Oberleitungsmasten

Die Anforderungen an die Gründung der Oberleitungsmasten im erkundeten Bereich werden von uns anhand der erkundeten Baugrundverhältnisse, des EC7 und des HB 83601 /U5/ in die geotechnische Kategorie (GK) 2 eingeordnet.

Für die statische Bemessung von Gründungen von Oberleitungsmasten sind im Bereich der DB die DIN EN 50119 und der EC 7, unter Berücksichtigung der bahnspezifischen Anforderungen der Ril 997.0111, zu beachten. Dabei ist die Art der Gründung neben den Baugrundverhältnissen auch von den örtlichen Platzverhältnissen sowie von den auf der Gründung aufbauenden Mastsystemen und den daraus resultierenden Lasten abhängig. Gründungsvarianten für Oberleitungsmasten sind:

- Stufen- oder Blockfundamente (Flachgründung)
- Rammpfahlgründungen (Tiefgründung)

- Bohrpfahl-/Mikropfahlgründungen (Tiefgründung)

Die DIN EN 50119 lässt zu, dass die Geotechnische Bemessung der Gründung auch auf Grundlage von bewährten Berechnungsmodellen ausgeführt werden darf (siehe Kapitel 6.5.4.2 der DIN EN 50119).

Nach Ril 997.0111 6 (4) gelten die technischen Beschreibungen der Ebs 02.01xx des Ebs-Zeichnungswerkes /U6/ als bewährte Berechnungsmodelle. Die nach diesen Berechnungsmodellen ermittelten Gründungen von Oberleitungsmasten sind in der Hauptgruppe 03 des Ebs-Zeichnungswerkes technisch beschrieben.

3.1.1 Flachgründung der Oberleitungsmasten

Nach unserer Information sollen die OLA-Maste vorzugsweise mit Rammpfählen gegründet werden. Als Alternative zu den Rammpfählen wird hier zusätzlich die Gründung mittels Ortbetonfundamenten nach den Ebs-Zeichnungen 03.01.01, 03.01.02 und 03.02.03 /U6/ betrachtet. Somit wird für den Fall einer Flachgründung davon ausgegangen, dass die Bemessung der Gründungen nach Ebs 02.01xx ausgeführt wird und keine statische Bemessung nach DIN EN 50119, bzw. EC7 erfolgt.

Nach den Regelzeichnungen Ebs 03.xx.xx muss bei wenig tragfähigen Böden (vergleichsweise eine Bodenpressung von p = 250kN/m²) die Eingrabtiefe bei den Blockfundamenten für die Flachmasten um 0,2 m erhöht werden. Bei den Stufenfundamenten der Winkelmasten sind die technischen Beschreibungen der Ebs 02.01.XX /U6/ zu beachten.

Sollten die Gründungen dagegen von den technischen Beschreibungen entsprechend Ebs 03.xx.xx und 02.01.XX /U6/ abweichend geplant werden, sind sie nach DIN EN 50119 statisch nachzuweisen.

Die Fundamentunterkanten von Block- oder Stufenfundamenten der Hauptgruppe 03 des Ebs-Zeichnungswerkes befinden sich unter normalen Umständen erfahrungsgemäß in ebenem Gelände meist in Tiefen von ca. 1,8 - 2,5 m unter Gelände. Die Maststandorte liegen innerhalb der Frosteinwirkungszone I. Die Mindesteinbindetiefe der Fundamente zur frostfreien Gründung (Teilfrostsicherung) von ≥ 0,80 m wird bei den geplanten Gründungen eingehalten.

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden in dem gründungsrelevanten Tiefenbereich hauptsächlich leicht- /mittelplastische Tone in weicher bis steifer Konsistenz erkundet. Nur

untergeordnet wurden halbfeste Böden angetroffen. Die erkundeten Schichten weisen keine ausreichende Tragfähigkeit auf. Deshalb wird aus gutachterlicher Sicht für alle Fundamente eine generelle Erhöhung der Eingrabtiefe um 0,2 m empfohlen. Steine und Blöcke in der Gründungsohle sind zu entfernen und Fehlstellen gegen einen Magerbeton zu ersetzen. Wir empfehlen grundsätzlich unter sämtlichen Fundamenten eine Sauberkeitsschicht von > 0,1 m Beton der Güte C12/15 aufzubringen. Wir empfehlen die Gründungssohlen von einem fachkundigen Geotechniker abnehmen zu lassen.

Die Wiederverfüllung der Arbeitsräume beim Bau der Oberleitungsmastfundamente ist nach HB 836.4302 nach den Regelungen der ZTVE-STB17 Kapitel 10 herzustellen.

Sollte entgegen der aktuellen Planung eine Flachgründung der OLA-Masten bevorzugt werden, so können die dafür benötigten Bodenrechenwerte nachgeliefert werden.

3.2 Tiefgründung der Oberleitungsmasten

Nach Aussage des Auftraggebers sollen die Masten voraussichtlich mittels Rammträger gegründet werden. Deshalb betrachten wir im Folgenden Tiefgründungsmaßnahmen. Unsere Empfehlungen sind anhand der tatsächlichen resultierenden Lasten durch einen Statiker rechnerisch auf Grundlage der von uns angegebenen Bodenkennwerte zu überprüfen und ggf. in einem iterativen Prozess zwischen Statiker, Planer und Geotechniker anzupassen. Alternativ können Oberleitungsmasten auf anderen Verdrängungspfählen, z.B. Stahlrohrträgern, tiefgegründet werden.

Die Einbindung von Rammträgern muss nach EA-Pfähle /U8/ mindestens 2,50 m in tragfähige Lockergesteinsschichten erfolgen. Gemäß EA-Pfähle gelten rollige Lockergesteinsböden mit einem Spitzenwiderstand der Drucksonde $q_c \geq 7{,}5$ MN/m² und bindige Lockergesteinsböden mit einer Scherfestigkeit des undränierten Bodens $c_{u,k} \geq 100$ kN/m^2 als ausreichend tragfähig und relevant für den Ansatz eines Pfahlspitzenwiderstandes. Darüber hinaus wird vorausgesetzt, dass die Mächtigkeit der tragfähigen Schicht (in Lockergesteinen) unterhalb der Pfahlfußfläche nicht weniger als fünf Pfahldurchmesser, mindestens aber 1,50 m beträgt.

Eine Mantelreibung kann für rollige Lockergesteinsböden mit einem Spitzenwiderstand der Drucksonde $q_c \geq 7{,}5$ MN/m² und bindige Lockergesteinsböden mit einer Scherfestigkeit des undränierten Bodens $c_{u,k} \geq 60$ kN/m^2 angegeben werden.

In der nachfolgenden Tabelle werden die zur Vorbemessung erforderlichen Pfahlkennwerte für Fertigrammpfähle aus Stahlbeton und Spannbeton in Anlehnung an die EA-Pfähle angegeben. Die Anpassungsfaktoren für die unterschiedlichen Pfahltypen in Bezug auf Mantelreibung und Spitzendruck sind nicht berücksichtigt. Grundsätzlich liefert nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054 eine Probebelastung sicherere Ergebnisse als eine Dimensionierung auf der Basis von Erfahrungswerten und wird deshalb von uns empfohlen.

Aktuell gehen wir von einer Gründungsplanung mittels Einzelnachweise der Statiken der Masten aus. Sollten dementgegen standardisierte Gründungen nach /U6/ geplant werden, so können die hierfür notwendigen Informationen nachgereicht werden.

Tabelle 5: Orientierende Angabe von charakteristischem Pfahlspitzendruck und charakteristischer Pfahlmantelreibung für Fertigrammpfähle aus Stahlbeton und Spannbeton nach /U8/

Klassifikation lt. DIN 18196	Konsistenz/ Lagerungsdichte / Verwitterungsstufe	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m²] bei einer bez. Pfahlkopfsetzung s/Deq von		Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m²] bei einer Setzung von	
		0,035	0,100	Ssg1)	Sg = 0,1·Deq
[GI], [GE], [GW]	lo	--	--	--	--
[GU], [GT], [GU*], [GT*]	lo	--	--	--	--
[TL], [TM]	w	--	--	--	--
	st	--	--	0,020	0,020
TM	st	0,350	0,600	0,030	0,035
Tst	v3-v5	0,800	1,150	0,045	0,055

Die je nach Pfahltyp benötigten Anpassungsfaktoren für den Spitzenwiderstand η_b und die Mantelreibung η_s sind der 2 zu entnehmen.

Tabelle 6: Anpassungsfaktoren für Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung von Fertigrammpfählen nach Tab. 5.5 der EA Pfähle 2012

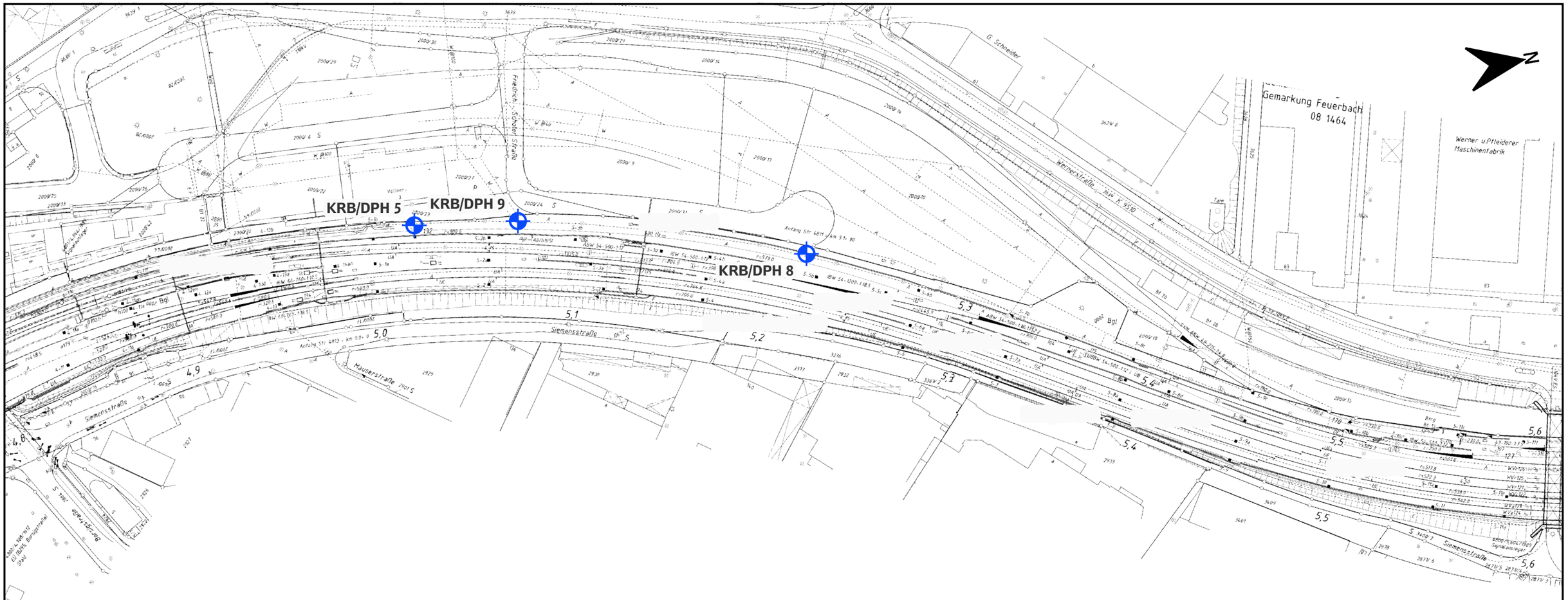
Pfahltyp		η_b	η_s
Stahlbeton und Spannbeton		1,00	1,00
Stahlträgerprofil (h≤ 0,50 m und h / bF≤ 1,5)	S = 0,035 x Deq	0,61 – 0,30 x h / bF	0,60
	S = 0,10 x Deq	0,78 – 0,30 x h / bF	
doppeltes Stahlträgerprofil		0,25	0,60
offenes Stahlrohr und Hohlkasten (0,3 m ≤ Db ≤ 1,60 m)		0,95 x e-1,2 x Db	1,1 x e-0,63 x Db
geschlossenes Stahlrohr		0,80	0,60
h= Höhe des Stahlträgerprofils, bF= Flanschbreite des Stahlträgerprofils, Db= Pfahlfußdurchmesser, Deq = äquivalenter Pfahlersatzdurchmesser			

Anlage:

- Anlage 1: Lage- und Aufschlussplan
- Anlage 2: Bohr-/Sondierprofile
- Anlage 3: Ergebnisse Beton-/Stahlaggressivität
- Anlage 4: Bodenmechanische Laborergebnisse

Aufgestellt durch: Daniel Bolz, M.Sc.

i.A.
Daniel Bolz
Projektleiter Wasserrechte & Geotechnik
(I.TV-SW-U-T1)



Legende

Erkundungspunkte

KRB/DPH

Hintergrundkarten:
DB Netz IVL-Plan

Nr.	Änderungen bzw- Ergänzungen	Datum	Name

ENTWURF

DB Engineering & Consulting GmbH
Umwelt- & Geo-Services
Region Südwest
Hinterm Hauptbahnhof 5
76137 Karlsruhe

Tel +49 721 938 5330

Anlage: 1 | Blatt: 1 von 1

Auftragsnummer: U-SW00863

	Datum	Name
bearbeitet	03/2025	Bolz
gezeichnet	03/2025	Franz
geprüft	03/2025	Zieger

Maßstab: 1 : 2000

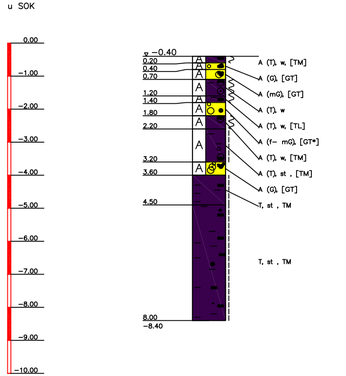
Nacherkundung OLA-Masten Stuttgart-Feuerbach

Strecke 4801, km 5,0 - km 5,2

Bohr- und Sondierprofile

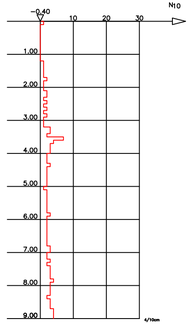
Reg-Nr.:

KRB 5
19.03.2024
ca. 4,20 m von Gleisachse l. d. B.

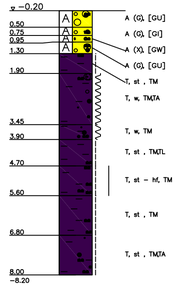


KRB 5	
TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Ton, schluffig, schwach kiesig), schwach feucht, weich, [TM], stark durchwurzelt, braun
0.40	Auffüllung (Kies, schwach sandig, sehr schwach schluffig, schwach tonig), schwach feucht, [GT], Kiese eckig, durchwurzelt, braunschwarz
0.70	Auffüllung (Mittelkies, sandig, sehr schwach schluffig), schwach feucht, [GT], Kiese rund, durchwurzelt, braunschwarz
1.20	Auffüllung (Ton, schluffig, schwach kiesig), schwach feucht, weich, sehr schwach durchwurzelt, Kiese verwitterter Tonstein v4–v5, zum Teil Kalkstein, hellbraun
1.40	Auffüllung (Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig), schwach feucht, weich, [TL], Kiese aus verwitterten Sandstein und Tonstein, rot, ocker, grau
1.80	Auffüllung (Fein– bis Mittelkies, tonig, schwach schluffig, schwach sandig), feucht, [GT*], Kiese eckig aus verwitterten Tonstein, grünlich grau
2.20	Auffüllung (Ton, schwach schluffig, sehr schwach kiesig), schwach feucht, weich, [TM], Kiese eckig aus verwitterten Tonstein grün, v4–v5, grau
3.20	Auffüllung (Ton, schwach schluffig, schwach kiesig), schwach feucht, steif, [TM], Kiese eckig aus verwitterten Tonstein grün, v4–v5, z. T. Kalkstein, grünlich braun
3.60	Auffüllung (Kies, schwach sandig, tonig, schwach schluffig), schwach feucht, [GT], Kiese bzw. Steine aus Kalkstein, teilweise Holzreste, grünlich grau
4.50	Ton, schwach schluffig, trocken bis schwach feucht, steif, TM, enthält Ziegelbruch, Holzreste, dunkelbraun
8.00	Ton, schluffig, sehr schwach sandig, trocken bis schwach feucht, steif, TM, Sonde bei 6,0 m gerissen, enthält Muschelschalen, hellbraun

DPH 5
19.03.2024
ca. 4,20 m von Gleisachse l. d. B.



KRB 8
21.03.2024
ca. 5,40 m von Gleisachse l. d. B.

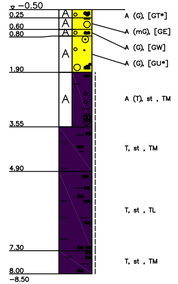


KRB 8	
TIEFE	BODENART
0.50	Auffüllung (Kies, schwach sandig, schwach schluffig), schwach feucht, [GU], Schotter aus Kalkstein, schwach durchwurzelt, braun
0.75	Auffüllung (Kies, sandig, sehr schwach schluffig), schwach feucht bis feucht, [GI], Split mit einigen mittelgroßen eckigen Kiesern aus Kalkstein, grau
0.95	Auffüllung (Steine, kiesig, sehr schwach schluffig), [GW], Steine aus Muschelkalk, braun
1.30	Auffüllung (Kies, schwach sandig, schwach schluffig, schwach tonig, mit Steinen), schwach feucht bis feucht, [GU], Kies eckiger Kalksteinschotter, braun
1.90	Ton, schwach schluffig, schwach feucht, steif, TM, enthält Muscheln, braun
3.45	Ton, schwach schluffig, sehr schwach sandig, sehr schwach kiesig, schwach feucht, weich, TM,TA, enthält Muscheln, z. T. verwitterter Kalkstein (schwer ...), hellbraun
3.90	Ton, schluffig, sehr schwach sandig, schwach feucht, weich, TM, enthält Muscheln, z. T. verwitterter Kalkstein (schwer ...), hellbraun
4.70	Ton, schwach schluffig, schwach feucht, steif, TM,TL, braun
5.60	Ton, schluffig– stark schluffig, schwach feucht, steif bis halbfest, TM, braun bis hellbraun
6.80	Ton, schluffig, schwach feucht, steif, TM, hellbraun
8.00	Ton, schluffig, schwach sandig, schwach feucht, steif, TM,TA, enthält vereinzelt verwitterte Kiese, rotbraun

DPH 8
21.03.2024
ca. 5,40 m von Gleisachse l. d. B.

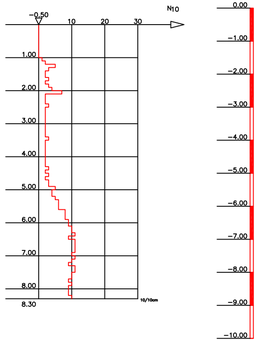


KRB 9
21.03.2024
ca. 4,10 m von Gleisachse



KRB 9	
TIEFE	BODENART
0.25	Auffüllung (Kies, sehr schwach schluffig, tonig, sandig), schwach feucht, [GT*] durchwurzelt, Ziegelbruch, braun
0.60	Auffüllung (Mittelkies, sehr schwach schluffig), schwach feucht, [GE], rundе Kiese, grau
0.80	Auffüllung (Kies, schwach sandig, schwach schluffig, schwach tonig, , schwach feucht, [GW], enthält Steine, Ziegelbruch, braun
1.90	Auffüllung (Kies, schluffig, schwach tonig, schwach sandig), schwach feucht, [GU*], Kiese eckig z. T. aus verwitterten Tonstein grün, Kalkstein, grau, grünlich, rötlich
3.55	Auffüllung (Ton, schwach schluffig, sehr schwach kiesig– schwach kiesig), schwach feucht, steif, TM, enthält Ziegelbruch (bis 2,20 m), braun
4.90	Ton, schluffig, schwach feucht, steif, TM, enthält Muscheln, hellbraun
7.30	Ton, stark schluffig– schluffig, schwach feucht, steif, TL
8.00	Ton, schluffig– stark schluffig, schwach feucht, steif, TM, hellbraun

DPH 9
21.03.2024
ca. 4,10 m von Gleisachse



Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen	Dat.	Name

DB Engineering & Consulting GmbH
Umwelt- & Geo-Services
Region Südwest

Hinterm Hauptbahnhof 5
76137 Karlsruhe
Tel. +49 721 938-5330
Fax. +49 721 93116-999

Karlsruhe, 04.03.2025

	Datum	Name
bearbeitet	03/2025	Bolz
gezeichnet	03/2025	Franz
geprüft	03/2025	Bolz

Anlage: 3 | Blatt: 1

Auftragsnummer: U-SW00863

Maßstab: 1 : 100

Nacherkundung Stuttgart-Feuerbach
OLA-Masten, Strecke 4801, km 5,0 - 5,2

Bohr- und Sondierprofile

Reg.-Nr.:

Ausgabe vom

Ersatz f.

Ursprung

Prüfung und Beurteilung betonangreifender Böden nach DIN 4030

DB Engineering & Consulting GmbH

Umwelt- & Geo-Services
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59558

Bauvorhaben: **OLA-Masten Feuerbach**

Teilobjekt:

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.:	2024 / 991	Reg.-Nr.:	
Entnahmestelle:	MP	Auftrags-Nr.:	U-SW00863
Probennummer:			
Entnahmetiefe:	1,00-11,00m	Art des Bodens:	Ton, schluffig
Entnahmedatum:			
Probenehmer:			
Probeneingang:	04.04.2024		

Geländeverhältnisse:
Bemerkungen:

2. Bodenanalyse

Bestandteil	Prüfergebnis	Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO_4^{2-})[1.]	1548 mg/kg	≥ 2.000 und ≤ 3.000[2.]	>3.000[2.] und ≤12.000	>12.000 und ≤24.000
Säuregrad n. Baumann-Gully	12 ml/kg	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S^{2-})[3.]	< 0,02 mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid (Cl^-)	71 mg/kg			

[1.] Tonböden mit einer Durchlässigkeit von weniger als 10^{-5} m/s dürfen in eine niedrigere Klasse eingestuft werden.

[2.] Falls die Gefahr der Anhäufung von Sulfationen im Beton -zurückzuführen auf wechselndes Trocknen und Durchfeuchten oder kapillares Saugen- besteht, ist der Grenzwert von 3000 mg/kg auf 2000 mg/kg zu vermindern.

[3.] Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S^{2-} / kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.

nb - nicht bestimmt

nn - nicht nachweisbar

3. Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke nach DIN 18 196

Bodengruppe (Handspezifizierung)	TL	Entnahmewassergehalt w	22,3 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(++)	Fließgrenze w_L	n.b.
d<2 mm	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
d<0,063 mm	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
d<0,002 mm	nb	Konsistenzindex I_C	n.b.
Ungleichförmigkeitszahl U = d_{60} / d_{10}	nb	Korndichte r_S	n.b.
Glühverlust V_{gl}	nb	Bemerkungen:	

4. Beurteilung

Der Boden liegt unterhalb der Zuordnungskriterien der Expositionsklasse XA1.

Erläuterung:
XA1 chemisch schwach angreifend
XA2 chemisch mäßig angreifend
XA3 chemisch stark angreifend

Berlin, den 04.04.2024 Bearbeiter: Bischof geprüft: Bolz

Betonaggressivität Bodenaufschlämmung **Anlage 3 Blatt 1**

Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

nach DIN 50 929, Teil 3

DB Engineering & Consulting GmbH

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: **OLA-Masten Feuerbach**
Teilobjekt:
Reg.-Nr. :
Auftrags-Nr. : U-SW00863
Prüfungs-Nr. : **2024 / 991**
Boden: **TL**
Entnahmestelle : MP t=1,00-11,00m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

				Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
1.	Bodenart	7.	Neutralsalze (wäßr. Auszug)	Z_1	**-2 *)**	Z_7	**-2**
2.	spezif. Bodenwiderstand	8.	Sulfat (SO_4^{2-}, salzsaur. Ausz.)	Z_2	**-2**	Z_8	**-3**
3.	Wassergehalt	9.	Lage d. Obj. z. Grundwasser	Z_3	**-1**	Z_9	**-2 *)**
4.	pH - Wert	10.	Bodenhomogenität horizont.	Z_4	**0**	Z_{10}	**0 *)**
5.	Pufferkapazität	11.	Bodenhomogenität vertikal	Z_5	**0**	Z_{11}	**0 *)**
6.	Sulfid (S^{2-})	12.	Obj./Boden-Potential $U_{Cu/CuSO4}$	Z_6	**0**	Z_{12}	**-3**

**) basiert auf örtlicher Einschätzung*

Abschätzung der Bodenklasse, Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen (DIN 50929, Teil 3, Tab. 7):

1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

1.1 Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$$

B_0 = **-12** →

Bodenklasse - Bodenaggressivität*)	
III -	stark aggressiv

1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = B_0 + Z_{10} + Z_{11}$$

B_1 = **-12** →

Mulden- u. Lochkorrosion	Flächen-korrosion
hoch	mittel

* Die Bodenaggressivität entspricht der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion ohne Mitwirken ausgedehnter Konzentrationselemente.

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929, Teil 3, Tab. 8):

		Abtragungsrate w (100 a) in mm/a	max. Eindring-tiefe w_{Lmax} (30a) in mm/a
1.3	Freie Korrosion (nur Bezug auf Probe): B_0 = **-12** →	0,06	0,4
1.4	Freie Korrosion (m. Bezug auf umgebende Böden): B_1 = **-12** →	0,06	0,4

Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

nach DIN 50 929, Teil 3

DB Engineering & Consulting GmbH

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: **OLA-Masten Feuerbach**
Teilobjekt:
Reg.-Nr. :
Auftrags-Nr. : U-SW00863
Prüfungs-Nr. : **2024 / 991**
Boden: **TL**
Entnahmestelle : MP t=1,00-11,00m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

				Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
1.	Bodenart	7.	Neutralsalze (wäßr. Auszug)	Z_1	**-2 *)**	Z_7	**-2**
2.	spezif. Bodenwiderstand	8.	Sulfat (SO_4^{2-}, salzsaur. Ausz.)	Z_2	**-2**	Z_8	**-3**
3.	Wassergehalt	9.	Lage d. Obj. z. Grundwasser	Z_3	**-1**	Z_9	**-2 *)**
4.	pH - Wert	10.	Bodenhomogenität horizont.	Z_4	**0**	Z_{10}	**0 *)**
5.	Pufferkapazität	11.	Bodenhomogenität vertikal	Z_5	**0**	Z_{11}	**0 *)**
6.	Sulfid (S^{2-})	12.	Obj./Boden-Potential $U_{Cu/CuSO4}$	Z_6	**0**	Z_{12}	**-3**

**) basiert auf örtlicher Einschätzung*

Maßnahmen für den Korrosionsschutz (DIN 50 929, Teil 3, Punkt 8.1):

Allgemein ist Korrosionsschutz durch Beschichtungen zu bevorzugen. Dabei sind folgende Normen zu berücksichtigen:
Stahlbau: DIN 55 928, Teil 5
Rohre: DIN 30 670, DIN 30671, DIN 30 672, DIN 30 673, DIN 30 674, Teil 1 und 2

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von feuerverzinkten Stählen in Erdböden (DIN 50929, Teil 3, Tab. 5):

2. Feuerverzinkte Stähle:
Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$B_D = Z_2 + Z_4 + Z_5 + Z_6$

$B_D = -2$ →

Güte der Deckschichten
gut

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit:

- entfällt -

Maßnahmen für den Korrosionsschutz (DIN 50 929, Teil 3, Punkt 8.3):

Im wesentlichen gelten die Angaben für unverzinkte Stähle. Feuerverzinkte Stähle sollten nur verwendet werden, wenn die Schutzwirkung mindestens befriedigend ist (s. vorstehende Tabelle).

Berlin, 11.04.2024 Bearbeiter: Bischof geprüft: Bolz

DB Engineering&Consulting UGS

Prüfungsnr.: LabKA-24-012
Anlage: 4 Blatt 1
zu: U-SW00863

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungsnr.: LabKA-24-012
Bauvorhaben: QSS Stuttgart Feuerbach

Ausgeführt durch: Elting
am: 05.-08.04.24
Bemerkung:

Entnahmestelle: KRB 5

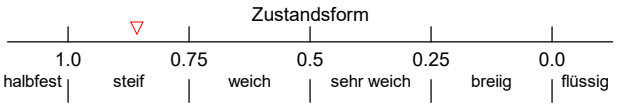
Entnahmetiefe: 6,00 m - 8,00 m
Bodenart:

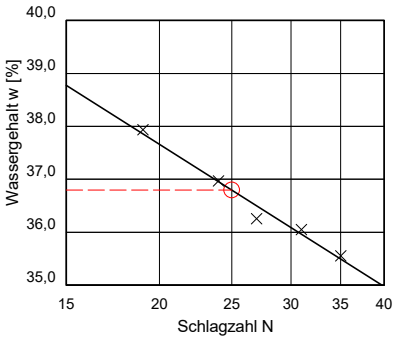
Art der Entnahme: Kleinrammbohrung
Entnahme am: 19.03.2024 durch: DB E&C J. Stahl

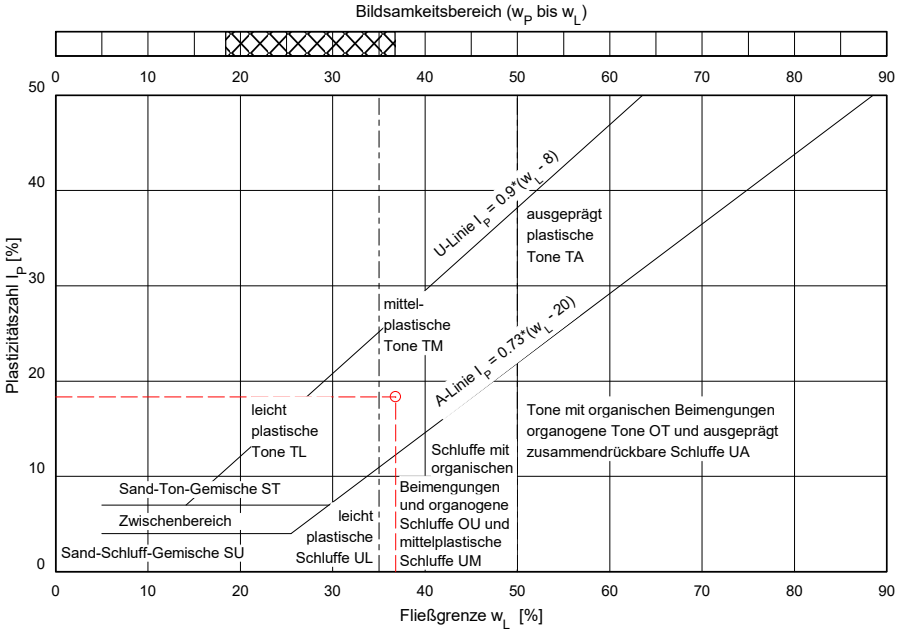
Fließgrenze / Ausrollgrenze

Behälter Nr.:	G17	G1	G22	G8	G35	G40	G42	G38	G41
Zahl der Schläge:	27	31	35	24	19				
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	23,04	22,61	22,08	22,49	22,75	18,68	16,24	16,21	16,36
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	20,23	19,87	19,52	19,78	19,92	17,05	15,14	15,03	15,14
Behälter m_B [g]:	12,48	12,27	12,32	12,45	12,46	8,56	9,03	8,44	8,60
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	2,81	2,74	2,56	2,71	2,83	1,63	1,10	1,18	1,22
Trockene Probe m_d [g]:	7,75	7,60	7,20	7,33	7,46	8,49	6,11	6,59	6,54
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%]:	36,26	36,05	35,56	36,97	37,94	19,20	18,00	17,91	18,65
Wert übernehmen	☒	☒	☒	☒	☒				

Feuchtmasse der Probe		433,14	g	Bodengruppe		=	TM
Trockenmasse der Probe		357,83	g	Fließgrenze	w_L	=	36,80 %
Wassergehalt der Probe	w =	21,05	%	Ausrollgrenze	w_P	=	18,44 %
Größtkorn			mm	Plastizitätszahl	I_P	=	18,357 %
Masse des Überkorns		0,00	g	Konsistenzzahl	I_C	=	0,86 ≙ steif
Überkornanteil	ü =	0,00	%	Liquiditätszahl	I_L	=	0,14
Wassergehalt (Überkorn)	$w_Ü$ =	0,00	%	Aktivitätszahl	I_A	=	0,00
Trockenmasse ≤ 0.4 mm		357,83	g				
Anteil ≤ 0.4 mm		100,00	%				
Anteil ≤ 0.06 mm			%				
Anteil ≤ 0.002 mm			%				
korr. Wassergehalt	$w_{<0.4}$ =	21,05	%				







Bemerkungen:

© By IDAT-GmbH 1995 - 2022 V 4.45 1002

DB Engineering&Consulting UGS

Prüfungsnr.: LabKA-24-010
Anlage: 4 Blatt 2
zu: U-SW00863

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungsnr.: LabKA-24-010
Bauvorhaben: QSS Stuttgart Feuerbach

Ausgeführt durch: Elting
am: 08.-09.04.24
Bemerkung:

Entnahmestelle: KRB 9

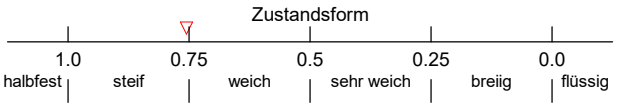
Entnahmetiefe: 7,30 m - 8,00 m
Bodenart:

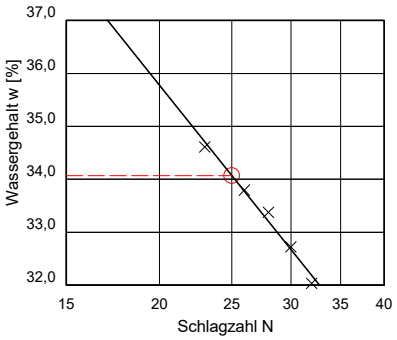
Art der Entnahme: Kleinrammbohrung
Entnahme am: 21.03.2024 durch: DB E&C J.Stahl

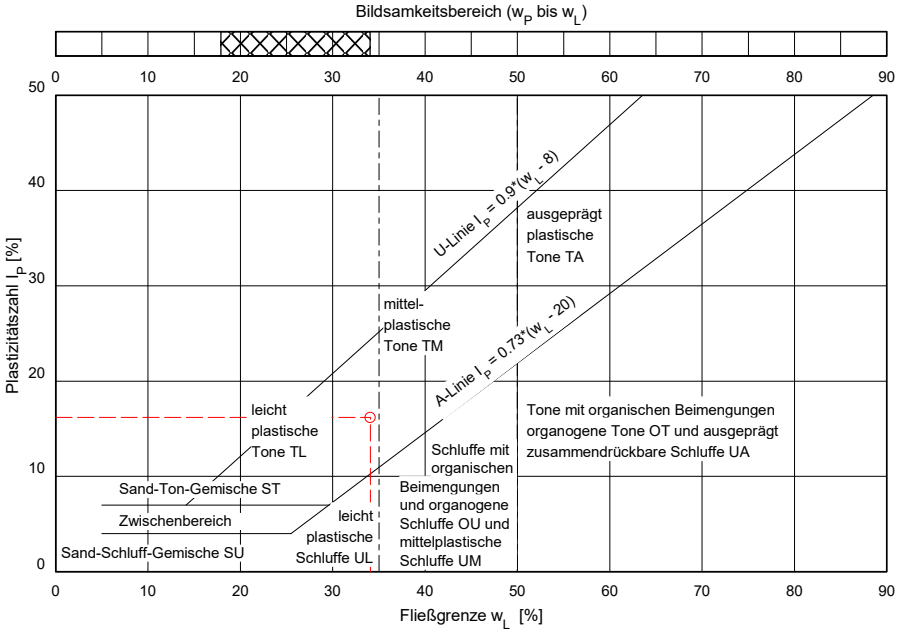
Fließgrenze / Ausrollgrenze

Behälter Nr.:	G17	G5	G33	G37	G36	G41	G42	G40	G39
Zahl der Schläge:	26	32	30	23	28				
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	22,07	22,18	22,56	22,09	22,55	16,36	17,22	16,72	16,46
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	19,64	19,88	20,06	19,65	20,04	15,18	16,02	15,48	15,19
Behälter m_B [g]:	12,45	12,70	12,42	12,60	12,52	8,60	9,01	8,51	8,41
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	2,43	2,30	2,50	2,44	2,51	1,18	1,20	1,24	1,27
Trockene Probe m_d [g]:	7,19	7,18	7,64	7,05	7,52	6,58	7,01	6,97	6,78
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%]:	33,80	32,03	32,72	34,61	33,38	17,93	17,12	17,79	18,73
Wert übernehmen	☒	☒	☒	☒	☒				

Feuchtmasse der Probe		195,66	g	Bodengruppe		=	TL
Trockenmasse der Probe		160,58	g	Fließgrenze	w_L	=	34,07 %
Wassergehalt der Probe	w =	21,85	%	Ausrollgrenze	w_P	=	17,89 %
Größtkorn			mm	Plastizitätszahl	I_P	=	16,176 %
Masse des Überkorns		0,00	g	Konsistenzzahl	I_C	=	0,76 ≙ steif
Überkornanteil	ü =	0,00	%	Liquiditätszahl	I_L	=	0,24
Wassergehalt (Überkorn)	$w_Ü$ =	0,00	%	Aktivitätszahl	I_A	=	0,00
Trockenmasse ≤ 0.4 mm		160,58	g				
Anteil ≤ 0.4 mm		100,00	%				
Anteil ≤ 0.06 mm			%				
Anteil ≤ 0.002 mm			%				
korr. Wassergehalt	$w_{<0.4}$ =	21,85	%				







Bemerkungen:

© By IDAT-GmbH 1995 - 2022 V 4.45 1002