

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

Bauvorhaben: **Wuppertal Hbf.**
Teilobjekt: **Aufzug und PÜ Gleis 4/5**

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 2024 / 2145 Entnahmestelle: MP 1 / KRB 6 Probennummer: Entnahmetiefe: 0,08-0,5m Entnahmedatum: Probenehmer: Probeneingang: 09.08.2024 Geländebeziehungen: Bemerkungen:	Reg.-Nr.: Auftrags-Nr.: U-W001283 Art des Bodens: Auffüllung Kies, schluffig
--	---

2. Bodenanalyse

Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen

Bestandteil	Prüfergebnis	XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO ₄ ²⁻) ^{1.)}	613 mg/kg	≥ 2.000 und ≤ 3.000 ^{2.)}	>3.000 ^{2.)} und ≤12.000	>12.000 und≤24.000
Säuregrad n. Baumann-Gully	nn	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S ²⁻) ^{3.)}	< 0,02 mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid (Cl ⁻)	177 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 $> 100 \text{ mg S}^{2-} / \text{kg Boden}$ 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)	[GU]	Entnahmewassergehalt w	2,7 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(++)	Fließgrenze w_L	n.b.
$d < 2 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
$d < 0,063 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
$d < 0,002 \text{ mm}$	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 15.08.2024	Bearbeiter: Bischof	geprüft: Garschagen
------------------------	---------------------	---------------------

Betonaggressivität Bodenaufschlammung

Anlage 5 Blatt 1

Bauvorhaben: Wuppertal Hbf.
Teilobjekt: Aufzug und PÜ Gleis 4/5
 Reg.-Nr.:
 Auftrags-Nr.: U-W001283
 Prüfungs-Nr.: 2024 / 2145
 Boden: [GU]
 Entnahmestelle: MP 1 / KRB 6 t=0,08-0,5m

Nr.	Merkmal und Messgröße	Einheit / Prüfergebnis	Messwert- bereiche	Bewertungs- zahl
a) Beurteilung der Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %		Z₁
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlammfähigen Bestandteilen (Kornanteil d ₅₀ ≤ 0,063 mm)	< 10	≤ 10 > 10 bis 30 > 30 bis 50 > 50 bis 80 > 80	+ 4 + 2 0 -2 -4
	b) Torf-, Moor-, Schlick- und Marsch- böden, organischer Kohlenstoff		> 5	-12
	c) stark verunreinigte Böden, Verunreinigungen durch Brennstoff- asche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt, Abwässer etc.			-12
2	Spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm		Z₂
		7037	> 50 000 > 20 000 bis 50 000 > 5 000 bis 20 000 > 2 000 bis 5 000 1 000 bis 2 000 < 1 000	+ 4 + 2 0 -2 -4 -6
3	Wassergehalt	Massenanteile in %		Z₃
		2,7	≤ 20 > 20	0 -1
4	pH - Wert			Z₄
		8,0	> 9 > 5,5 bis 9 4 bis 5,5 < 4	+ 2 0 -1 -3
5	Pufferkapazität	mmol/kg		Z₅
	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K _{S 4,3})	112	< 200 200 bis 1 000 > 1 000	0 + 1 + 3
	Basekapazität bis pH 7,0 (Acidität K _{B 7,0})	nn	< 2,5 2,5 bis 5 > 5 bis 10 > 10 bis 20 > 20 bis 30 > 30	0 -2 -4 -6 -8 -10
6	Sulfid (S²⁻)	mg/kg		Z₆
		< 0,02	< 5 5 bis 10 > 10	0 -3 -6

Bauvorhaben: Wuppertal Hbf.
Teilobjekt: Aufzug und PÜ Gleis 4/5
 Reg.-Nr.:
 Auftrags-Nr.: U-W001283
 Prüfungs-Nr.: 2024 / 2145
 Boden: [GU]
 Entnahmestelle: MP 1 / KRB 6 t=0,08-0,5m

Nr.	Merkmal und Messgröße	Einheit / Prüfergebnis	Messwert- bereiche	Bewertungs- zahl
7	Neutralsalze (wäßriger Auszug) $c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$	mmol/kg		Z₇
		3,9	< 3	0
			3 bis 10	-1
			> 10 bis 30	-2
			> 30 bis 100	-3
> 100	-4			
8	Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaurer Auszug)	mmol/kg		Z₈
		6,4	< 2	0
			2 bis 5	-1
			> 5 bis 10	-2
			> 10	-3

b) Beurteilung aufgrund örtlicher Gegebenheiten

9	Lage des Objektes zum Grundwasser		Z₉
	Grundwasser: nicht vorhanden		0
	vorhanden		-1
	wechselt zeitlich	x	-2
10	Bodenhomogenität, horizontal		Z₁₀
	Bodenwiderstandsprofil: ermittelt werden	x	$ \Delta Z_2 < 2$
	Änderungen von Z ₂ (nach Zeile 2)		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$
	von benachbarten Bodenbereichen: ΔZ_2		$ \Delta Z_2 > 3$
	(Bei dieser Bewertung werden alle positiven Z ₂ -Werte gleich "+1" gesetzt)		-4
11	Bodenhomogenität, vertikal		Z₁₁
	a) Boden in unmittelbarer Umgebung	x	Homogene Einbettung mit artgleichem Erdboden
			Inhomogene Einbettung mit bodenfremden Bestandteilen, z.B. Holz, Wurzeln u. dgl. sowie mit stark artverschiedenen korrosiveren Böden.
	b) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z ₃ - Werten;		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$
	Ermittlg. von $ \Delta Z_2 $ entsprechend Zeile 10		$ \Delta Z_2 > 3$
12	Objekt / Boden - Potential U_{Cu} / CuSO₄	V	Z₁₂
	(zur Feststellung von Fremdkathoden)	x	- 0,5 bis - 0,4
	Ist eine Potentialmessung nicht möglich, z.B. bei der Beurteilung eines Bodens ohne Objekt, ist Z ₁₂ = - 10 zu setzen, wenn Kohlenstücke oder Koks vorhanden sind.		> - 0,4 bis - 0,3
			> - 0,3

Berlin, 15.08.2024 Bearbeiter: Bischof geprüft: Garschagen

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

Bauvorhaben: Wuppertal Hbf.
Teilobjekt: Aufzug und PÜ Gleis 4/5
Reg.-Nr. :
Auftrags-Nr. : U-W001283
Prüfungs-Nr. : **2024 / 2145**
Boden: **[GU]**
Entnahmestelle : MP 1 / KRB 6 t=0,08-0,5m

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

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $\text{U}_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	4 *)	Z_7	-1
Z_2	0	Z_8	-2
Z_3	0	Z_9	-2 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
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):

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

$$B_0 = -1 \rightarrow$$

Bodenklasse - Bodenaggressivität ^{*)}	
I b - schwach aggressiv	

1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

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

$$B_1 = -1 \rightarrow$$

Mulden- u. Lochkorrosion	Flächenkorrosion
gering	sehr gering

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

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

1.3 Freie Korrosion (nur Bezug auf Probe):

$$B_0 = -1 \rightarrow$$

1.4 Freie Korrosion (m. Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = -1 \rightarrow$$

Abtragungsrate w (100 a) in mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L\text{max}}$ (30a) in mm/a
0,01	0,05
0,01	0,05

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

Bauvorhaben: Wuppertal Hbf.
Teilobjekt: Aufzug und PÜ Gleis 4/5
Reg.-Nr. :
Auftrags-Nr. : U-W001283
Prüfungs-Nr. : **2024 / 2145**
Boden: **[GU]**
Entnahmestelle : MP 1 / KRB 6 t=0,08-0,5m

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

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $\text{U}_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	4 *)	Z_7	-1
Z_2	0	Z_8	-2
Z_3	0	Z_9	-2 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
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):

$$B_D = Z_2 + Z_4 + Z_5 + Z_6$$

$$B_D = 0 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten
sehr 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, 15.08.2024

Bearbeiter: Bischof

geprüft: