Gutachten Nr.: 21-4728-07

Projekt: **Stadtbahn Linie 4**
Wasseranalysen
in Bielefeld

Untersuchungs-auftrag: **Bestandsuntersuchung**

Auftraggeber: **Bielefelder Beteiligungs- und Vermögensverwaltungs-gesellschaft mbH BBVG**
Jahnplatz 5
33602 Bielefeld

Dieses Gutachten enthält 9 Seiten Text und 14 Blatt Anlagen.

Prüfberichte und Gutachten dürfen grundsätzlich nur ungekürzt vervielfältigt werden.
Die auszugsweise Wiedergabe und jede Veröffentlichung bedarf unserer schriftlichen Zustimmung.

Dortmund, 22. April 2022

Sachbearbeiterinnen: Dipl. Lök. N. Kosfeld, I. Stewen, M. Sc.

INGENIEURGRUPPE PTM

- ASPHALTPRÜFSTELLE
- BAUSTOFFPRÜFUNGEN
- BAUGRUND
- GEOTECHNIK
- GEORADAR
- ZERSTÖRUNGSFREIE MESSUNGEN
- ERDBAULABORATORIUM
- ALTLASTEN
- DEPONIEWESEN
- FACHBAULEITUNGEN
- FACHPLANUNGEN
- ROHSTOFFGEOLOGIE
- HYDROGEOLOGIE
- FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG
- SEMINARE UND SCHULUNGEN

INGENIEURGESELLSCHAFT PTM DORTMUND MBH

frische luft 155
44319 dortmund
telefon: 0231/92 71210
fax: 0231/92 712122
e-mail: dortmund@ptm.net
internet: www.ptm.net

geschäftsführung:
sarah mörchen
dr. daniel gogolin

st.-nr. fa unna 316/5741/0813
ust.-id-nr.: de 8147 53 914
hbr 19971 ag dortmund

national bank ag dortmund
BIC: NBAGDE3E
IBAN: DE23 3602 0030 0008 5309 71

sparkasse arnsberg-sundern
BIC: WELADED1ARN
IBAN: DE86 4665 0005 0001 0267 72

prüfstelle nach rap-stra 15
anerkannt für die fachgebiete

- A1 · A3 · A4
- BB3 · BB4
- F2 · F3 · F4
- G3 · G4
- H1 · H3 · H4
- I1 · I2 · I3 · I4

mitglied im bundesverband unabhängiger prüfinstitute bup
ingenieurkammer nrw nr. 102497

WEITERE STANDORTE

- ARNSBERG
- BAUTZEN
- DANZIG
- HAMBURG
- JENA
- RIGA
- STADE
- TOSTEDT

Inhaltsverzeichnis

1 Auftrag, Vorgang und Situationsbeschreibung....3

2 Untersuchungsschritte und -beschreibungen....3

2.1 Probennahme....3

2.2 Chemische Untersuchungen im Labor....3

2.2.1 Betonaggressivität im Grundwasser....4

2.2.2 Stahlaggressivität im Grundwasser....4

3 Ergebnisse der Untersuchungen....5

3.1 Grundwasserwasserstand....5

3.2 Chemische Untersuchungen....7

3.2.1 Betonaggressivität....7

3.2.2 Stahlaggressivität....8

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Grundwassermessstellen mit den jeweiligen durchgeführten Arbeiten....3

Tabelle 2: Wasserstand der Grundwassermessstellen GWMS 10, GWMS 7 und GWMS 11 5

Tabelle 3: Expositionsklassen für Betonaggressivität von Wässern nach DIN 4030 7

Tabelle 4: Abschätzung von der Korrosionswahrscheinlichkeit und der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit für unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe gemäß DIN 50 929, Teil 3....8

Tabelle 5: Gütebeurteilung der Ausbildung einer Deckschicht für feuerverzinkte Stähle gemäß DIN 50 929, Teil 3....8

Anlagen

Anlage 1:	Lagepläne	(1 Blatt)
Anlage 2:	Chemische Analyse Wasserproben	(9 Blatt)
Anlage 3:	Analysenprotokolle GBA	(4 Blatt)

1 Auftrag, Vorgang und Situationsbeschreibung

Die Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH wurde von der Bielefelder Beteiligungs- und Vermögensverwaltungsgesellschaft BBVG, beauftragt, eine Aussage über die Grundwasserqualität bezüglich der Beton- und Stahlaggressivität zu treffen. Für die Bestandsuntersuchung wurden am 31.03.2022 von den jeweiligen Grundwassermessstellen Wasserproben entnommen. Die detaillierten Beschreibungen zu den einzelnen Arbeits- und Untersuchungsschritten werden in dem nachfolgenden Kapitel 2 erläutert.

2 Untersuchungsschritte und -beschreibungen

2.1 Probennahme

Zur Bewertung des anstehenden Grundwassers bezüglich der Betonaggressivität und der Stahlaggressivität wurden an den in der nachfolgenden Tabelle 1 sowie im Lageplan (Anlage 1) aufgeführten Grundwassermessstellen je eine Wasserprobe entnommen und zusätzlich der Grundwasserstand gemessen.

Tabelle 1: Grundwassermessstellen mit den jeweiligen durchgeführten Arbeiten

Proben-bezeichnung [GWMS] (*)	**Durchmesser GWMS** (*) [mm]	**Grundwasser-stand messen**	**Entnahme von Wasserprobe für**	
			Betonaggressivität	**Stahlaggressivität**
GWMS 10	100	X		X
GWMS 7	100	X		X
GWMS 11	60	X	X	X

(*) GWMS = Grundwassermessstelle

2.2 Chemische Untersuchungen im Labor

Mit den chemischen Untersuchungen der Wasserproben auf Betonaggressivität im Grundwasser gemäß DIN 4030 - Teil 1[(1)] und auf Stahlaggressivität im Grundwasser

(1) Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte vom 06.2008.

gemäß DIN 50929 – Teil 3[(2)] wurde die Gesellschaft für Bioanalytik mbH (GBA), Bruchstraße 5c in 45883 Gelsenkirchen beauftragt. Die Ergebnisprotokolle liegen als Anlage 3 bei.

2.2.1 Betonaggressivität im Grundwasser

Unter dem Begriff Betonaggressivität bezeichnet man die Zersetzung von Betonbauteilen und dem darin verbauten Stahl. Hierbei sind bestimmte Wasserinhaltsstoffe, wie zum Beispiel der Härtegrad, des Grundwassers entscheidend.

Die Betonaggressivität von Wässern wird gemäß DIN 4030 - Teil 1 in drei Expositionsklassen unterteilt:

- XA1: schwach angreifend
- XA2: mäßig angreifend
- XA3: sehr stark angreifend

2.2.2 Stahlaggressivität im Grundwasser

Laut der DIN EN ISO 8044 wird Korrosion als die Reaktion eines metallischen Werkstoffes mit seiner Umgebung definiert, die eine messbare Veränderung des Werkstoffes bewirkt und zur Beeinträchtigung der Funktion eines Bauteiles oder eines gesamten Systems führen kann. Bezogen auf das Kontaktmedium „Grundwasser“ werden zur Abschätzung der Korrosion bzw. der Stahlaggressivität von metallischen Rohrleitungen, Behältern und Bauteilen bestimmte stahlangreifende Inhaltsstoffe herangezogen.

Für eine Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit und der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit gemäß DIN 50929 – Teil 3 werden Bewertungszahlen bezogen auf

(2) Korrosion der Metalle – Korrosionswahrscheinlichkeit metallener Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Teil 3: Rohrleitungen und Bausteile in Böden und Wässern vom 03.2018.

die verschiedenen Korrosionsarten (Mulden- und Lochkorrosion bzw. Flächenkorrosion) und die verschiedenen Werkstoffe der Bauelemente (unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe sowie feuerverzinkter Stahl) unterschiedlich gewertet.

In den Anlagen 2.1 bis 2.3 sind die Auswertungen der Stahlaggressivität im Grundwasser aufgeführt.

3 Ergebnisse der Untersuchungen

3.1 Grundwasserwasserstand

In dem Untersuchungsbereich der Stadtbahn Linie 4 befinden sich drei Grundwassermessstellen (siehe Anlage 1):

- Wendeschleife der Gleise im Westen: GWMS 10
  - Am 04.10.2010 von der Firma igb - Gey & John GbR erstellt
- Nördlich des Gebäudekomplexes Citec: GWMS 7
  - Am 11.10.2010 von der Firma igb - Gey & John GbR erstellt
- Zukünftige Lärmschutzwand im Osten: GWMS 11
  - Am 13.09.2021 von der Firma Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH erstellt.

In der Tabelle 2 ist für den jeweiligen Pegel die Höhenlage der Pegel- bzw. Geländeoberkante und der dazu gemessene Wasserstand von der Firma Schmidt + Partner, von der Stadt Bielefeld sowie von der Ingenieurgesellschaft TPM Dortmund mbH über den Zeitraum von 2010 bis 2022 aufgelistet.

Tabelle 2: Wasserstand der Grundwassermessstellen GWMS 10, GWMS 7 und GWMS 11

GWMS 10 = Überflurpegel				
Datum [n]	**POK (*) (ohne Seba-Kappe)**		**GOK (*)**	
	m	**113,91 mNN**	**m**	**113,48 mNN**
04.10.2010 °	2,93	111,41	2,50	110,98
20.10.2010 °	2,85	111,49	2,42	111,06
27.10.2010 °	3,17	111,44	2,74	111,01
08.11.2010 °	2,65	111,69	2,22	111,26

GWMS 10 = Überflurpegel				
Datum [n]	**POK** (*) **(ohne Seba-Kappe)**		**GOK** (*)	
	m	**113,91 mNN**	**m**	**113,48 mNN**
11.11.2010 °	2,85	111,49	2,42	111,06
18.11.2010 °	2,67	111,67	2,24	111,24
25.11.2010 °	2,65	111,69	2,22	111,26
Juni 2021 *	2,21	112,13	1,78	111,70
15.07.2021	-	-	-	-
21.07.2021	2,90	111,44	2,47	111,01
13.09.2021	-	-	-	-
21.10.2021	3,11	111,23	2,68	110,80
31.03.2022	1,94	112,40	1,51	111,97
GWMS 7 = Unterflurpegel				
Datum [n]	**POK** (*) **(ohne Seba-Kappe)**		**GOK** (*)	
	m	**117,93 mNN**	**m**	**118,16 mNN**
11.10.2010 °	5,67	112,03	5,90	112,26
20.10.2010 °	3,42	114,28	3,65	114,51
27.10.2010 °	3,62	114,08	3,85	114,31
08.11.2010 °	2,77	114,93	3,00	115,16
11.11.2010 °	2,55	115,15	2,78	115,38
18.11.2010 °	1,75	115,95	1,98	116,18
25.11.2010 °	2,27	115,43	2,50	115,66
Juni 2021 *	4,98	112,88	5,21	113,11
15.07.2021	6,03	111,67	6,26	111,90
21.07.2021	-	-	-	-
13.09.2021	-	-	-	-
21.10.2021	Kein Wasser vorhanden			
31.03.2022	4,19	113,58	4,35	113,81

GWMS 11 = Überflurpegel				
Datum [n]	POK (*) (ohne Seba-Kappe)		GOK (*)	
	m	104,01 mNN	m	103,55 mNN
13.09.2021	Kein Wasser vorhanden			
21.10.2021	2,66	101,81	2,20	101,35
31.03.2022	1,26	103,21	0,80	102,75

(*) POK = Pegeloberkante; GOK = Geländeoberkante; ° Messung von Schmidt + Partner; * Messung von der Stadt Bielefeld

3.2 Chemische Untersuchungen

Die Wasserproben wurden entsprechend der geltenden Vorschriften Deklarationsanalysen unterzogen. Die Ergebnisse werden dabei entsprechend der Art des untersuchten Materials und der Untersuchungsmethode getrennt in den nachfolgenden Unterkapiteln aufgeführt.

3.2.1 Betonaggressivität

Die Grundwasserprobe GW11 2/2 der Messstelle GWMS 11 wurde auf betonangreifende Eigenschaften geprüft. Die Probe ist in keine Expositionsklasse nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008) einzuordnen und ist somit als „nicht angreifend“ zu beurteilen (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Expositionsklassen für Betonaggressivität von Wässern nach DIN 4030

Parameter	Messwert	XA1 (schwach angreifend)	XA2 (mäßig angreifend)	XA3 (sehr stark angreifend)
pH-Wert	7,6	6,5 – 5,5	< 5,5 – 4,0	< 4,5 – 4,0
Kohlendioxid	<5,0	15 – 40	> 40 – 100	> 100
Ammonium	<0,20	15 – 30	> 30 – 60	> 60 – 100
Magnesium	13	300 – 1000	> 1000 – 3000	> 3000
Sulfat	36	200 - 600	> 600 – 3000	> 3000 - 6000

3.2.2 Stahlaggressivität

Die Grundwasserproben GW10, GW 7 und GW 11 1/2 wurden auf stahlangreifende Inhaltsstoffe geprüft. In der Tabelle 4 werden die Abschätzungen zur Korrosionswahrscheinlichkeiten und zur mittleren Korrosionsgeschwindigkeit für unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe aufgeführt.

Tabelle 4: Abschätzung von der Korrosionswahrscheinlichkeit und der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit für unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe gemäß DIN 50 929, Teil 3

Exposition	Korrosionswahrscheinlichkeit		Mittlere Korrosionsgeschwindigkeit	
	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Abtragungsrate w (100 a) [mm/a]	Max. Eindringtiefe $w_{L,max}$ (30 a) [mm/a]
Wasserprobe GW 10				
Unterwasserbereich	Sehr gering	Sehr gering	0,01	0,05
Wasser-/Luft-Grenze	Sehr gering	Sehr gering	0,01	0,05
Wasserprobe GW 7				
Unterwasserbereich	Sehr gering	Sehr gering	0,01	0,05
Wasser-/Luft-Grenze	Sehr gering	Sehr gering	0,01	0,05
Wasserprobe GW 11 1/2				
Unterwasserbereich	Sehr gering	Sehr gering	0,01	0,05
Wasser-/Luft-Grenze	Sehr gering	Sehr gering	0,01	0,05

Eine Beurteilung der Güte der Deckschichten für den Werkstoff feuerverzinkter Stahl ist in der Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Gütebeurteilung der Ausbildung einer Deckschicht für feuerverzinkte Stähle gemäß DIN 50 929, Teil 3

Exposition	Güte der Deckschicht
Wasserprobe GW 10	
Unterwasserbereich	Sehr gut
Wasser-/Luft-Grenze	Sehr gut
Wasserprobe GW 7	
Unterwasserbereich	Sehr gut
Wasser-/Luft-Grenze	Sehr gut

Exposition	Güte der Deckschicht
Wasserprobe GW 11 1/2	
Unterwasserbereich	Sehr gut
Wasser-/Luft-Grenze	Sehr gut

INGENIEURGESELLSCHAFT **PTM** DORTMUND MBH

…… ……..

Dipl. Lök. Natascha Kosfeld Isabel Stewen, M. Sc.