



## Institut für Umweltanalytik

Wasser · Boden · Luft · Feuer

Institut für Umweltanalytik · Oberndorfer Straße 1 · 91096 Möhrendorf

Markt Heroldsberg

Hauptstraße 104

**90562 Heroldsberg**

Dipl.-Ing. Chem. (FH) Sabine Funke

Oberndorfer Straße 1

91096 Möhrendorf

Telefon 0 91 31/ 41 0 71

Kontakt@FunkeLabor.de

03. Mai 2018

Prüfbericht 4605.18tec

technische Wasseruntersuchung

## Korrosionstechnische Wasseruntersuchung

### Anlass und Auftrag

Chemisch-technische Wasseruntersuchung zur Feststellung der Wasserzusammensetzung und des Verhaltens gegen Installationsmaterialien

### Probenkennzeichnung

Probenart	: Trinkwasser
Bezeichnung	: Ortsnetz Heroldsberg
Laboreingang	: 18.04.2018
Objektkennzahl	: 1230 6432 00045
Wasserversorgungsunternehmen	: Markt Heroldsberg

### Probenahme

Probenahmeort	: Heroldsberg
Entnahmestelle	: Bauhof Holzschuherstr. 30 - WC Zapfhahn Ausgussbecken
Probenehmer	: Baucis Funke (IfU)
Probenahmedatum	: 18.04.2018
Probenahmezeit	: 8:40
Probenahmetechnik	: a

**Analysenergebnisse**

Parameter	Symbol	Einheit	Messwert	TVO-Grenz- wert	Sollwerte nach EN 12502 Kupfer- werkstoffe	Eisen verzinkt	Edel- stahl	Guss- eisen
<b>Summenparameter</b>								
Färbung			farblos					
Trübung			klar					
Geruch			ohne Besonderheit	annehmb.				
Geschmack			frisch	unauffällig				
Wassertemperatur		°C	12,0			< 30		
Leitfähigkeit (bei 25°C)		µS/cm	363	2790				
pH-Wert			7,46	6,5 bis 9,5	>7,5 <sup>a)</sup>	> 7		>7 <sup>d)</sup>
Sauerstoff	O <sub>2</sub>	mg/l	7,8			> 6		> 3,2
Redoxspannung		mV	464					
Basenkapazität	KB <sub>8,2</sub>	mmol/l	0,18			< 0,5		
Säurekapazität	KS <sub>4,3</sub>	mmol/l	3,72		≥ 1	≥ 2		>2
TOC	C	mg/l	< 1,0	unauffällig				
spektr. Absorptionskoeff. 254nm		l/m	0,99					
spektr. Absorptionskoeff. 436nm		l/m	< 0,1	0,5				
Härte		mmol/l	1,79					
Härtebereich			mittelhart (10,0 °dH)					
<b>Anionen</b>								
Kieselsäure	SiO <sub>2</sub>	mg/l	11,3					
Chlorid	Cl <sup>-</sup>	mg/l	8,4	250			< 213 <sup>e)</sup>	
Nitrat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	< 0,7	50				
Sulfat	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	6,8	250				
Phosphor	P	mg/l	< 0,05					
<b>Kationen</b>								
Ammonium	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	< 0,02	0,50				
Calcium	Ca	mg/l	47					> 40
Magnesium	Mg	mg/l	14,9					
Kalium	K	mg/l	6,3					
Natrium	Na	mg/l	5,9	200				
Eisen	Fe	mg/l	0,019	0,200				
Mangan	Mn	mg/l	< 0,0008	0,050				
Aluminium	Al	mg/l	< 0,01	0,200				
Arsen	As	mg/l	0,0020	0,010				
Blei	Pb	mg/l	0,0003	0,010				
Chrom	Cr	mg/l	< 0,0002	0,050				
Kupfer	Cu	mg/l	< 0,004	2,0		< 0,063		
Nickel	Ni	mg/l	0,0005	0,020				
Zink	Zn	mg/l	0,0528					
Uran	U	mg/l	0,0021	0,010				
<b>Berechnete Parameter</b>								
Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>	mmol/l	0,326					
Hydrogencarbonat	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mmol/l	3,66		> 1			
Carbonat	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mmol/l	0,0046					
pH-Wert nach Calcitsättigung			7,58					
Calcitsättigungsindex			- 0,129					
Calcitlösekapazität	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	5,9	5/10				
Anionenquotient	S1		0,10			<0,5		< 1
Kationenquotient	S0		0,12					
Grieselquotient	S2		33,5			<1, >3 <sup>c)</sup>		
Kupferquotient	S3		52,5		> 1,5 <sup>b)</sup>			

a) oder pH > 7 und KS<sub>4,3</sub> > 1,5c) oder NO<sub>3</sub> < 19 mg/le) im Warmwasser < 53 mg/l Cl<sup>-</sup>b) im Warmwasser: pH > 7, HCO<sub>3</sub> > 1,5 mmol/l und S3 > 1,5

d) optimal &gt; 8,5

**Beurteilung der allgemeinen Wasserbeschaffenheit****1) Wassertyp**

Beim dem Trinkwasser handelt es sich um Mischwasser aus den Brunnen 2 bis 4, welche zusammen in einer Aufbereitungsanlage (aktuell über die Neuanlage: geschlossene Belüftung, Entarsenierung, -eisenung und -manganung) behandelt werden.

**2) Hauptmineralien**

Die Hauptmineralien des Wassers sind Calcium und Magnesium mit Hydrogencarbonat als zugehörigem Anion.

**3) Härte, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht**

Die Härte des Wassers beträgt 1,79 mmol/l. Nach dem Waschmittelgesetz wird es in den Härtebereich mittelhart eingestuft. Das Wasser steht nicht im Kalkkohlenäuregleichgewicht, es ist leicht kalkaggressiv.


**4) Oxidationsverhältnisse**

Das Wasser weist einen aus technischer Sicht ausreichenden Sauerstoffgehalt auf. Eisen ist in Spuren, Mangan ist nicht nachweisbar.

**5) Trinkwassergrenzwerte**

Die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung eingehalten.

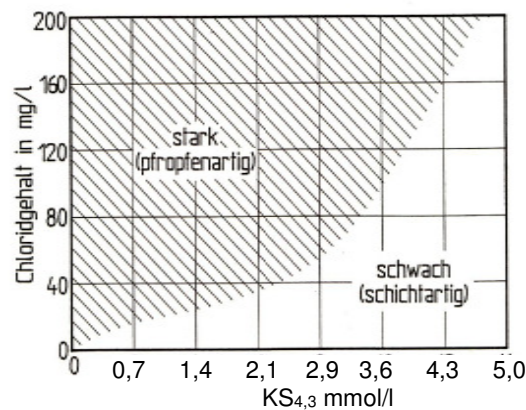
**Beurteilung der Korrosivität gegenüber Installationsmaterialien****1) Metalle allgemein**

Ergebnis	Begründung
<i>Säurekorrosion</i>  unwahrscheinlich	pH $\geq 7$

2) **Kupferwerkstoffe wie Kupfer, Messing, Bronze, Rotguss (EN 12502-2 und DIN 50930-6:2001-08)**

Ergebnis	Begründung
<i>Gleichmäßige Flächenkorrosion</i>	
■ wahrscheinlich	pH < 7,5
<i>Lochkorrosion Typ1 (Kaltwasser)</i>	
■ unwahrscheinlich	wenig $\text{SO}_4^{2-}$ , wenig $\text{NO}_3^-$ bei hoher $\text{KS}_{4,3}$
<i>Lochkorrosion Typ2 (Warmwasser &gt; 60 °C)</i>	
■ unwahrscheinlich	pH > 7,0 $\text{KS}_{4,3} > 1,5 \text{ mmol/l}$ $\text{S3} > 1,5$
<i>selektive Korrosion (Entzinkung von Messing) siehe Turner Diagramm</i>	
■ unwahrscheinlich	niederes Chlorid/Hydrogencarbonat-Verhältnis
<i>Bimetall-Korrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	$(\text{Chlorid} + \text{Sulfat}) / \text{KS}_{4,3} < 1$
<i>Spannungsrissskorrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	kein Ammonium, kein Nitrat (keine Nitritbildung)
<i>Beeinflussung der Trinkwasserqualität durch Korrosion von Kupfer</i>	
■ nicht zu erwarten	pH ≥ 7,4

Turner Diagramm:



### 3) Schmelztauchverzinkte Eisenwerkstoffe (EN 12502-3 und DIN 50930-6:2001-08)

Ergebnis	Begründung
<i>Deckschichtbildung , geringe gleichmäßige Flächenkorrosion</i>	
■ Deckschichtbildung begünstigt	KB <sub>8,2</sub> < 0,7 mmol/l KS <sub>4,3</sub> > 1 mmol/l keine ungleichmäßige Flächenkorrosion SiO <sub>2</sub> als Inhibitor vorhanden
<i>starke gleichmäßige Flächenkorrosion (Zerstörung des Zinküberzugs)</i>	
■ unwahrscheinlich	Calciumsättigungsindex > -0,3 KS <sub>4,3</sub> > 1 mmol/l
<i>Mulden- und Lochkorrosion</i>	
■ sehr unwahrscheinlich	Anionenquotient < 0,5 KS <sub>4,3</sub> > 2 mmol/l und Ca > 20 mg/l
<i>selektive Zinkkorrosion (Auftreten von Zinkgeriesel)</i>	
■ unwahrscheinlich	S <sub>2</sub> > 3 Nitrat < 19 mg/l
<i>elektrochemische Korrosion bei Mischinstallation</i>	
■ keine Anhaltspunkte	geringe LF, hohe KS <sub>4,3</sub>
<i>Beeinflussung der Trinkwasserqualität durch Korrosion von schmelztauchverzinktem Eisen</i>	
■ nicht zu erwarten	KB <sub>8,2</sub> ≤ 0,5 mmol/l und KS <sub>4,3</sub> ≥ 1,0 mmol/l

### 4) Nichtrostende Stähle, Mo-frei (EN 12502-4)

Ergebnis	Begründung
<i>Lochkorrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	Cl < 213 mg/l (Kaltwasser); Cl < 53 mg/l (Warmwasser)
<i>Spaltkorrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	Cl << 213 mg/l Kaltwasser); < 53 mg/l (Warmwasser)
<i>Spannungskorrosion, Messerschnitt-Korrosion von Hartlötverbindungen</i>	
■ unwahrscheinlich	geringe Chlorid-Konzentration (< 200 mg/l)

### 5) Gusseisen, unlegierte und niedrig legierte Stähle (EN 12502-5)

Ergebnis	Begründung
<i>Gleichmäßige Flächenkorrosion und Schutzschichtbildung</i>	
■ Schutzschichtbildung begünstigt	O <sub>2</sub> > 3,2 mg/l und pH > 7 und KS <sub>4,3</sub> > 2 mmol/l und Ca > 40 mg/L
<i>Lochkorrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	KS <sub>4,3</sub> hoch, S <sub>1</sub> < 1
<i>selektive Korrosion</i>	
■ nicht begünstigt	neutral, geringe Säuremenge
<i>Bimetall-Korrosion</i>	
■ keine Anhaltspunkte	geringe Leitfähigkeit viel Calciumhydrogencarbonat

6) *Asbestzement*

Ergebnis	Begründung
<i>Ablösung von Fasern</i> <input checked="" type="checkbox"/> unwahrscheinlich	pH $\geq 7$

7) *Aluminium*

Ergebnis	Begründung
<i>Säurekorrosion</i> <input checked="" type="checkbox"/> nicht begünstigt	pH zwischen 4,5 und 8,5

**Dr. Raimund Funke**

**Analysenmethoden und Bemerkungen**

Parameter	Analysenmethode	Bemerkungen zu den Parametern
Färbung	qualitativ	
Trübung	qualitativ	
Geruch	qualitativ	
Geschmack	EN 1622	
Wassertemperatur	bei der Probenahme	bei >30°C tritt eine Potentialumkehr bei Fe/Zn ein
Leitfähigkeit (bei 25°C)	DIN EN 27 888-C8	hohe Salzgehalte beeinträchtigen den Geschmack und fördern die elektrochemische Korrosion
pH-Wert	DIN 38 404-C5	pH unter 7: Säurekorrosion, Leitungsmetalle werden gelöst
Sauerstoff	EN 25 814-G22	hoher O <sub>2</sub> -Gehalt begünstigt die Ausbildung einer Kalk-Zink-Rostschuttschicht
Redoxspannung	DIN 38 404-C6	Redoxverhältnisse oxidierend (erhöhte Löslichkeit von Fe, Mn) oder reduzierend
Basenkapazität	DIN 38 409-H7	gelöstes Kohlendioxid, Maß für den Säuregehalt
Säurekapazität	DIN 38 409-H7	Hydrogencarbonat, Maß für die Alkalität und Puffervermögen
TOC	EN 1484-H3	TOC hat inhibitorische Wirkung bei Lochfraß-I (Cu), im TW unerwünscht, Nahrungsgrundlage für Bakterien
spektr. Absorptionskoeff. 254nm	DIN 38404-C3	Maß für organische Inhaltsstoffe, < 8/m bei UV-Desinfektion
spektr. Absorptionskoeff. 436nm	DIN EN ISO 7887-C1	Färbung
Härte	ICP (Ca+Mg)	Voraussetzung für Kalkablagerungen und Schuttschichtbildung
Härtebereich	Waschmittelgesetz	Waschmitteldosierung: <1,3 weich; <2,5 mittelhart, 3,8 hart, >3,8 sehr hart
Kieselensäure	DIN 38405-D21	natürlicher Korrosionsinhibitor
Chlorid	EN ISO 10304-1-D20	fördert häufig Lochkorrosion (insbesondere bei Edelstahl)
Nitrat	EN ISO 10304-1-D20	siehe Korrosionsbeurteilung
Sulfat	EN ISO 10304-1-D20	"
Phosphor	DIN EN ISO 17294	Korrosionsinhibitor, Nährstoff für Algenbildung
Ammonium	DIN 38 406-E5	Cu-Amminokomplex, Redoxverhältnisse, SpRK bei Cu (EN 12502-2-4.7.3)
Calcium	DIN EN ISO 17294	Härte
Magnesium	DIN EN ISO 17294	Härte
Kalium	DIN EN ISO 17294	
Natrium	DIN EN ISO 17294	
Eisen	DIN EN ISO 17294	Korrosionsprodukt oder gelöst in reduziertem Wasser
Mangan	DIN EN ISO 17294	meist geogen in reduzierten Wässern
Aluminium	DIN EN ISO 17294	Korrosionsprodukt, Fällungsmittel
Arsen	DIN EN ISO 17294	toxisch, carcinogen, meist geogenen Ursprungs oder aus Verzinkung
Blei	DIN EN ISO 17294	toxisch, meist aus Verzinkung
Cadmium	DIN EN ISO 17294	toxisch, meist aus Installationsmaterial (Verzinkung, Lote)
Chrom	DIN EN ISO 17294	toxisch, meist aus Installationsmaterial
Kupfer	DIN EN ISO 17294	toxisch, meist aus Leitungswerkstoffen
Nickel	DIN EN ISO 17294	toxisch, meist aus Installationsmaterial
Zink	DIN EN ISO 17294	meist aus Leitungswerkstoffen
<b>Berechnete Parameter</b>		
Kohlendioxid		≈ KB <sub>8,2</sub> Kohlensäure, meist unerwünscht
Hydrogencarbonat		≈ KS <sub>4,3</sub> günstig für Deckschichtbildung
Carbonat		
pH-Wert		kann berechnet werden aus LF, Ca, KS <sub>4,3</sub> und KB <sub>8,2</sub>
pH-Wert nach Calcitsättigung	DIN 38 404-C10-3	Kalkkohlenensäuregleichgewicht, sollte etwa gleich dem pH-Wert sein
Calcitsättigungsindex		pH - pH-Gleichgewicht
Calcitlösekapazität	DIN 38 404-C10-3	<5; bei Mischung mehrerer Wässer <10 mg/l CaCO <sub>3</sub> (TVO Anl.3)
Anionenquotient		S1 = (Cl + NO <sub>3</sub> + SO <sub>4</sub> ) / KS <sub>4,3</sub>
Kationenquotient		(Na + K) / (2*Ca + 2*Mg)
Gerieselquotient		S2 = (Cl + 2*SO <sub>4</sub> ) / NO <sub>3</sub>
Kupferquotient		S3 = KS <sub>4,3</sub> / SO <sub>4</sub>