



Institut für Umweltanalytik · Oberndorfer Str.1 · 91096 Möhrendorf

Gemeinde Kalchreuth
Trinkwasserversorgung

Rathausstraße 1
90562 Kalchreuth

Baucis Funke
Oberndorfer Straße 1
91096 Möhrendorf
09131 41071
kontakt@funkelabor.de

03. April 2019
3356.19techn
technische Wasseruntersuchung

Korrosionstechnische Wasseruntersuchung

Anlass und Auftrag

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

Probenkennzeichnung

Probenart : Trinkwasser
Bezeichnung : Trinkwasser Kalchreuth
Laboreingang : 18.03.2019
Objektkennzahl : 1230 0572 00337
Wasserversorgungsunternehmen : Gemeinde Kalchreuth

Probenahme

Probenahmeort : Kalchreuth, Rathaus, Rathausstr. 1
Entnahmestelle : EG, Teeküche
Probenehmer : Baucis Funke, IfU
Probenahmedatum : 18.03.2019
Probenahmezeit : 12:27
Probenahmetechnik : a

Analysenergebnisse

Parameter	Symbol	Einheit	Messwert	TVO-Grenz- wert	Sollwerte nach EN 12502			
					Kupfer- werkstoffe	Eisen verzinkt	Edel- stahl	Guss- eisen
Summenparameter								
Färbung			farblos					
Trübung			klar					
Geruch			geruchlos	annehmb.				
Geschmack			frisch	unauffällig				
Wassertemperatur		°C	9,2			< 30		
Leitfähigkeit (bei 25°C)		µS/cm	478	2790				
pH-Wert			7,87	6,5 bis 9,5	>7,5 ^{a)}	> 7		>7 ^{d)}
Sauerstoff	O ₂	mg/l	8,54			> 6		> 3,2
Redoxspannung		mV	458					
Basenkapazität	KB _{8,2}	mmol/l	0,076			< 0,5		
Säurekapazität	KS _{4,3}	mmol/l	3,98		≥ 1	≥ 2		>2
TOC	C	mg/l	< 1,0	unauffällig				
spektr. Absorptionskoeff. 254nm		l/m	0,4					
spektr. Absorptionskoeff. 436nm		l/m	< 0,1	0,5				
Härte		mmol/l	1,90					
Härtebereich			mittelhart (10,6 °dH)					
Anionen								
Kieselsäure	SiO ₂	mg/l	12,8					
Chlorid	Cl ⁻	mg/l	25,1	250			< 213 ^{e)}	
Nitrat	NO ₃ ⁻	mg/l	< 0,7	50				
Nitrit	NO ₂ ⁻	mg/l	< 0,01	0,5				
Sulfat	SO ₄ ²⁻	mg/l	25,7	250				
Phosphor	P	mg/l	< 0,05					
Kationen								
Ammonium	NH ₄ ⁺	mg/l	< 0,02	0,50				
Calcium	Ca	mg/l	48					> 40
Magnesium	Mg	mg/l	17,0					
Kalium	K	mg/l	15,0					
Natrium	Na	mg/l	18,6	200				
Eisen	Fe	mg/l	0,016	0,200				
Mangan	Mn	mg/l	< 0,0008	0,050				
Aluminium	Al	mg/l	< 0,010	0,200				
Arsen	As	mg/l	0,0009	0,010				
Blei	Pb	mg/l	< 0,0005	0,010				
Chrom	Cr	mg/l	< 0,0002	0,050				
Kupfer	Cu	mg/l	0,018	2,0		< 0,063		
Nickel	Ni	mg/l	0,0008	0,020				
Zink	Zn	mg/l	0,018					
Uran	U	mg/l	0,0031	0,010				
Berechnete Parameter								
Kohlendioxid	CO ₂	mmol/l	0,14					
Hydrogencarbonat	HCO ₃ ⁻	mmol/l	3,90		> 1			
Carbonat	CO ₃ ⁻⁻	mmol/l	0,012					
pH-Wert nach Calcitsättigung			7,61					
Calcitsättigungsindex			0,26					
Calcitlösekapazität	CaCO ₃	mg/l	- 8,4	5/10				
Anionenquotient	S1		0,32			<0,5		< 1
Kationenquotient	S0		0,31					
Grieselquotient	S2		> 110			<1, >3 ^{e)}		
Kupferquotient	S3		14,9		> 1,5 ^{b)}			

a) oder pH>7 und KS_{4,3} >1,5

c) oder NO₃ < 19 mg/l

e) im Warmwasser < 53 mg/l Cl⁻

b) im Warmwasser: pH > 7, HCO₃ > 1,5mmol/l und S3>1,5

d) optimal > 8,5

Beurteilung der allgemeinen Wasserbeschaffenheit

1) Wassertyp

Bei dem Trinkwasser handelt es sich um Mischwasser aus den Brunnen 1 und 2, welche zusammen in einer Aufbereitungsanlage (geschlossene Belüftung, Entarsenierung, Enteisung, Entmanganung) behandelt werden.

2) Hauptmineralien

Die Hauptmineralien des Wassers sind Calcium, Magnesium und Natrium mit Chlorid und Hydrogencarbonat als zugehörige Anionen.

3) Härte, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht

Die Härte des Wassers beträgt 1,90 mmol/l. Nach dem Waschmittelgesetz wird es in den Härtebereich mittelhart eingestuft. Das Wasser steht nicht im Kalkkohlenäuregleichgewicht, es ist kalkabscheidend.

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 sind eingehalten.

Beurteilung der Korrosivität gegenüber Installationsmaterialien

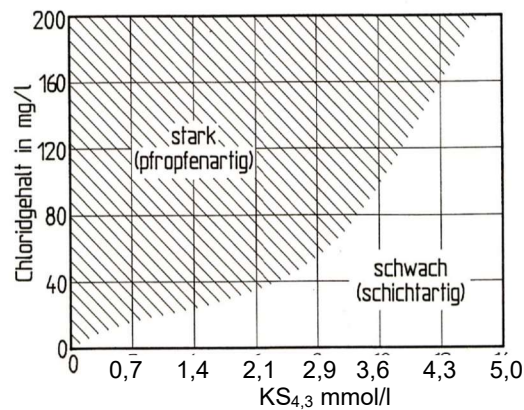
1) Metalle allgemein

Ergebnis	Begründung
Säurekorrosion ■ unwahrscheinlich	pH ≥ 7

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

Ergebnis	Begründung
<i>Gleichmäßige Flächenkorrosion</i>	
■ vernachlässigbar	pH > 7,5
<i>Lochkorrosion Typ1 (Kaltwasser)</i>	
■ unwahrscheinlich	KS _{4,3} hoch und Chlorid höher als SO ₄ ²⁻ , kein NO ₃ ⁻
<i>Lochkorrosion Typ2 (Warmwasser > 60 °C)</i>	
■ unwahrscheinlich	pH > 7,0 KS _{4,3} > 1,5 mmol/l S3 > 1,5
<i>selektive Korrosion (Entzinkung von Messing) siehe Turner Diagramm</i>	
■ unwahrscheinlich	niederes Chlorid/Hydrogencarbonat-Verhältnis
<i>Bimetall-Korrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	(Chlorid + Sulfat) / KS _{4,3} < 1
<i>Spannungsrissskorrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	kein Ammonium oder Nitrit, 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 _{8,2} < 0,7 mmol/l KS _{4,3} > 1 mmol/l keine ungleichmäßige Flächenkorrosion SiO ₂ als Inhibitor vorhanden
<i>starke gleichmäßige Flächenkorrosion (Zerstörung des Zinküberzugs)</i>	
■ unwahrscheinlich	Calcitsättigungsindex > -0,3 KS _{4,3} > 1 mmol/l
<i>Mulden- und Lochkorrosion</i>	
■ sehr unwahrscheinlich	Anionenquotient < 0,5 KS _{4,3} > 2 mmol/l und Ca > 20 mg/l
<i>selektive Zinkkorrosion (Auftreten von Zinkgeriesel)</i>	
■ unwahrscheinlich	S ₂ > 3 Nitrat < 19 mg/l
<i>elektrochemische Korrosion bei Mischinstallation</i>	
■ keine Anhaltspunkte	mäßige LF, hohe KS _{4,3}
<i>Beeinflussung der Trinkwasserqualität durch Korrosion von schmelztauchverzinktem Eisen</i>	
■ nicht zu erwarten	KB _{8,2} ≤ 0,5 mmol/l und KS _{4,3} ≥ 1,0 mmol/l

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

Ergebnis	Begründung
<i>Lochkorrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	Cl < 213mg/l (Kaltwasser); Cl < 53 mg/l (Warmwasser)
<i>Spaltkorrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	Cl << 213mg/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 ₂ > 3,2 mg/l und pH > 7 und KS _{4,3} > 2 mmol/l und Ca > 40 mg/L
<i>Lochkorrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	KS _{4,3} hoch, S ₁ < 1
<i>selektive Korrosion</i>	
■ nicht begünstigt	neutral, geringe Säuremenge
<i>Bimetall-Korrosion</i>	
■ keine Anhaltspunkte	mäßige Leitfähigkeit viel Calciumhydrogencarbonat

6) **Asbestzement**

Ergebnis	Begründung
<i>Ablösung von Fasern</i> ■ unwahrscheinlich	pH ≥ 7 nicht kalkaggressiv

7) **Aluminium**

Ergebnis	Begründung
<i>Säurekorrosion</i> ■ nicht begünstigt	pH zwischen 4,5 und 8,5
<i>Korrosion allgemein</i> ■ nicht begünstigt	kein hoher Chlorid-Gehalt, kein Kupfer

Fabian Brod
(Dipl.-Phys. Univ.)

Analysenmethoden und Bemerkungen

Parameter	Analysemmethode	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 ₂ -Gehalt begünstigt die Ausbildung eine 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 Schutzschichtbildung
Härtebereich	Waschmittelgesetz	Waschmitteldosierung: <1,3 weich; <2,5 mittelhart, 3,8 hart, >3,8 sehr hart
Kieselsäure	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-Amminkomplex, 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
Berechnete Parameter		
Kohlendioxid		≈ KB _{8,2} Kohlensäure, meist unerwünscht
Hydrogencarbonat		≈ KS _{4,3} günstig für Deckschichtbildung
Carbonat		
pH-Wert		kann berechnet werden aus LF, Ca, KS _{4,3} und KB _{8,2}
pH-Wert nach Calcitsättigung	DIN 38 404-C10-3	Kalkkohlendioxidgleichgewicht, 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 ₃ (TVO Anl.3)
Anionenquotient		S1 = (Cl + NO ₃ + SO ₄) / KS _{4,3}
Kationenquotient		(Na + K) / (2*Ca + 2*Mg)
Gerieselquotient		S2 = (Cl + 2*SO ₄) / NO ₃
Kupferquotient		S3 = KS _{4,3} / SO ₄