



Institut für Umweltanalytik · Oberndorfer Str.1 · 91096 Möhrendorf

Markt Neunkirchen am Brand

Herrn Fauth
Klosterhof 2-4

91077 Neunkirchen am Brand

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

07. November 2018
10266.18
Reinwasser vor UV

Korrosionstechnische Wasseruntersuchung

Anlass und Auftrag

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

Probenkennzeichnung

Probenart : Trinkwasser (Mischwasser der Brunnen 1 – 5)
Bezeichnung : Reinwasser Neunkirchen (vor UV)
Laboreingang : 10.10.2018
Objektkennzahl : 1230 0474 00035
Wasserversorgungsunternehmen : Markt Neunkirchen am Brand

Probenahme

Probenahmeort : Wasseraufbereitungsanlage Neunkirchen
Entnahmestelle : Reinwasserhahn vor UV
Probennehmer : G. Först (IfU)
Probenahmedatum : 10.10.2018
Probenahmezeit : 9:45
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			ohne Besonderheit	unauffällig					
Wassertemperatur		°C	14,5			< 30			
Leitfähigkeit (bei 25°C)		µS/cm	673	2790					
pH-Wert			7,68	6,5 bis 9,5	>7,5 ^{a)}	> 7			>7 ^{d)}
Sauerstoff	O ₂	mg/l	7,2			> 6			> 3,2
Redoxspannung		mV	495						
Basenkapazität	KB _{8,2}	mmol/l	0,18			< 0,5			
Säurekapazität	KS _{4,3}	mmol/l	4,37		≥ 1	≥ 2			>2
TOC	C	mg/l	< 1,0	unauffällig					
spektr. Absorptionskoeff. 254nm		l/m	0,35						
spektr. Absorptionskoeff. 436nm		l/m	< 0,1	0,5					
Härte		mmol/l	2,09						
Härtebereich			mittel						
Anionen									
Kieselsäure	SiO ₂	mg/l	12,1						
Chlorid	Cl ⁻	mg/l	64,8	250			< 213 ^{e)}		
Nitrat	NO ₃ ⁻	mg/l	2,0	50					
Nitrit	NO ₂ ⁻	mg/l	< 0,2	0,5					
Sulfat	SO ₄ ²⁻	mg/l	31,0	250					
Phosphor	P	mg/l	< 0,05						
Kationen									
Ammonium	NH ₄ ⁺	mg/l	< 0,02	0,50					
Calcium	Ca	mg/l	49,9						> 40
Magnesium	Mg	mg/l	20,6						
Kalium	K	mg/l	13,0						
Natrium	Na	mg/l	49,6	200					
Eisen	Fe	mg/l	0,032	0,200					
Mangan	Mn	mg/l	< 0,0008	0,050					
Aluminium	Al	mg/l	< 0,01	0,200					
Arsen	As	mg/l	0,0013	0,010					
Blei	Pb	mg/l	0,0002	0,010					
Chrom	Cr	mg/l	< 0,0002	0,050					
Kupfer	Cu	mg/l	< 0,004	2,0		< 0,063			
Nickel	Ni	mg/l	0,0013	0,020					
Zink	Zn	mg/l	0,0145						
Uran	U	mg/l	0,0054	0,010					
Berechnete Parameter									
Kohlendioxid	CO ₂	mmol/l	0,22						
Hydrogencarbonat	HCO ₃ ⁻	mmol/l	4,29		> 1				
Carbonat	CO ₃ ⁻⁻	mmol/l	0,001						
pH-Wert nach Calcitsättigung			7,50						
Calcitsättigungsindex			0,19						
Calcitlösekapazität	CaCO ₃	mg/l	- 7,96	5/10					
Anionenquotient	S1		0,57			<0,5			< 1
Kationenquotient	S0		0,59						
Gerieselquotient	S2		76,7			<1, >3 ^{e)}			
Kupferquotient	S3		13,5		> 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 1-5, welche zusammen in einer Aufbereitungsanlage (geschlossene Belüftung, Enteisenung, Entarsenierung, Entmanganung) behandelt werden.

2) *Hauptmineralien*

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

3) *Härte, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht*

Die Härte des Wassers beträgt 2,09 mmol/l. Nach dem Waschmittelgesetz wird es in den Härtebereich mittelhart (11,7 °dH) eingestuft. Das Wasser steht nicht im Kalkkohlenäuregleichgewicht, es ist leicht 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 bei den hier betrachteten Parametern eingehalten.

Beurteilung der Korrosivität gegenüber Installationsmaterialien

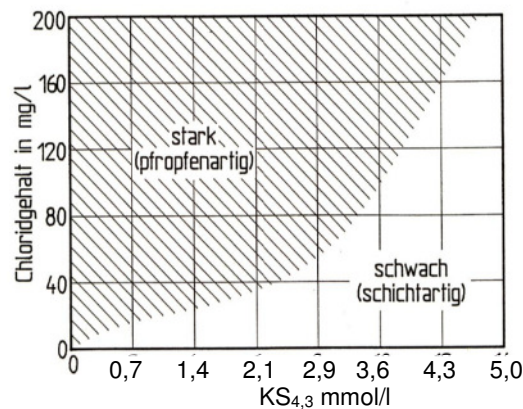
1) **Metalle allgemein**

Ergebnis	Begründung
<p><i>Säurekorrosion</i></p> <p>■ unwahrscheinlich</p>	pH ≥ 7

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

Ergebnis	Begründung
<p><i>Gleichmäßige Flächenkorrosion</i></p> <p>■ vernachlässigbar</p>	pH > 7,5
<p><i>Lochkorrosion Typ1 (Kaltwasser)</i></p> <p>■ unwahrscheinlich</p>	viel Chlorid und hohe $KS_{4,3}$ bei verhältnismäßig wenig SO_4^{2-} und NO_3^-
<p><i>Lochkorrosion Typ2 (Warmwasser > 60 °C)</i></p> <p>■ unwahrscheinlich</p>	pH > 7,0 $KS_{4,3} > 1,5$ mmol/l $S_3 > 1,5$
<p><i>selektive Korrosion (Entzinkung von Messing) siehe Turner Diagramm</i></p> <p>■ unwahrscheinlich</p>	niederes Chlorid/Hydrogencarbonat-Verhältnis
<p><i>Bimetall-Korrosion</i></p> <p>■ unwahrscheinlich</p>	$(\text{Chlorid} + \text{Sulfat}) / KS_{4,3} < 1$
<p><i>Spannungsrissskorrosion</i></p> <p>■ unwahrscheinlich</p>	kein Ammonium oder Nitrit, wenig Nitrat (keine Nitritbildung)
<p><i>Beeinflussung der Trinkwasserqualität durch Korrosion von Kupfer</i></p> <p>■ nicht zu erwarten</p>	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 Kieselsäure 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>	
■ möglich	Anionenquotient
<i>selektive Zinkkorrosion (Auftreten von Zinkgeriesel)</i>	
■ unwahrscheinlich	S ₂ > 3 Nitrat < 19 mg/l
<i>elektrochemische Korrosion bei Mischinstallation</i>	
■ keine Anhaltspunkte	hohe KS _{4,3}
<i>Beeinflussung der Trinkwasserqualität durch Korrosion von schmelztauchverzinktem Eisen</i>	
■ nicht zu erwarten	KB _{8,2} ≤ 0,5mmol/l und KS _{4,3} ≥ 1,0mmol/l

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

Ergebnis	Begründung
<i>Lochkorrosion</i>	
■ wahrscheinlich (Warmwasser)	Cl > 53 mg/l
■ unwahrscheinlich (Kaltwasser)	Cl < 213mg/l
<i>Spaltkorrosion</i>	
■ wahrscheinlich (Warmwasser)	Cl > 53 mg/l
■ unwahrscheinlich (Kaltwasser)	Cl << 213mg/l
<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	viel Calciumhydrogencarbonat

6) **Asbestzement**

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

7) **Aluminium**

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

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