



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

14. November 2019
10615techn.19
WAA Ausgang

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 und 7)
Bezeichnung : Reinwasser Neunkirchen
Laboreingang : 16.10.2019
Objektkennzahl : 1230 0474 00035
Wasserversorgungsunternehmen : Markt Neunkirchen am Brand

Probenahme

Probenahmeort : Wasseraufbereitungsanlage Neunkirchen
Entnahmestelle : PN-Hahn nach UV
Probennehmer : G. Först, IfU
Probenahmedatum : 16.10.19
Probenahmezeit : 10:20
Probenahmetechnik : a

Analysenergebnisse

Parameter	Symbol	Einheit	Messwert	TrinkwV- Grenz- wert	Sollwerte nach DIN EN 12502 und 50930 Kupfer- werkstoffe	Eisen verzinkt	Edel- stahl	Guss- eisen
Summenparameter								
Färbung			farblos					
Trübung			klar					
Geruch			geruchlos	annehmb.				
Geschmack			frisch	unauffällig				
Wassertemperatur		°C	14,4			< 35		
Leitfähigkeit (bei 25°C)		µS/cm	706	2790				
pH-Wert			7,68	6,5 bis 9,5	>7,5 ^{a)}	> 7		>7,0 ^{d)}
Sauerstoff	O ₂	mg/l	9,1					> 3,2
Redoxspannung		mV	459					
Basenkapazität	KB _{8,2}	mmol/l	0,18			< 0,20		
Säurekapazität	KS _{4,3}	mmol/l	4,51		≥ 1	≥ 2		>2
TOC	C	mg/l	< 1,0	unauffällig				
spektr. Absorptionskoeff. 254nm		l/m	0,41					
spektr. Absorptionskoeff. 436nm		l/m	< 0,1	0,5				
Härte		mmol/l	2,22					
Härtebereich			mittelhart (12,4 °dH)					
Anionen								
Kieselsäure	SiO ₂	mg/l	12,0					
Chlorid	Cl ⁻	mg/l	77,3	250			< 213 ^{e)}	
Nitrat	NO ₃ ⁻	mg/l	2,4	50				
Nitrit	NO ₂ ⁻	mg/l	< 0,01	0,5				
Sulfat	SO ₄ ²⁻	mg/l	35,6	250				
Phosphor	P	mg/l	< 0,05					
Kationen								
Ammonium	NH ₄ ⁺	mg/l	< 0,02	0,50				
Calcium	Ca	mg/l	53,2			≥ 20		> 40
Magnesium	Mg	mg/l	21,8					
Kalium	K	mg/l	13,6					
Natrium	Na	mg/l	57,6	200				
Eisen	Fe	mg/l	0,029	0,200				
Mangan	Mn	mg/l	< 0,0008	0,050				
Aluminium	Al	mg/l	< 0,01	0,200				
Arsen	As	mg/l	0,0043	0,010				
Blei	Pb	mg/l	< 0,0005	0,010				
Chrom	Cr	mg/l	< 0,0002	0,050				
Kupfer	Cu	mg/l	< 0,004	2,0				
Nickel	Ni	mg/l	0,0007	0,020				
Zink	Zn	mg/l	0,0076					
Uran	U	mg/l	0,0050	0,010				
Berechnete Parameter								
Kohlendioxid	CO ₂	mmol/l	0,22					
Hydrogencarbonat	HCO ₃ ⁻	mmol/l	4,43		> 1			
Carbonat	CO ₃ ⁻⁻	mmol/l	0,010					
pH-Wert nach Calcitsättigung			7,46					
Calcitsättigungsindex			0,22					
Calcitlösekapazität	CaCO ₃	mg/l	- 9,8	5/10				
Anionenquotient	S1		0,66			< 1		
Kationenquotient	S0		0,64					
Gerieselquotient	S2		75			<1, >3 ^{e)}		
Kupferquotient	S3		12		> 1,5 ^{b)}			

a) oder pH > 7 und KS_{4,3} > 1,5 (DIN 50930-6)
d) optimal > 8,5

b) im Warmwasser: pH > 7, HCO₃⁻ > 1,5 mmol/l und S3 > 1,5
e) im Warmwasser < 53 mg/l Cl⁻

c) oder NO₃⁻ < 19 mg/l

Beurteilung der allgemeinen Wasserbeschaffenheit

1) **Wassertyp**

Bei dem Trinkwasser handelt es sich um Mischwasser aus den Brunnen 1-5 und 7, welche zusammen in einer Aufbereitungsanlage (geschlossene Belüftung, Enteisenung, Entarsenierung, Entmanganung) behandelt werden.

2) **Hauptmineralien**

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

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

Die Härte des Wassers beträgt 2,22 mmol/l. Nach dem Waschmittelgesetz wird es in den Härtebereich mittelhart (12,4 °dH) eingestuft. Das Wasser steht nicht im Kalkkohlenäuregleichgewicht, es ist kalkabscheidend.

4) **Oxidationsverhältnisse**

Das Wasser ist mit Sauerstoff gesättigt. Eisen ist in geringer Menge, Mangan ist nicht nachweisbar.

5) **Trinkwassergrenzwerte**

Die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung sind bei den hier betrachteten Parametern eingehalten.

Beurteilung der Korrosivität gegenüber Installationsmaterialien

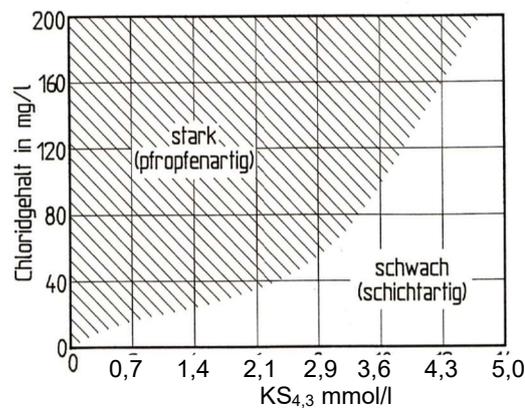
1) **Metalle allgemein**

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

2) **Kupferwerkstoffe wie Kupfer, Messing, Bronze, Rotguss**
(DIN EN 12502-2:2005-03 und DIN 50930-6:2013-10)

Ergebnis	Begründung
<i>Gleichmäßige Flächenkorrosion</i>	
■ vernachlässigbar	pH > 7,5
<i>Lochkorrosion Typ1 (Kaltwasser)</i>	
■ unwahrscheinlich	viel Chlorid und hohe $KS_{4,3}$ bei verhältnismäßig wenig SO_4^{2-} und NO_3^-
<i>Lochkorrosion Typ2 (Warmwasser > 60 °C)</i>	
■ unwahrscheinlich	pH > 7,0 $KS_{4,3} > 1,5$ mmol/l $S_3 > 1,5$
<i>selektive Korrosion (Entzinkung von Messing) siehe Turner Diagramm</i>	
■ unwahrscheinlich	niederes Chlorid/Hydrogencarbonat-Verhältnis
<i>Bimetal-Korrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	$(\text{Chlorid} + \text{Sulfat}) / KS_{4,3} < 1$
<i>Spannungsrissskorrosion</i>	
■ unwahrscheinlich	kein Ammonium, kein Nitrit, wenig Nitrat
<i>Beeinflussung der Trinkwasserqualität durch Korrosion von Kupfer</i>	
■ nicht zu erwarten	pH ≥ 7,4

Turner Diagramm:



3) **Schmelztauchverzinkte Eisenwerkstoffe (DIN EN 12502-3:2005-03 und DIN 50930-6:2013-10)**

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 Inhibitoren vorhanden (SiO ₂ , organische Stoffe)
<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 (Aufreten von Zinkgeriesel)</i>	
■ unwahrscheinlich	S ₂ > 3 Nitrat < 19 mg/l
<i>elektrochemische Korrosion bei Mischinstallation</i>	
■ keine Anhaltspunkte	viel Calciumhydrogencarbonat
<i>Beeinflussung der Trinkwasserqualität durch Korrosion von schmelztauchverzinktem Eisen</i>	
■ nicht zu erwarten	KB _{8,2} ≤ 0,20 mmol/l und S ₁ ≤ 1,0

4) **Nichtrostende Stähle, Mo-frei (DIN EN 12502-4:2005-03)**

Ergebnis	Begründung
<i>Lochkorrosion</i>	
■ wahrscheinlich für Warmwasser	Cl > 53 mg/l
■ unwahrscheinlich für Kaltwasser	Cl < 213mg/l
<i>Spaltkorrosion</i>	
■ wahrscheinlich für Warmwasser	Cl > 53 mg/l
■ unwahrscheinlich für 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 DIN EN 12502-5:2005-03**

Ergebnis	Begründung
<i>Gleichmäßige Flächenkorrosion und Schutzschichtbildung</i>	
■ Schutzschichtbildung begünstigt	O ₂ > 3,2 mg/l und pH > 7,0 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>	
■ 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>	
■ möglich	Chlorid-Gehalt

Fabian Brod
(Dipl.-Phys. Univ.)

Analysenmethoden und Bemerkungen

Parameter	Analysemethoden	Bemerkungen zu den Parametern
Färbung	qualitativ	
Trübung	qualitativ	
Geruch	qualitativ	
Geschmack	DIN EN ISO 1622-B3:06/10	
Wassertemperatur	bei der Probenahme	bei >30°C tritt eine Potentialumkehr bei Fe/Zn ein
Leitfähigkeit (bei 25°C)	DIN EN 27888-C8:93/11	hohe Salzgehalte beeinträchtigen den Geschmack und fördern die elektrochemische Korrosion
pH-Wert	DIN EN ISO 10523:12/04	pH unter 7: Säurekorrosion, Leitungsmetalle werden gelöst
Sauerstoff	DIN EN ISO 5814-G22:13/02	hoher O ₂ -Gehalt begünstigt die Ausbildung einer Kalk-Zink-Rostschuttschicht
Redoxspannung	DIN 38404-C6:84/05	Redoxverhältnisse oxidierend (erhöhte Löslichkeit von Fe, Mn) oder reduzierend
Basenkapazität	DIN 38409-H7:05/12	gelöstes Kohlendioxid, Maß für den Säuregehalt
Säurekapazität	DIN 38409-H7:05/12	Hydrogencarbonat, Maß für die Alkalität und Puffervermögen
TOC	DIN EN 1484-H3:97/08	TOC hat inhibitorische Wirkung bei Lochfraß-I (Cu), im TW unerwünscht, Nahrungsgrundlage für Bakterien
spektr. Absorptionskoeff. 254nm	DIN 38404-C3:05/07	Maß für organische Inhaltsstoffe, < 8/m bei UV-Desinfektion
spektr. Absorptionskoeff. 436nm	DIN EN ISO 7887-C1:12/04	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-D21:90/10	natürlicher Korrosionsinhibitor
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1-D20:09/07	fördert häufig Lochkorrosion (insbesondere bei Edelstahl)
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1-D20:09/07	siehe Korrosionsbeurteilung
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1-D20:09/07	"
Phosphor	DIN EN ISO 17294:17/01	Korrosionsinhibitor, Nährstoff für Algenbildung
Ammonium	DIN 38 406-E5:83/10	Cu-Amminokomplex, Redoxverhältnisse, SPRK bei Cu (DIN EN 12502-2-4.7.3)
Calcium	DIN EN ISO 17294:17/01	Härte
Magnesium	DIN EN ISO 17294:17/01	Härte
Kalium	DIN EN ISO 17294:17/01	
Natrium	DIN EN ISO 17294:17/01	
Eisen	DIN EN ISO 17294:17/01	Korrosionsprodukt oder gelöst in reduziertem Wasser
Mangan	DIN EN ISO 17294:17/01	meist geogen in reduzierten Wässern
Aluminium	DIN EN ISO 17294:17/01	Korrosionsprodukt, Fällungsmittel
Arsen	DIN EN ISO 17294:17/01	toxisch, carcinogen, meist geogenen Ursprungs oder aus Verzinkung
Blei	DIN EN ISO 17294:17/01	toxisch, meist aus Verzinkung
Cadmium	DIN EN ISO 17294:17/01	toxisch, meist aus Installationsmaterial (Verzinkung, Lote)
Chrom	DIN EN ISO 17294:17/01	toxisch, meist aus Installationsmaterial
Kupfer	DIN EN ISO 17294:17/01	toxisch, meist aus Leitungswerkstoffen
Nickel	DIN EN ISO 17294:17/01	toxisch, meist aus Installationsmaterial
Zink	DIN EN ISO 17294:17/01	meist aus Leitungswerkstoffen

Parameter	Analysenmethode	Bemerkungen zu den Parametern
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 38404-C10/3:12/12	Kalkkohlenstoffgleichgewicht, sollte etwa gleich dem pH-Wert sein
Calcitsättigungsindex		pH - pH-Gleichgewicht
Calcitlösekapazität	DIN 38404-C10/3:12/12	<5; bei Mischung mehrerer Wässer <10 mg/l CaCO ₃ (TrinkwV Anl.3)
Anionenquotient		S1 = (Cl + NO ₃ + SO ₄) / KS _{4,3}
Kationenquotient		S0 = (Na + K) / (2*Ca + 2*Mg)
Grieselquotient		S2 = (Cl + 2*SO ₄) / NO ₃
Kupferquotient		S3 = KS _{4,3} / SO ₄

Institut für Umweltanalytik: Zulassungen und Zertifizierung

Akkreditiertes Prüflabor DAkkS D-PL-21277-01-00
 Private Sachverständige für die Wasserwirtschaft
 Untersuchungsstelle nach § 15 Anlage 4 TrinkwV
 Vereidigte Sachverständige für Trinkwasser
 Zertifiziertes Prüflabor, AQS Bayern, AQS-Nr. 05/008/96
 Zulassung nach § 44 Infektionsschutzgesetz