

1. Wasseranalyse

2.1 Ergebniss-Angaben

Wasserversorgung Strengelbach

Wichtige Daten für die Bestimmung der Materialien .

Temperatur Wasser	°C	10.00	i.o.
Gesamthärte	mmol/l	3.21	hart siehe Abs. 2.2
Kalziumhärte	mmol/l	2.65	nicht i.o.
Magnesiumhärte	mmol/l	0.68	nicht i.o.
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l	5.93	
Karbonathärte	mmol/l	2.97	i.o.
Nichtkarbonathärte	mmol/l	2.97	i.o.
Chlorid	mg Cl/l	17.70	kritisch siehe Abs. 2.2
Sulfat	mg SO ₄ /l	13.00	i.o.
Nitrat	mg NO ₃ /l	18.00	i.o.
Nitrit	mg NO ₂ /l	0.002	i.o.
Ammonium	mg NH ₄ /l	0.02	i.o.
Eisen	mg Fe/l	0.01	i.o.
Mangan	mg Mn/l	0.02	kritisch siehe Abs. 2.2
Sauerstoff	mg O ₂ /l	8.10	Schutzschicht bildend
Sauerstoffsättigung	%	78.00	Schutzbildend

Berechnung gem. bernischem Chemielabor (A. Aegerter)

freie Kohlensäure	mg CO ₂ /l	34.11	i.o.
kalkaggressive Kohlensäure	mg CO ₂ /l	-13.07	i.o.
gleichgewichts Kohlensäure	mg CO ₂ /l	47.18	
pH-Wert	bei 10.0 °C	7.30	i.o.
pH-Wert (Gleichgewicht)	bei 10.0 °C	7.16	
Sättigungsindex	Si	0.14	Kalkausscheidung
Keimzahl an der Fassung		8.00	i.o.

3.1 Analyse EMPA

Analyse Fe verzinkt

Wertbestimmung

		(mg/l)		mmol/l
Calcium	Ca	106.14	: 40.10 =	2.65
Chlorid	Cl	17.70	: 35.50 =	0.50
Sulfat	SO ₄	13.00	: 48.00 =	0.27
Nitrat	NO ₃	18.00	: 62.00 =	0.29
Chlorid + 1/2 Sulfat				= 0.77
(Chlorid + 1/2 Sulfat) : Säurekapazität				= 0.13
(Chlorid + 1/2 Sulfat) : Nitrat				= 2.65

Beurteilung

Schutzschichtbildung möglich, wenn :

	ja	nein
pH > 7	ja	
Karbonathärte > 1	ja	
Calcium > 0.5	ja	
Gesamtwertung	ja	

Schutzschichtbildung wahrscheinlich, wenn :

		nein
pH > 7.5		nein
Karbonathärte > 2	ja	
Chlorid + 1/2 Sulfat : Säurekapazität < 1	ja	
Gesamtwertung	?	

Zinkgeriesel wahrscheinlich, wenn :

		nein
Chlorid + 1/2 Sulfat : Nitrat < 2		nein

Eignung verzinkte Eisenrohre

Fe verz. eignet sich bedingt, da ev. mit einer Schutzschicht aber nicht mit Zinkgeriesel zu rechnen ist :

Analyse Kupfer

Wertbestimmung

		mg/l		mmol/l
Chlorid (mg/l)	Cl	<input type="text" value="17.70"/>	: 35.50 =	<input type="text" value="0.50"/>
Sulfat (mg/l)	SO4	<input type="text" value="13.00"/>	: 48.00 =	<input type="text" value="0.27"/>
Nitrat (mg/l)	NO3	<input type="text" value="18.00"/>	: 62.00 =	<input type="text" value="0.29"/>
Chlorid + 1/2 Sulfat + Nitrat				= <input type="text" value="1.06"/>
(Chlorid + 1/2 Sulfat + Nitrat) : Säurekapazität				= <input type="text" value="0.18"/>

Beurteilung

Lochkorrosion ist unwahrscheinlich, wenn :

ja

nein

Chlorid + 1/2 Sulfat + Nitrat : Säurekapazität =

< 0,15 bzw. > 2.0

Lochkorrosion ist möglich, wenn :

Chlorid + 1/2 Sulfat + Nitrat : Säurekapazität =

zwischen 0,15 und 2,0

Lochkorrosion ist wahrscheinlich, wenn :

Chlorid + 1/2 Sulfat + Nitrat : Säurekapazität =

zwischen 0,5 und 1,0

Eignung Kupferrohre

Cu eignet sich nur bedingt, da ev. mit einer Schutzschicht aber auch mit Lochkorrosion zu rechnen ist :

2.2 Ergebniss-Auswertung

Temperatur

Der Wert ist im entsprechenden Rahmen.

Härte

Durchschnittliche Härtewerte , es muss nur für spez. Zwecke Behandelt werden.

Kalzium und Magnesium

Die Werte sind unter den maximalen Idealbereichen. => vollkommen genügend

Sulfat

Ideal für eine ideale Schutzschichtbildung

Chlorid

Der Gehalt ist in einem unbedenklichen Rahmen.

Nitrat

Der Wert liegt im erwünschten Bereich (bis 40mg/l).

Ammonium und Nitrit

Der Wert liegt im erwünschten Bereich.

Sauerstoffsättigung

Die Konzentration ist im idealen Bereich um eine gute Kalk- Rost-Schutzschicht zubilden.

Eisen

Keine Beeinträchtigung von Eisen.

Mangan

Der Wert liegt im erlaubten Bereich , es ist aber mit geringen Beeinträchtigungen zurechnen.

Keim (max. 300)

Es bestehen keine Beeinträchtigungen.

2.3 Berechnungsgrundlagen gem. bernischem Chemielabor (A. Aegerter)

Anwendungsbereich:

Temperatur	0 - 40	[°C]
Ionenstärke	< 50	[mmol/l]
pH-Wert	6 - 9	

Gegeben aus der Wasseranalyse

Wassertemperatur	t	10.00	[°C]
Säureverbrauch 4,3	SV _{4,3}	5.93	[mmol/l]
pH-Wert	pH	7.30	
Gesamthärte		3.21	[mmol/l]
Calcium	Ca ²⁺	2.65	[mmol/l]

Temperaturabhängigkeit der 1. Dissoziationskonstante (nach Harned und Davis)

$$pK_1^* = \frac{3404.71}{T} + 0.032786 \cdot T - 14.8435$$

Temperaturabhängigkeit der 2. Dissoziationskonstante (nach Harned und Scholes)

$$pK_2^* = \frac{2902.39}{T} + 0.02379 \cdot T - 6.498$$

Temperaturabhängigkeit des Löslichkeitsproduktes (nach Jacobson und Langmuir)

$$pL^* = \frac{3059}{T} + 0.04035 \cdot T - 13.87$$

Hydrogencarbonationenkonzentration

$$[HCO_3^-] = SV_{4,3} - 0.05 \quad (\text{für } pH \leq 8.2)$$

$$[HCO_3^-] = SV_{4,3} - 0.05 - 2 \cdot SV_{8,2} \quad (\text{für } pH > 8.2)$$

Ionenstärke

$$I = 4 \cdot \text{Gesamthärte} - 0.5 \cdot [HCO_3^-]$$

Aktivitätskoeffizient

$$\log f = -0.5 \cdot \left(\frac{\sqrt{I}}{31.62 + \sqrt{I}} - 2 \cdot 1 \cdot 10^{-4} \right)$$

Gleichgewichts-pH-Wert

$$pH_{gl} = -\log[Ca^{2+}] - \log[HCO_3^-] + pK_2^* - pL^* - 5 \cdot \log f + 6$$

$$= 7.16$$

Sättigungsindex

SI = pHgemessen - pHgleichge.

SI < 0 zeigen Kalkaggressivität
SI = 0 zeigt Gleichgewichtswasser
SI > 0 zeigen Kalküberschuss

$$= 0.14$$

Gleichgewichtskohlensäure

$$\log[\text{CO}_{2\text{gl}}] = \log[\text{Ca}^{2+}] + 2 \cdot \log[\text{HCO}_3^-] - pK_2^* + pK_1^* + pL^* + 6 \cdot \log f - 6$$

$$\text{CO}_{2\text{gl}} = 10^{\log \text{CO}_{2\text{gl}}} \cdot 44 \quad \text{in [mg/l]}$$

$$= 47.18 \quad \text{mg CO}_2/\text{l}$$

Freie gelöste Kohlensäure

$$\log[\text{CO}_{2\text{frei}}] = \log[\text{HCO}_3^-] - \text{pH} + pK_1^* + \log f$$

$$\text{CO}_{2\text{frei}} = 10^{\log \text{CO}_{2\text{frei}}} \cdot 44 \quad \text{in [mg/l]}$$

$$= 34.11 \quad \text{mg CO}_2/\text{l}$$

Aggressive Kohlensäure

$$\text{CO}_{2\text{aggr}} = \text{CO}_{2\text{frei}} - \text{CO}_{2\text{gl}}$$

CO₂ aggr > 0 zeigt Kalkaggressivität
CO₂ aggr = 0 zeigt Gleichgewichtswasser
CO₂ aggr < 0 zeigt Kalkübersättigung

$$= -13.07 \quad \text{mg CO}_2/\text{l}$$