

Technologiezentrum Wasser – Karlsruher Straße 84 – 76139 Karlsruhe

Stadt Groß-Umstadt
Wasserversorgung und Abwasserreinigung
Betriebsleitung
Herr Björn Mattheß
Gewerbestraße 2
64823 Groß-Umstadt

Standort Karlsruhe

Ihr Zeichen/Nachricht vom

Unser Zeichen/Nachricht vom WV/ST/am/Br24142

Abteilung Wasserversorgung

Bearbeiter Dr. Stauder

Durchwahl +49 (0)721 9678-122

Fax +49 (0)721 9678-102

E-Mail stefan.stauder@tzw.de

15.10.2024

Konzeption einer Entmanganungsanlage für das Werk Heubach

Sehr geehrter Herr Mattheß,

zur Trinkwasserversorgung des Ortsteils Heubach betreibt die Stadt Groß-Umstadt zwei Brunnen und eine Aufbereitungsanlage. Im Brunnenwasser liegen leicht erhöhte Konzentrationen an Mangan(II) vor, die zu einem erhöhten Reinigungsaufwand in der UV-Desinfektionsanlage führen. Das TZW wurde damit beauftragt, ein Konzept zur Integration einer Entmanganung in den bestehenden Aufbereitungsprozess auszuarbeiten.

Rohwasserbeschaffenheit

Am 13.8.2024 fand ein Ortstermin zur Erfassung der Gewinnungs- und Aufbereitungstechnik sowie zur Probenahme und vor-Ort-Analytik statt. Die Befunde der Laboranalysen auf ausgewählte physikalisch-chemische Parameter sind in den Anlagen 1a, b und 2 beigefügt. Tabelle 1 zeigt für die vorliegende Aufgabenstellung wesentliche Messdaten.

Danach weisen die beiden Brunnenwässer einen untereinander ähnlichen Chemismus auf, wobei das Wasser aus dem Brunnen 2 etwas stärker mineralisiert ist. Es handelt sich um gut gepuffertes (vgl. Säurekapazität bis pH 4,3) mittelhartes bis hartes Grundwasser mit deutlich erhöhtem Gehalt an Kohlenstoffdioxid (CO₂) sowie gegenüber dem Gleichgewicht mit Luftsauerstoff (ca. 11 mg/L O₂) verringerter Sauerstoffkonzentration. Der hohe CO₂-Gehalt führt zu einem relativ niedrigen pH-Wert

und stark calcitlösenden Eigenschaften des Wassers. Zur korrosions-chemischen Stabilisierung und zur Erfüllung der gesetzlichen pH-Vorgaben muss es deshalb entsäuert werden ¹. Dies geschieht durch mechanischen CO₂-Austrag mittels Intensivbelüftung.

Tabelle 1: Physikalisch chemische Parameter der Brunnenwässer 1 und 2, Heubach

		Br. 1	Br. 2
Sauerstoff, vor-Ort	mg/L	4,3	4,4
El. Leitf.(25), vor Ort	µS/cm	405	514
pH, vor-Ort	-	6,8	7,1
Säurekap. pH 4,3	mmol/L	3,6	4,6
Härte °dH	° dH	10,6	14,3
Eisen	mg/L	< 0,01	0,06
Mangan	mg/L	0,03	0,01
TOC	mg/L	1,0	1,2

Sowohl der hohe CO₂- als auch der verringerte Sauerstoffgehalt sind eine Folge biologischer Prozesse im Aquifer. Diese führen auch zur Freisetzung geringer Mengen an gelöstem Eisen und Mangan (Fe²⁺ und Mn²⁺, „mikrobiologische Reduktion von eisen- und manganhaltigen Bodenmineralien“). Erhöhte Mengen an färbenden Huminstoffen sind nach den TOC-Werten (total organic carbon) nicht vorhanden.

Bewertung

Die Brunnenwässer 1 und 2 Heubach weisen eine nach den hydrogeologisch/geochemischen Randbedingungen zu erwartende Beschaffenheit auf. Dabei wird in den Brunnen auch ein sehr geringer Anteil an sauerstofffreiem Grundwasser erfasst, das Fe²⁺ und Mn²⁺ enthält. Erfahrungsgemäß kann nach Mischung mit sauerstoffhaltigem Grundwasser bereits im Bereich des Brunnenfilters eine Oxidation erfolgen, so dass Eisen(III)- bzw. Mangan(IV)oxidhydrate ausfallen. Dieser Prozesse ist oberflächenkatalysiert, d. h. er wird durch bereits vorhandenen Ausfällungen beschleunigt. Möglicherweise ist dies mit ein Grund dafür, dass die Mangangehalte im Wasser aus dem Brunnen 1 nach dessen Regenerierung tendenziell anstiegen.

Die vorliegenden Eisen- und Mangankonzentrationen sind relativ niedrig und liegen deutlich unter den gesetzlichen Anforderungen (< 0,2 mg/L Fe bzw. < 0,05 mg/L Mn) ¹. Allerdings können selbst geringe Eisen- und Mangankonzentration zu Ablagerungen auf UV-Strahlern führen und häufige

¹ Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, TrinkwV vom 20. Juni 2023

Reinigungen erforderlich machen. Das DVGW-Arbeitsblatt W 294 empfiehlt deshalb, einen maximalen Mn-Gehalt im Zulauf zu einer UV-Anlage von 0,02 mg/l einzuhalten². Um langfristig Ablagerungen Verteilungsnetz vorzubeugen sind darüber hinaus nach dem Arbeitsblatt W 223 im aufbereiteten Wasser für Eisen eine Konzentration von <0,02 mg/L und für Mangan von <0,01 mg/L anzustreben³.

Konzeption einer Eisen- und Manganelimination im WW Heubach

Im vorliegenden Fall bietet sich als Aufbereitungsverfahren die Eisen(II)- bzw. Mangan(II)-Filtration über inertes Filtermaterial entsprechend W 223³ an. Voraussichtlich kann sie mittels Druckfiltration relativ einfach und kostengünstig im bestehenden Gebäude zwischen dem Pumpenvorlagebehälter und der UV-Anlage integriert werden. Dabei berücksichtigt die Behandlung des mechanisch entsäuerten Wassers den Umstand, dass ein höherer pH-Wert für die Entmanganung vorteilhaft sind. In Bild 1 ist dieses Konzept schematisch dargestellt.

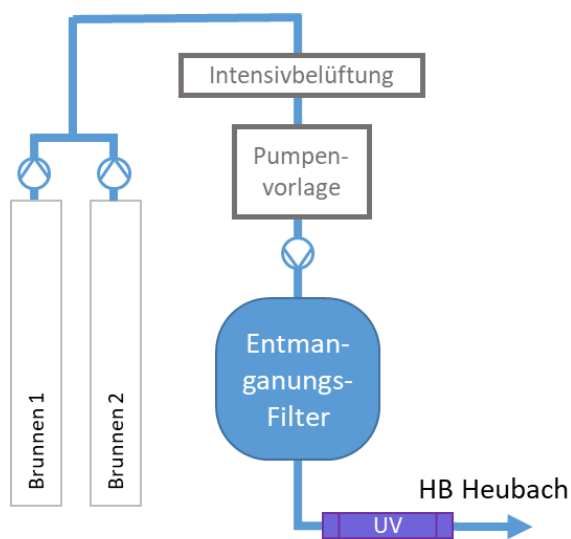


Bild 1 Konzept zur Entmanganung im WW Heubach

Für die großtechnische Umsetzung sind die begrenzte Zugänglichkeit und Raumhöhe im Werk Heubach zu berücksichtigen. Unter Umständen ist es deshalb vorteilhaft, einen Anlagenbauer aus dem Schwimmbadbereich einzubeziehen. Voraussichtlich kann maximal eine Schütthöhe an wirksamen Filtermaterial, von ca. 1,0 m realisiert werden. Aus diesem Grund empfehlen wir, die Filtergeschwindigkeit auf 8 m/h zu begrenzen. Bei einem Durchsatz von bis zu 10 m³/h (ca. 200 m³/Tag) wird somit

² DVGW-Arbeitsblatt W 294-1 UV-Geräte zur Desinfektion in der Wasserversorgung; Teil 1: Planung, Betrieb und Überwachung von UV-Desinfektionsanlagen in der Wasserversorgung (2023)

³ DVGW-Arbeitsblatt W 223-1 Enteisung und Entmanganung; Teil 1: Grundsätze und Verfahren (2005)

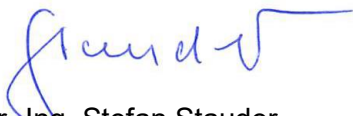
ein Filterbehälter mit einem Durchmesser von rd. 1,3 m benötigt. Als wirksames Filtermaterial sollte Quarzsand der Korngröße 0,71-1,25 mm eingefüllt werden.

Eine Spülung des Filters ist voraussichtlich lediglich in Abständen von 2-4 Wochen erforderlich. Dies könnte mit Luft und Netzwasser erfolgen (3 Phasenspülung, 100 Nm³/h Luft, 35 m³/h Wasser) wobei jeweils 8-10 m³ Spülabwasser anfallen. Mit Ausnahme geringer Mengen an den beiden Bodenmineralien Eisen- und Manganoxid und eine dadurch verursachte Trübung, hat das Spülabwasser Trinkwasserqualität. Es kann entweder in die Kanalisation abgeleitet oder vor der Einleitung in einen Vorfluter mittels Sedimentation behandelt werden.

Erfahrungsgemäß erfordert die Einarbeitung der biologisch-katalytischen Entmanganungsprozesse einen Zeitraum von 3-8 Monaten. Um diese Einarbeitungsphase zu verkürzen, könnte anteilig (ca. 10-20%) ein mangandioxidhaltiges Filtermaterial (z. B. EVERZIT® Mn oder Akdolit® MnFS) eingefüllt werden. Zudem empfiehlt sich während der Einarbeitung ein möglichst kontinuierlicher Filterbetrieb sowie Filterspülungen mit verringerter Intensität.

Ein Nachteil der vorgeschlagenen Konzeption ist der vergleichsweise hohe Betriebsdruck des Filterkessels. Um dies zu vermeiden, könnte der Druckfilter prinzipiell auch vor der Intensivbelüftungsanlage integriert werden. Zur Ermittlung ob, bzw. unter welchen Randbedingungen eine derartige „saure“ Entmanganung gelingt, wäre nach unserer Meinung ein Kleinfilterversuch erforderlich.

Für Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung und verbleiben
mit freundliche Grüßen

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Stauder', with a stylized flourish at the end.

i. A. Dr.-Ing. Stefan Stauder
Sachgebiet
Struktur- und Technologiekonzepte

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Krüger', with a stylized flourish at the end.

i. A. M. Sc. Florence Krüger-Clermont
Sachgebiet
Struktur- und Technologiekonzepte

DVGW-Technologiezentrum Wasser; Karlsruher Str. 84, 76139 Karlsruhe

Auftraggeber Stadtwerke Groß-Umstadt**Gewerbestr. 2
64823 Groß-Umstadt****Probennahmestelle****WW Heubach Br. 1**

Probenahme	Probeneingang, Untersuchungsbeginn	Probenehmer	Probe-Nr.
13.08.2024	13.08.2024	Stauder, Stefan Dr.	2024019632

Parameter	bei °C	Ergebnis	Einheit	BG	GW	Verfahren
Fassungstemperatur (T-Fass.)		13,1	°C			DIN 38404-4:1976-12+
Elektr. Leitfähigkeit bei 25°C (Labor)	25,0	405	µS/cm			DIN EN 27888:1993-09+
Sauerstoff		4,8	mg/L	0,5		DIN EN 25813:1993-01+
pH-Wert (Labor)	22,7	6,70	-			DIN EN ISO 10523:2012-04+
pH-Wert bei T-Fass.	13,1	6,73	-			DIN 38404-10-R3:2012-12+
pH-Wert n. Calcitsättig. b. T-Fass.		7,20	-			DIN 38404-10-R3:2012-12+
pH-Wertabw. vom Gleichgewicht		-0,47	-			DIN 38404-10-R3:2012-12+
Säurekapazität bis pH = 4,3	22,3	3,64	mmol/L	0,010		DIN 38409-7:2005-12+
Säurekapazität bis pH = 8,2		-	mmol/L	0,005		DIN 38409-7:2005-12+
Basekapazität bis pH = 4,3		-	mmol/L	0,005		DIN 38409-7:2005-12+
Basekapazität bis pH = 8,2	22,8	1,65	mmol/L	0,005		DIN 38409-7:2005-12+
Härte (Summe Ca- u. Mg-Ionen)		1,90	mmol/L			Berechnung+
Härte		10,6	° dH			Berechnung+
Sättigungsindex		-0,80	-			DIN 38404-10-R3:2012-12+
Calcitlösekapazität		83	mg/L	1		DIN 38404-10-R3:2012-12+
Calcitabscheidekapazität		< BG	mg/L	1		DIN 38404-10-R3:2012-12+
Calcium		55,1	mg/L	0,5		DINEN ISO 17294-2:2017-01+
Magnesium		12,7	mg/L	0,5		DINEN ISO 17294-2:2017-01+
Natrium		7,3	mg/L	0,3		DINEN ISO 17294-2:2017-01+
Kalium		3,0	mg/L	0,3		DINEN ISO 17294-2:2017-01+
Eisen		< BG	mg/L	0,01		DINEN ISO 17294-2:2017-01+
Mangan		0,026	mg/L	0,005		DINEN ISO 17294-2:2017-01+
Chlorid		8,8	mg/L	1,0		DIN EN ISO 10304-1:2009-07+
Nitrat		4,9	mg/L	0,5		DIN EN ISO 10304-1:2009-07+
Sulfat		19,8	mg/L	1,0		DIN EN ISO 10304-1:2009-07+
TOC		1,0	mg/L	0,20		DIN EN 1484:2019-04+

Probennahmestelle

WW Heubach Br. 1

Probenahme

13.08.2024

Probeneingang, Untersuchungsbeginn

13.08.2024

Probenehmer

Stauder, Stefan Dr.

Probe-Nr.

2024019632

Parameter	bei °C	Ergebnis	Einheit	BG	GW	Verfahren
SAK bei 254 nm		1,0	1/m	0,1		DIN 38404-3:2005-07+

Bemerkung:

BG = Bestimmungsgrenze; GW = Grenzwert nach TrinkwV

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchte Probe.

Untersuchungsende, Karlsruhe, den 28.08.2024


Dr. F. Sacher
Gruppenleiter

*: interner PN im QM-System **: externer PN im QM-System

bei Probenehmer = Auftraggeber gilt:

Ergebnisse für Probe wie erhalten, Probennahmestelle sowie Probenahmedatum sind vom Kunden übernommene Daten

+: akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

DVGW-Technologiezentrum Wasser; Karlsruher Str. 84, 76139 Karlsruhe

Auftraggeber **Stadtwerke Groß-Umstadt**

Gewerbestr. 2
64823 Groß-Umstadt

Probennahmestelle
WW Heubach Br. 2

Probenahme	Probeneingang, Untersuchungsbeginn	Probenehmer	Probe-Nr.
13.08.2024	13.08.2024	Stauder, Stefan Dr.	2024019633

Parameter	bei °C	Ergebnis	Einheit	BG	GW	Verfahren
pH-Wert (Labor)	20,7	7,00	-			DIN EN ISO 10523:2012-04+
Säurekapazität bis pH = 4,3	22,4	4,59	mmol/L	0,010		DIN 38409-7:2005-12+
Calcium		75,2	mg/L	0,5		DIN EN ISO 17294-2:2017-01+
Magnesium		16,4	mg/L	0,5		DIN EN ISO 17294-2:2017-01+
Natrium		9,2	mg/L	0,3		DIN EN ISO 17294-2:2017-01+
Kalium		4,1	mg/L	0,3		DIN EN ISO 17294-2:2017-01+
Eisen		0,06	mg/L	0,01		DIN EN ISO 17294-2:2017-01+
Mangan		0,010	mg/L	0,005		DIN EN ISO 17294-2:2017-01+
Chlorid		13,9	mg/L	1,0		DIN EN ISO 10304-1:2009-07+
Nitrat		7,8	mg/L	0,5		DIN EN ISO 10304-1:2009-07+
Sulfat		23,8	mg/L	1,0		DIN EN ISO 10304-1:2009-07+
TOC		1,2	mg/L	0,20		DIN EN 1484:2019-04+
SAK bei 254 nm		1,0	1/m	0,1		DIN 38404-3:2005-07+

Bemerkung:

BG = Bestimmungsgrenze; GW = Grenzwert nach TrinkwV

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchte Probe.

Untersuchungsende, Karlsruhe, den 28.08.2024

F. Sacher
Dr. F. Sacher
Gruppenleiter

*: interner PN im QM-System **: externer PN im QM-System

bei Probenehmer = Auftraggeber gilt:

Ergebnisse für Probe wie erhalten, Probennahmestelle sowie Probenahmedatum sind vom Kunden übernommene Daten

+: akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018