

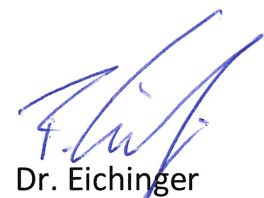
Zwischenbericht Stufenkontrolle Trinkwasseraufbereitung Gemeinde Petershausen



Eigenbetrieb Gemeinde Petershausen
Dipl. Ing. (FH) Alexander Wiringer
Bgm.-Rädler-Str. 3
85238 Petershausen

Bearbeiter: M. Sc. Florian Blum
Dr. Peter Rose

Schweitenkirchen, 15.09.2025



Dr. Eichinger

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|---|-------|
| 0 Vorbemerkung..... | 3 |
| 1 Beschreibung der Wasseraufbereitung | 3 |
| 2 Probenahme Stufenkontrolle..... | 5 |
| 3 Ergebnisse und Diskussion | 6 |
| 3.1 Rohwasser..... | 6 |
| 3.2 Wasser nach Oxidator | 8 |
| 3.3 Reinwasser..... | 9 |
| 4 Zusammenfassung und Fazit..... | 13 |
| 5 Weiteres Vorgehen | 14 |
| 6 Literatur..... | 14 |
| Anhang 1 – Zusammenfassung Analysenergebnisse | 15 |
| Anhang 2 – Prüfparameter und Prüfverfahren | 17 |

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

| | Seite |
|---|-------|
| Abbildung 1: Schema Wasseraufbereitung..... | 4 |
| Abbildung 2: Schema der Wasseraufbereitung mit Probenahmestellen | 6 |
| Abbildung 3: Verlauf der Mangan(II)-Konzentration im Reinwasser – Brunnen 2 | 10 |
| Abbildung 4: Verlauf der Mangan(II)-Konzentration im Reinwasser – Brunnen 3..... | 11 |
| Abbildung 5: Verlauf der Mangan(II)-Konzentration im Reinwasser – Brunnen 4..... | 12 |
| | |
| Tabelle 1: Betriebsparameter, Dimensionierung und Betaufbau der Aufbereitungsstufen. | 5 |
| Tabelle 2: Analysenergebnisse Rohwasser - Brunnen 2 | 6 |
| Tabelle 3: Analysenergebnisse Rohwasser - Brunnen 3 | 7 |
| Tabelle 4: Analysenergebnisse Rohwasser - Brunnen 4 | 7 |
| Tabelle 5: Analysenergebnisse Wasser nach Oxidator - Brunnen 2 | 8 |
| Tabelle 6: Analysenergebnisse Wasser nach Oxidator - Brunnen 3 | 8 |
| Tabelle 7: Analysenergebnisse Wasser nach Oxidator - Brunnen 4 | 9 |
| Tabelle 8: Analysenergebnisse Reinwasser - Brunnen 2 | 10 |
| Tabelle 9: Analysenergebnisse Reinwasser - Brunnen 3 | 11 |
| Tabelle 10: Analysenergebnisse Reinwasser - Brunnen 4 | 12 |

0 Vorbemerkung

Im Gemeindegebiet Petershausen traten im Trinkwassernetz bei einzelnen Abnehmern Auffälligkeiten auf. Nach Inbetriebnahme der neuen Brunnen 3 und 4 im April 2025 wurde das Wasser dieser Brunnen probeweise über die bestehende Wasseraufbereitung zum Zwecke der Enteisung und Entmanganung aufbereitet.

Ende Juni 2025 wurde der Probetrieb beendet und der Regelbetrieb auf eine intermittierende Fahrweise der Brunnen eingestellt.

Die Hydroisotop beurteilte die Eignung der bestehenden Wasseraufbereitung zur Entfernung von Eisen und Mangan für das Wasser der Brunnen 3 und 4 im Vorfeld der Inbetriebnahme (vgl. Bericht „Bewertung der Wasserversorgungsanlage unter Nutzung der Brunnen 3 und 4, Gemeinde Petershausen“ vom 23.02.2025).

Die auf Grundlage der vorliegenden Unterlagen durchgeführten Bewertungen und Berechnungen zeigten, dass auch nach Inbetriebnahme der neuen Brunnen 3 und 4 Eisen, Mangan und Arsen im Zuge der Wasseraufbereitung über die Filteranlage der Gemeinde Petershausen sicher aus dem Rohwasser entfernt werden können.

Anfang Juli 2025 gingen erste Beanstandungen einiger Abnehmer mit erhöhtem Wasserbedarf beim Eigenbetrieb der Gemeinde Petershausen ein. Die Beschwerden betrafen die PartikelfeinfILTER im Hauseingangsbereich, welche sich innerhalb kurzer Zeit auffällig schwarz verfärbten. Die Hydroisotop begutachtete die Beutel dieser PartikelfeinfILTER und stellte dem Eigenbetrieb ein Gutachten zur Verfügung (vgl. Gutachten vom 21.07.2025, Berichtsnummer: 2025_0143_30_PR). Die in dem Gutachten dargestellten Ergebnisse zeigen, dass es sich bei den Ablagerungen im Wesentlichen um Eisen- und Manganoxide handelte. Auffällig war, dass sich die Filterbeutel, welche zuletzt – d.h. nach Einbindung der neuen Brunnen 3 und 4 eingesetzt wurden – schneller zusetzten und vermehrt Manganoxide (Braunstein) abgelagerten.

Über eine Stufenkontrolle der Trinkwasseraufbereitung soll die Anlagenleistung der Wasseraufbereitung beurteilt und in diesem Zwischenbericht dargestellt werden.

1 Beschreibung der Wasseraufbereitung

Zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung und der Trinkwasserqualität betreibt die Gemeinde Petershausen eine Wasserversorgungsanlage (WVA) mit Hochbehälter. Die WVA umfasst eine geschlossene Filteranlage mit Oxidator zur Entfernung von Eisen und Mangan. Zur möglichen Erweiterung der Filteranlage wurde im Filtergebäude ein zweiter Filterbehälter aufgestellt, der derzeit aber nicht in die bestehende Aufbereitung eingebunden ist.

Zur Aufbereitung wird das Wasser derzeit mit der Brunnenpumpe aus Brunnen 2, 3 und 4 durch die geschlossene Anlage zum Hochbehälter gefördert und dabei in einem mehrstufigen Verfahren aufbereitet. Eingangs durchströmt das Rohwasser den Oxidator. Dem Rohwasser wird im Oxidator im Gleichstrom über einen Kompressor Luft zugegeben. Dadurch wird der Sauerstoffgehalt im Wasser erhöht, sodass gelöstes Eisen(II) in seine ungelöste, abscheidbare Form (zum Eisen(III)/Eisenhydroxid) überführt wird. Nach der Zwangsbelüftung im Oxidator durchströmt das Wasser den Quarzsandfilter, in dem die Eisenhydroxidflocken physikalisch abfiltriert werden sollen. Die Aufbereitung des Wassers ist damit abgeschlossen. Das Reinwasser wird in den Hochbehälter geleitet und dort in das Netz eingespeist.

Abbildung 1 zeigt das Schema der Wasseraufbereitung.

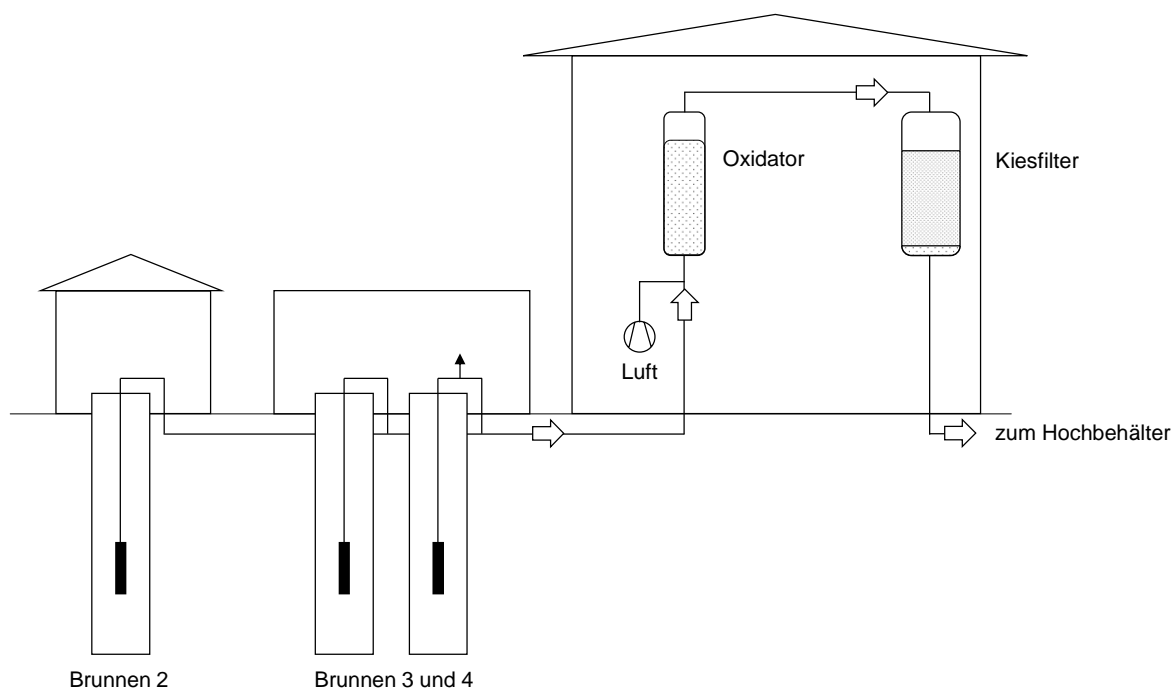


Abbildung 1: Schema Wasseraufbereitung

Die Aufbereitungsanlage wird im Regelbetrieb mit einem Durchsatz von 50–60 m³/h betrieben. Maximal sollen bis 90 m³/h durchgesetzt werden können. Der Oxidator, ein Filterkessel mit 1,40 m Durchmesser, ist bis auf 2,40 m Höhe mit Quarzkies der Körnung 2–6 mm bis auf 2,40 m Füllhöhe befüllt. Im Filterbehälter ist Quarzsand der Körnung 1–1,8 mm mit 2,00 m Betthöhe verbaut. Für den Regel- und den Maximaldurchsatz können jeweils die Filtergeschwindigkeit und die Leerbettverweilzeit abgeleitet werden. Tabelle 1 fasst die Betriebsparameter, die Dimensionierung und den Filterbettaufrbau der beiden Aufbereitungsstufen zusammen.

Tabelle 1: Betriebsparameter, Dimensionierung und Betaufbau der Aufbereitungsstufen

| | | Stufe 1 Oxidator | Stufe 2 Fe/Mn-Filter |
|------------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Regeldurchfluss | m ³ /h | 60 | 60 |
| Max. Durchfluss | m ³ /h | 90 | 90 |
| Durchmesser Filterkessel | m | 1,4 | 3 |
| Filterfläche | m ² | 1,54 | 7,07 |
| Quarzsand - 1-1,8 mm | | | |
| Füllhöhe | m | | 2,00 |
| Volumen | m ³ | | 14,1 |
| Masse | kg | | 22608 |
| Quarzsand - 2-6 mm | | | |
| Füllhöhe | m | 2,40 | 0,40 |
| Volumen | m ³ | 3,7 | 2,8 |
| Masse | kg | 5908 | 4522 |
| Filterbetthöhe/-länge gesamt | m | 2,40 | 2,40 |
| Mantelhöhe | m | 2,70 | 2,80 |
| Kopfraum Filter | m | 0,30 | 0,40 |
| | | | |
| Filtergeschwindigkeit Regelbetrieb | m/h | 39,0 | 8,5 |
| Leerbettverweilzeit Regelbetrieb | min | 3,7 | 14,1 |
| Filtergeschwindigkeit max. | m/h | 58,5 | 12,7 |
| Leerbettverweilzeit min. | min | 2,5 | 9,4 |

Im Regelbetrieb ist die Wasseraufbereitung aktuell so geschaltet, dass das Wasser eines Brunnens für einen Zeitraum 14–20 h pro Tag aufbereitet wird. Am Folgetag wird der Brunnen gewechselt, sodass abwechselnd das Wasser aus Brunnen 2, 3 und 4 aufbereitet wird.

2 Probenahme Stufenkontrolle

Im Rahmen der Stufenkontrolle wurde das Wasser jeweils vor Eintritt in den Oxidator (PN Rohwasser), nach der Zwangsbelüftung mittels Oxidator (PN nach Oxidator) und nach dem Kiesfilter vor Eintritt in den Hochbehälter (PN nach Kiesfilter) beprobt. Abbildung 2 zeigt das Aufbereitungsschema mit den Probenahmestellen.

Wasserproben wurden regelmäßig, beginnend ab dem 21.07.2025, entnommen. Proben wurden ausschließlich nach einer Mindestlaufzeit des jeweiligen Brunnens von 3 h entnommen, um sicherzustellen, dass das Brunnenwasser des anderen Brunnens, welches am Vortag über die Anlage aufbereitet wurde, ausreichend verdrängt wurde. Proben wurden jeweils einmal pro Tag von Montag bis Freitag entnommen. In diesem Bericht sind die Ergebnisse der Probenahmen bis einschließlich den 01.09.2025 dargestellt.

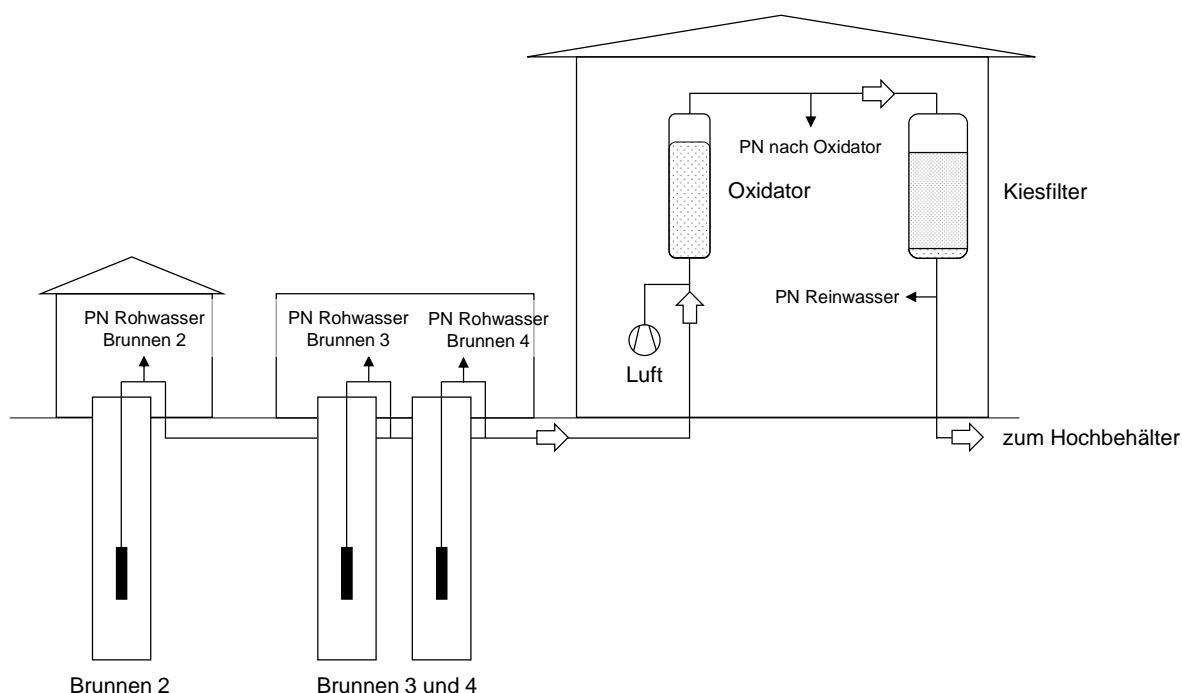


Abbildung 2: Schema der Wasseraufbereitung mit Probenahmestellen

3 Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Stufenkontrolle im Beobachtungszeitraum (21.07.–01.09.2025) werden in den nachfolgenden Kapitel 3.1–3.3 dargestellt und diskutiert. In Anlagen 1 sind die Ergebnisse zusammengefasst.

3.1 Rohwasser

Tabelle 2 bis Tabelle 4 stellen die Analysenergebnisse des Rohwassers im Beobachtungszeitraum dar. Es zeigt sich, dass im Wasser des Brunnen 2 vergleichsweise geringe Konzentrationen von Eisen und Mangan nachzuweisen sind. Eisen ist in einer Konzentration von durchschnittlich 0,08 mg/l, Mangan von durchschnittlich 0,03 mg/l im Wasser vertreten. Die Ergebnisse zeigen, dass Eisen und Mangan in ihrer reduzierten Form (als Eisen(II) und Mangan(II)) im Wasser gelöst sind. Gelöste organische Verbindungen (DOC) liegen in geringer, grundwasertypischer Konzentration von ca. 1 mg/l im Wasser vor. (Tabelle 2)

Tabelle 2: Analysenergebnisse Rohwasser - Brunnen 2

| | | | Eisen ges. mg/l | Eisen(II) mg/l | Mangan ges. mg/l | Mangan(II) mg/l | DOC mg/l |
|---------------------|------------|-------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Brunnen 2 Rohwasser | 22.07.2025 | 13:30 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,84 |
| Brunnen 2 Rohwasser | 25.07.2025 | 11:30 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,74 |
| Brunnen 2 Rohwasser | 30.07.2025 | 11:30 | 0,09 | 0,08 | 0,03 | 0,04 | - |
| Brunnen 2 Rohwasser | 04.08.2025 | 11:30 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 Rohwasser | 07.08.2025 | 11:30 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 Rohwasser | 13.08.2025 | 11:30 | 0,09 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 Rohwasser | 19.08.2025 | 11:30 | 0,08 | 0,07 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 Rohwasser | 26.08.2025 | 11:30 | 0,07 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | - |
| Mittelwert | | | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,8 |

Der Brunnen 3 (Tabelle 3) zeigt im Vergleich zu Brunnen 2 im Durchschnitt deutlich höhere Konzentrationen von Eisen (0,26 mg/l) und Mangan (0,08 mg/l). Auch hier ist zu sehen, dass Eisen und Mangan in ihrer gelösten, reduzierten Form vorliegen. Auch der Brunnen 3 weist im Hinblick auf den DOC-Gehalt (hier Konzentrationen < 1 mg/l) keine Auffälligkeiten auf.

Tabelle 3: Analysenergebnisse Rohwasser - Brunnen 3

| | | | Eisen ges. | Eisen(II) | Mangan ges. | Mangan(II) | DOC |
|---------------------|------------|-------|---------------|-------------|----------------|-------------|------------|
| | | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Brunnen 3 Rohwasser | 23.07.2025 | 11:30 | 0,25 | 0,25 | 0,07 | 0,07 | 0,89 |
| Brunnen 3 Rohwasser | 28.07.2025 | 11:30 | 0,25 | 0,25 | 0,07 | - | 0,79 |
| Brunnen 3 Rohwasser | 31.07.2025 | 11:30 | 0,25 | 0,25 | 0,16 | 0,07 | - |
| Brunnen 3 Rohwasser | 05.08.2025 | 11:30 | 0,28 | 0,27 | 0,07 | 0,07 | - |
| Brunnen 3 Rohwasser | 08.08.2025 | 11:30 | 0,26 | 0,26 | 0,08 | 0,08 | - |
| Brunnen 3 Rohwasser | 14.08.2025 | 11:30 | 0,27 | 0,28 | 0,07 | 0,07 | - |
| Brunnen 3 Rohwasser | 20.08.2025 | 11:30 | 0,24 | 0,24 | 0,06 | 0,06 | - |
| Brunnen 3 Rohwasser | 27.08.2025 | 11:30 | 0,24 | 0,24 | 0,06 | 0,06 | - |
| Mittelwert | | | 0,26 | 0,26 | 0,08 | 0,08 | 0,8 |

Der Brunnen 4 weist mit durchschnittlich 0,40 mg/l Eisen und 0,09 mg/l Mangan im Vergleich der Brunnen untereinander die höchsten Konzentrationen dieser Stoffe aus. Wie bei den anderen beiden Brunnen zeigt sich auch hier, dass Eisen und Mangan vor der Aufbereitung in ihrer gelösten, reduzierten Form als Eisen(II) und Mangan(II) vorliegen. (Tabelle 4)

Tabelle 4: Analysenergebnisse Rohwasser - Brunnen 4

| | | | Eisen ges. | Eisen(II) | Mangan ges. | Mangan(II) | DOC |
|---------------------|------------|-------|---------------|-------------|----------------|-------------|------------|
| | | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Brunnen 4 Rohwasser | 21.07.2025 | 13:30 | 0,38 | 0,38 | 0,08 | 0,1 | 0,91 |
| Brunnen 4 Rohwasser | 24.07.2025 | 11:30 | 0,38 | 0,38 | 0,17 | 0,09 | 0,87 |
| Brunnen 4 Rohwasser | 29.07.2025 | 11:30 | 0,38 | 0,38 | 0,09 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 01.08.2025 | 11:30 | 0,38 | 0,38 | 0,09 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 06.08.2025 | 11:30 | 0,42 | 0,42 | 0,09 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 11.08.2025 | 11:30 | 0,46 | 0,45 | 0,09 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 12.08.2025 | 11:30 | 0,47 | 0,45 | 0,09 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 15.08.2025 | 11:30 | 0,45 | 0,45 | 0,09 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 21.08.2025 | 11:30 | 0,36 | 0,34 | 0,08 | 0,08 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 25.08.2025 | 11:30 | 0,35 | 0,35 | 0,08 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 28.08.2025 | 11:30 | 0,39 | 0,41 | 0,08 | 0,08 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 01.09.2025 | 11:30 | 0,39 | 0,39 | 0,07 | 0,08 | - |
| Mittelwert | | | 0,40 | 0,40 | 0,09 | 0,09 | 0,9 |

Die stabilen Analysenergebnisse des Eisen-, Mangan- und DOC-Gehalts der drei Brunnenwässer lassen auf stabile Bedingungen in den jeweiligen Brunnen schließen. Die Eisen und Mangankonzentrationen der beiden neuen Brunnen 3 und 4 fallen im Vergleich zum alten Brunnen 2 zwar höher aus, liegen aber in einem Wertebereich der für Grundwässer in Deutschland typisch ist; in diesem Zusammenhang sind Eisenkonzentrationen bis 1 mg/l und Mangankonzentrationen bis 0,2 mg/l nicht ungewöhnlich.

3.2 Wasser nach Oxidator

Tabelle 5 bis Tabelle 7 stellen die Ergebnisse der Eisen- und Mangananalysen der einzelnen Brunnenwässer nach Behandlung mit dem Oxidator dar.

Die Analysenergebnisse des Wassers aus Brunnen 2 zeigen, dass ca. die Hälfte des Eisens im Oxidator zurückgehalten wurde. Die Mangankonzentrationen sind im Wasser nach der Belüftung unverändert. Die Ergebnisse in Bezug auf Mangan entsprechen den Erwartungen, da Mangan(II) erst im Kontakt mit dem mikrobiologisch eingearbeiteten Filterbett in seine ungelöste Form überführt werden kann. Eisen(II) hingegen sollte bei den gegebenen pH-Werten nach Belüftung unmittelbar in seine ungelöste Form übergehen und abgetrennt werden, was anhand der Analysenergebnisse nur teilweise bestätigt werden kann.

Tabelle 5: Analysenergebnisse Wasser nach Oxidator - Brunnen 2

| | | | Eisen ges. mg/l | Eisen(II) mg/l | Mangan ges. mg/l | Mangan(II) mg/l |
|-------------------------|------------|-------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Brunnen 2 nach Oxidator | 22.07.2025 | 13:30 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 25.07.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,04 | 0,15 | 0,03 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 30.07.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 04.08.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 07.08.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 13.08.2025 | 11:30 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 19.08.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 26.08.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| Mittelwert | | | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |

Im belüfteten Wasser aus Brunnen 2 zeigt sich ein ähnliches Bild. Mangan ist nach dem Durchlaufen des Oxidators unverändert in seiner reduzierten Form als Mangan(II) in gleicher Konzentration wie im Rohwasser gelöst. Auch hier wird Eisen über die Belüftung nur anteilig aus dem Wasser entfernt. Eisen liegt auch hier trotz der Zugabe von Luftsauerstoff noch in vergleichsweise hohem Anteil in seiner reduzierten Form als Eisen(II) vor (0,17 mg/l vs. 0,26 mg/l im Rohwasser).

Tabelle 6: Analysenergebnisse Wasser nach Oxidator - Brunnen 3

| | | | Eisen ges. mg/l | Eisen(II) mg/l | Mangan ges. mg/l | Mangan(II) mg/l |
|-------------------------|------------|-------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Brunnen 3 nach Oxidator | 23.07.2025 | 13:30 | 0,18 | 0,18 | 0,07 | - |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 28.07.2025 | 11:30 | 0,18 | 0,18 | 0,07 | 0,07 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 31.07.2025 | 11:30 | 0,18 | 0,18 | 0,07 | 0,07 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 05.08.2025 | 11:30 | 0,19 | 0,20 | 0,07 | 0,07 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 08.08.2025 | 11:30 | 0,19 | 0,18 | 0,07 | 0,07 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 14.08.2025 | 11:30 | 0,20 | 0,14 | 0,07 | 0,07 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 20.08.2025 | 11:30 | 0,16 | 0,16 | 0,06 | 0,06 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 27.08.2025 | 11:30 | 0,16 | 0,16 | 0,05 | 0,05 |
| Mittelwert | | | 0,18 | 0,17 | 0,07 | 0,07 |

Auch die Analysenergebnisse des belüfteten Wassers aus Brunnen 4 sind mit den Ergebnissen der anderen Brunnen vergleichbar. Die Mangankonzentration bleibt erwartungsgemäß unverändert, wohingegen auch hier Eisen nur anteilig aus dem Wasser entfernt wird und

auch nach Belüftung noch in vergleichsweise hoher Konzentration in seiner reduzierten Form als Eisen(II) vorliegt.

Tabelle 7: Analyseenergebnisse Wasser nach Oxidator - Brunnen 4

| | | | Eisen ges. mg/l | Eisen(II) mg/l | Mangan ges. mg/l | Mangan(II) mg/l |
|-------------------------|------------|-------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Brunnen 4 nach Oxidator | 21.07.2025 | 13:30 | 0,34 | 0,34 | 0,08 | 0,08 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 24.07.2025 | 11:30 | 0,34 | 0,34 | 0,18 | 0,08 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 29.07.2025 | 11:30 | 0,34 | 0,34 | 0,09 | 0,09 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 01.08.2025 | 11:30 | 0,34 | 0,34 | 0,22 | 0,2 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 06.08.2025 | 11:30 | 0,37 | 0,38 | 0,08 | 0,09 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 11.08.2025 | 11:30 | 0,41 | 0,40 | 0,09 | 0,09 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 12.08.2025 | 11:30 | 0,41 | 0,41 | 0,09 | 0,08 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 15.08.2025 | 11:30 | 0,38 | 0,39 | 0,08 | 0,08 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 21.08.2025 | 11:30 | 0,3 | 0,3 | 0,08 | 0,08 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 25.08.2025 | 11:30 | 0,31 | 0,32 | 0,08 | 0,08 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 28.08.2025 | 11:30 | 0,34 | 0,36 | 0,08 | 0,07 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 01.09.2025 | 11:30 | 0,34 | 0,33 | 0,07 | 0,07 |
| Mittelwert | | | 0,35 | 0,35 | 0,10 | 0,09 |

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Brunnenwässer nach Oxidator zeigen, dass Eisen über eine Zwangsbelüftung im Oxidator nur anteilig von seiner gelösten zweiwertigen Form (Eisen(II)) in die ungelöste dreiwertige Form (Eisen(III)) überführt wird. Mangan liegt nach dem Oxidator erwartungsgemäß noch in gleicher Konzentration in seiner gelösten reduzierten Form (als Mangan(II)) vor. Die vergleichsweise geringe anteilige Oxidation von Eisen(II) im Zuge der Belüftung im Oxidator lässt darauf schließen, dass der Luftsauerstoff im Oxidator nicht hinreichend in das Wasser eingetragen wird, um gelöstes Eisen(II) in seine ungelöste Form, d.h. zum Eisen(III), zu oxidieren.

3.3 Reinwasser

Tabelle 8 bis Tabelle 10 stellen die Eisen- und Mangankonzentrationen im Reinwasser nach der Aufbereitung, vor Eintritt des Wassers in den Hochbehälter dar.

In den Abbildung 3 bis Abbildung 5 werden die Mangan(II)-Konzentrationen im Reinwasser grafisch dargestellt.

Die Untersuchungsergebnisse in Tabelle 8 zeigen, dass Eisen nach Filtration über den Kiesfilter vollständig aus dem Wasser entfernt wurde; Eisen war in keiner der Reinwasserproben des Brunnen 2 nachweisbar. Mangan(II) wurde ausgehend von durchschnittlich 0,03 mg/l im Rohwasser auf 0,02 mg/l im Reinwasser reduziert. Einzeln erhöhte Gesamt-mangan-Konzentrationen (am 04.08.2025) sind offensichtlich auf den Eintrag feinsten Braunsteinpartikel zurückzuführen. Die Mangan(II)-Konzentrationen des Brunnenwassers 2 lagen nach der Wasseraufbereitung stets unter dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,05 mg/l und zeigen im zeitlichen Verlauf einen Trend hin zu geringeren Konzentrationen.

Tabelle 8: Analysenergebnisse Reinwasser - Brunnen 2

| | | | Eisen ges. mg/l | Eisen(II) mg/l | Mangan ges. mg/l | Mangan(II) mg/l |
|----------------------|------------|-------|-----------------------|-------------------|------------------------|--------------------|
| Brunnen 2 Reinwasser | 22.07.2025 | 13:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Brunnen 2 Reinwasser | 25.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 2 Reinwasser | 30.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,04 | 0,04 |
| Brunnen 2 Reinwasser | 04.08.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,13 | 0,01 |
| Brunnen 2 Reinwasser | 07.08.2025 | 11:30 | <0,01 | <0,01 | 0,02 | 0,024 |
| Brunnen 2 Reinwasser | 13.08.2025 | 11:30 | <0,01 | <0,01 | 0,03 | 0,026 |
| Brunnen 2 Reinwasser | 19.08.2025 | 11:30 | <0,01 | - | 0,01 | 0,01 |
| Brunnen 2 Reinwasser | 26.08.2025 | 11:30 | <0,01 | <0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Mittelwert | | | | | 0,04 | 0,02 |

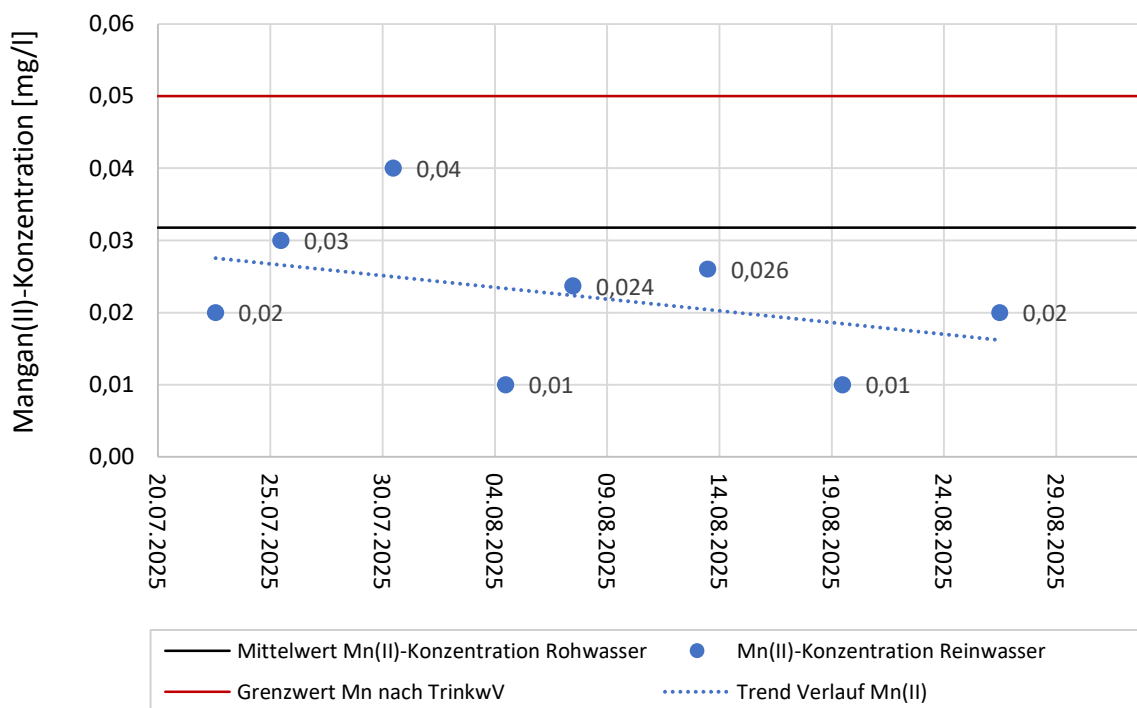


Abbildung 3: Verlauf der Mangan(II)-Konzentration im Reinwasser – Brunnen 2

Auch im aufbereiteten Wasser des Brunnen 3 ist kein Eisen nachweisbar. Mangan(II) wird ausgehend von durchschnittlich 0,08 mg/l auf eine Konzentration von durchschnittlich 0,01 mg/l deutlich unter den Mangan-Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,05 mg/l reduziert. (Tabelle 9)

Auch in Bezug auf das Wasser aus Brunnen 3 zeigt sich im zeitlichen Verlauf ein Trend hin zu geringeren Mangan(II)-Konzentrationen. (Abbildung 4)

Tabelle 9: Analysenergebnisse Reinwasser - Brunnen 3

| | | | Eisen ges. mg/l | Eisen(II) mg/l | Mangan ges. mg/l | Mangan(II) mg/l |
|----------------------|------------|-------|-----------------------|-------------------|------------------------|--------------------|
| Brunnen 3 Reinwasser | 23.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,01 | < 0,01 |
| Brunnen 3 Reinwasser | 28.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Brunnen 3 Reinwasser | 31.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Brunnen 3 Reinwasser | 05.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,006 |
| Brunnen 3 Reinwasser | 08.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,007 |
| Brunnen 3 Reinwasser | 14.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,009 |
| Brunnen 3 Reinwasser | 20.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,005 | 0,005 |
| Brunnen 3 Reinwasser | 27.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Mittelwert | | | | | 0,01 | 0,01 |

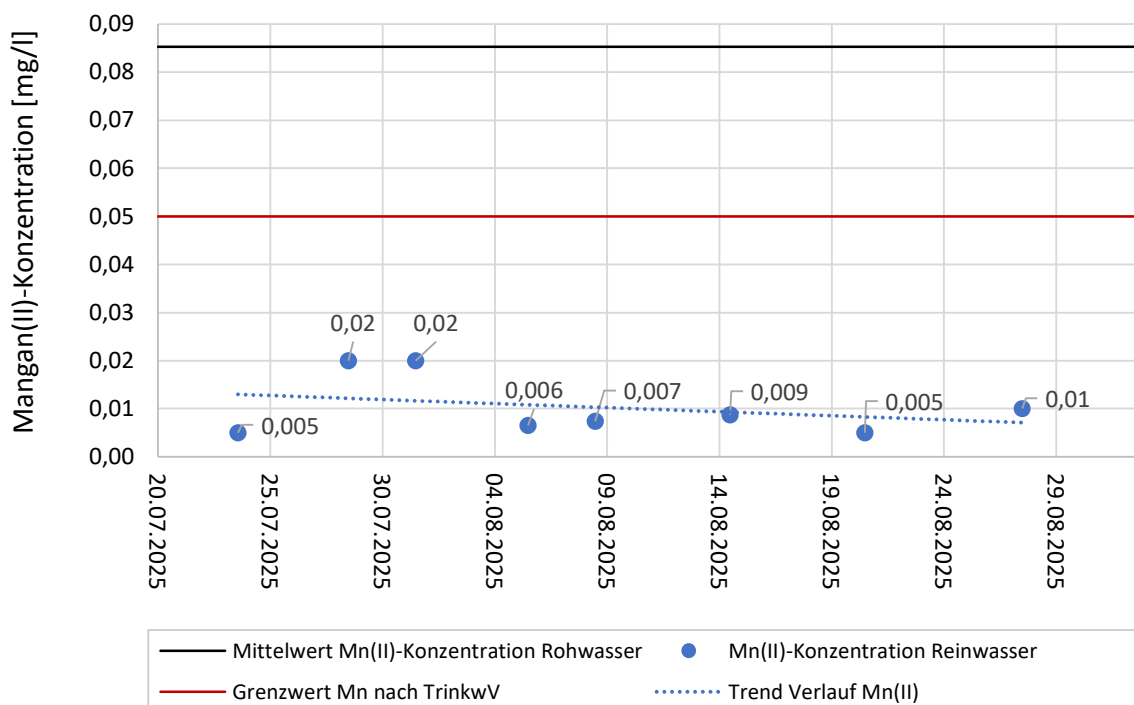


Abbildung 4: Verlauf der Mangan(II)-Konzentration im Reinwasser – Brunnen 3

Auch das aufbereitete Wasser aus Brunnen 4 weist vor Eintritt in den Hochbehälter keinerlei Eisen auf (Ausnahme: 06.08.2025). Mangan wurde in Konzentrationen bis 0,09 mg/l im Wasser nachgewiesen (Ausnahme 29.07.2025). Die Gesamt-Mangankonzentrationen lag teilweise knapp oberhalb des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung. Eine Überschreitung des Mangangrenzwerts von 0,05 mg/l wurde letztmalig am 12.08.2025 beobachtet.

Auch im Reinwasser aus Brunnen 4 zeigt sich ein positiver Trend in Richtung abnehmender Mangankonzentrationen (Abbildung 5). Dieser Trend im Ablauf von Brunnen 4 steht wahrscheinlich in unmittelbarem Zusammenhang mit der Verringerung des Fördervolumenstroms der Pumpe im Brunnen 4. Hier wurde am 11.08.2025 der Fördervolumenstrom von 60 m³/h auf 50 m³/h reduziert, was eine höhere Leerbettverweilzeit des Wassers im Filterbett bedingt und wahrscheinlich eine höhere Abscheiderate von Mangan im Filterbett zur Folge hat.

Tabelle 10: Analysenergebnisse Reinwasser - Brunnen 4

| | | | Eisen ges. mg/l | Eisen(II) mg/l | Mangan ges. mg/l | Mangan(II) mg/l |
|----------------------|------------|-------|-----------------------|-------------------|------------------------|--------------------|
| Brunnen 4 Reinwasser | 21.07.2025 | 13:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 24.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,06 | 0,05 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 29.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,22 | 0,09 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 01.08.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,07 | 0,07 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 06.08.2025 | 11:30 | 0,01 | < 0,01 | 0,05 | 0,05 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 11.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,005 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 12.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,06 | 0,063 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 15.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,005 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 21.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 25.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 28.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,05 | 0,05 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 01.09.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Mittelwert | | | < 0,01 | < 0,01 | 0,06 | 0,04 |

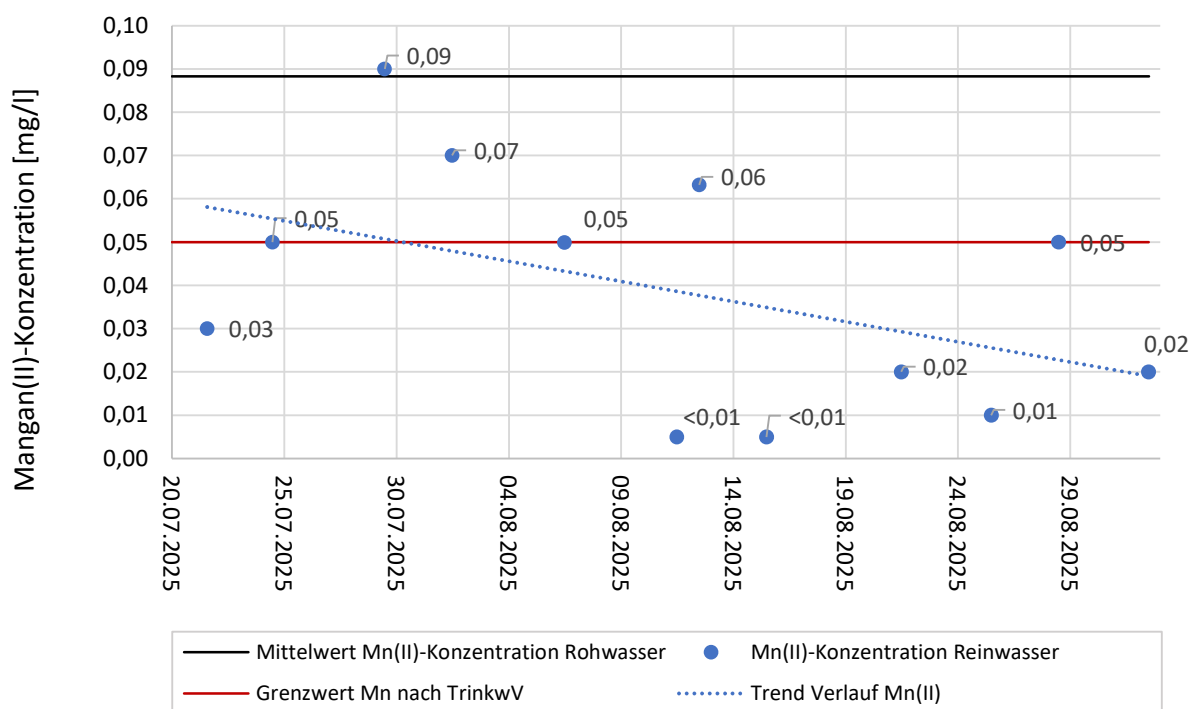


Abbildung 5: Verlauf der Mangan(II)-Konzentration im Reinwasser – Brunnen 4

In der Gesamtbetrachtung der Analysenergebnisse aller Brunnen zeigt sich, dass Eisen im Reinwasser vor Eintritt in den Hochbehälter nicht mehr im Wasser nachweisbar war. Die Mangankonzentrationen im Reinwasser von Brunnen 2 und 3 lagen jeweils, mit Ausnahme eines einzelnen erhöhten Wertes der Gesamtmangan-Konzentration von 0,12 mg/l am 04.08.2025 (welcher vermutlich auf einen Partikeleintrag zurückzuführen ist), stets dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,05 mg/l. Einzig die Mangankonzentrationen des aufbereiteten Wassers aus Brunnen 4 lagen teilweise über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,05 mg/l; wobei bei diesem Brunnen, wie auch bei den Brunnen 2 und 3, ein positiver Trend in Richtung geringerer Ablaufkonzentrationen zu beobachten ist.

4 Zusammenfassung und Fazit

Die Brunnen 2–4 zeigen jeweils grundwassertypische Eisen- und Mangankonzentrationen im Ausgangswasser. Der Brunnen 4 weist die höchsten Eisen- und Mangan-Gehalte von ca. 0,4 mg/l Eisen und ca. 0,09 mg/l Mangan, gefolgt von Brunnen 3, mit durchschnittlich 0,26 mg/l Eisen und 0,08 mg/l Mangan, auf. Der ursprüngliche Brunnen 2 zeigt mit 0,08 mg/l Eisen und 0,03 mg/l Mangan die geringsten Konzentrationen im Vergleich aller Brunnen untereinander an. Die Brunnen zeigen unauffällige Gehalte gelöster organischer Verbindungen im grundwassertypischen Bereich von < 1 mg/l.

Nach Zwangsbelüftung der Brunnenwässer über den Oxidator, wird die Eisen-Konzentration reduziert, wobei anteilig am meisten Eisen aus dem Wasser des Brunnens 2 entfernt wird, gefolgt von Brunnen 3 und 4. Die Mangankonzentration bleibt nach der Luftbeaufschlagung erwartungsgemäß unverändert, da Mangan erst in Kontakt mit dem mikrobiologisch eingearbeiteten Filterbett im Kiesfilter aus dem Wasser entfernt werden kann. Die anteilig geringe Eisenentfernung steht offenbar im unmittelbaren Zusammenhang mit einem unzureichenden Sauerstoffeintrag im Oxidator, was durch die vergleichsweise hohen Gehalte gelösten, reduzierten Eisens (Eisen(II)) erkennbar ist.

Im Reinwasser lagen die Eisenkonzentrationen mit einer einzelnen Ausnahme stets unter der Nachweisgrenze. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,2 mg/l wurde damit im Beobachtungszeitraum sehr deutlich unterschritten und stets sicher eingehalten.

Die Mangankonzentrationen lagen nach Aufbereitung von Brunnen 2 und 3 ebenfalls unter dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,05 mg/l. Im Ablauf von Brunnen 4 zeigten sich teils erhöhte Mangankonzentrationen leicht über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung. In allen Brunnen, insbesondere im Brunnen 4, lässt sich ein Trend in Richtung höherer Entfernungsraten von Mangan beobachten. Dies spricht für eine mikrobiologische Einarbeitung des Kiesfilters mit manganoxidierenden Mikroorganismen, die sich in Gegenwart von Mangan(II) natürlicherweise im Filterbett entwickeln. Ein mikrobiologisch eingearbeiteter Filter ist in der Lage Mangan zu oxidieren und im Filterbett abzuscheiden (Groth und Czekalla 2004, Nealson 2006). Die Dauer der Einarbeitung eines Entmanganungsfilters (Mangan(II)-Filters) hängt von den Standortbedingungen vor Ort ab und kann mehrere Wochen bis Monaten dauern, wobei die manganoxidierende Mikroflora sehr standortspezifisch ist (u.a. DVGW 2005; Buamah 2009; Bruins 2015). Für eine optimale Entfernung von Eisen und Mangan sollte die Belüftung über den Oxidator so eingestellt sein, dass über die Einbringung von Luftsauerstoff ein Großteil des Eisens(II) bereits im Ablauf des Oxidators zu Eisen(III) überführt wurde. Eine optimierte Eisenoxidation wirkt sich unmittelbar positiv auf die Manganentfernung im Kiesfilter aus.

Die Mangankonzentrationen der Brunnenwässer nach der Aufbereitung und vor Eintritt in den Hochbehälter zeigten im Beobachtungszeitraum durchweg geringe Mangankonzentrationen von unter 0,1 mg/l, meist unter dem Grenzwert von 0,05 mg/l.

Gesundheitliche Bedenken beim Konsum von Wässern in denen Mangan in derartigen Spurenkonzentrationen gelöst ist bestehen nicht. Von der WHO wird ein gesundheitsbezogener Richtwert von 0,4 mg/l Mangan im Wasser empfohlen. Dieser Wert gilt für die allgemeine Bevölkerung bei lebenslanger Aufnahme als gesundheitlich unbedenklich. (Ljung und Vahter, 2007; WHO, 2011).

Aus gesundheitlicher Sicht kann das Trinkwasser der Gemeinde Petershausen daher weiterhin bedenkenlos konsumiert und verwendet werden.

5 Weiteres Vorgehen

Beginnend mit dem 15.09.2025 soll über einen Zeitraum von einer Woche kontinuierlich der Sauerstoffgehalt und die Redoxspannung im Ablauf des Oxidators gemessen werden. Parallel hierzu sollen weitergehend einmal täglich Proben entnommen und auf ihre Eisen- und Mangankonzentration hin untersucht werden. Ziel ist es den Luftsauerstoffeintrags über den Oxidator zu beurteilen, um so – falls erforderlich – die Aufbereitung optimieren und die Entfernung von Mangan erhöhen und so die Aufbereitung weitergehend optimieren zu können.

6 Literatur

Bruins, Jantinus H.; Petrusevski, Branislav; Slokar, Yness M.; Huysman, Koen; Joris, Koen; Kruithof, Joop C.; Kennedy, Maria D. (2015): Reduction of ripening time of full-scale manganese removal filters with manganese oxide-coated media. In: *Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA* 64 (4), S. 434. DOI: 10.2166/aqua.2015.117.

Buamah, Richard (2009): Adsorptive removal of manganese, arsenic and iron from groundwater. UNESCO-IHE: CRC Press/Balkema.

DVGW (2005) W 223-1:2005: Arbeitsblatt Technische Regel W-223-1. Enteisenung und Entmanganung. Teil 1: Grundsätze und Verfahren.

Groth, P.; Czekalla, C. (2004): Enteisenung und Entmanganung. In: R. Gimbel, M. Jekel und R. Ließfeld (Hg.): Wasseraufbereitung. Grundlagen und Verfahren, Bd. 6. 6. Aufl. München, Wien: Oldenbourg Industrieverlag GmbH, S. 478–516.

Ljung, Karin; Vahter, Marie (2007): Time to re-evaluate the guideline value for manganese in drinking water? In: *Environmental health perspectives* 115 (11), S. 1533–1538. DOI: 10.1289/ehp.10316.

Nealson, Kenneth H. (2006): The Manganese-Oxidizing Bacteria. In: Martin Dworkin, Stanley Falkow, Eugene Rosenberg, Karl-Heinz Schleifer und Erko Stackebrandt (Hg.): *The Prokaryotes*. New York, NY: Springer New York, S. 222–231.

WHO (2011): Manganese in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. In: *World Health Organisation*.

Anhang 1 – Zusammenfassung Analysenergebnisse

| | | | Eisen ges. mg/l | Eisen(II) mg/l | Mangan- ges. mg/l | Man- gan(II) mg/l | DOC mg/l |
|-------------------------|------------|-------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Brunnen 4 Rohwasser | 21.07.2025 | 13:38 | 0,38 | 0,38 | 0,08 | 0,1 | 0,91 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 21.07.2025 | 13:30 | 0,34 | 0,34 | 0,08 | 0,08 | - |
| Brunnen 4 Reinwasser | 21.07.2025 | 13:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 Rohwasser | 22.07.2025 | 13:30 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,84 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 22.07.2025 | 13:30 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 Reinwasser | 22.07.2025 | 13:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,02 | 0,02 | - |
| Brunnen 3 Rohwasser | 23.07.2025 | 11:30 | 0,25 | 0,25 | 0,07 | 0,07 | 0,89 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 23.07.2025 | 13:30 | 0,18 | 0,18 | 0,07 | - | - |
| Brunnen 3 Reinwasser | 23.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,01 | < 0,01 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 24.07.2025 | 11:30 | 0,38 | 0,38 | 0,17 | 0,09 | 0,87 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 24.07.2025 | 11:30 | 0,34 | 0,34 | 0,18 | 0,08 | - |
| Brunnen 4 Reinwasser | 24.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,06 | 0,05 | - |
| Brunnen 2 Rohwasser | 25.07.2025 | 11:30 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,74 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 25.07.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,04 | 0,15 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 Reinwasser | 25.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 3 Rohwasser | 28.07.2025 | 11:30 | 0,25 | 0,25 | 0,07 | - | 0,79 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 28.07.2025 | 11:30 | 0,18 | 0,18 | 0,07 | 0,07 | - |
| Brunnen 3 Reinwasser | 28.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,02 | 0,02 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 29.07.2025 | 11:30 | 0,38 | 0,38 | 0,09 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 29.07.2025 | 11:30 | 0,34 | 0,34 | 0,09 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 Reinwasser | 29.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,22 | 0,09 | - |
| Brunnen 2 Rohwasser | 30.07.2025 | 11:30 | 0,09 | 0,08 | 0,03 | 0,04 | - |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 30.07.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 Reinwasser | 30.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,04 | 0,04 | - |
| Brunnen 3 Rohwasser | 31.07.2025 | 11:30 | 0,25 | 0,25 | 0,16 | 0,07 | - |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 31.07.2025 | 11:30 | 0,18 | 0,18 | 0,07 | 0,07 | - |
| Brunnen 3 Reinwasser | 31.07.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,02 | 0,02 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 01.08.2025 | 11:30 | 0,38 | 0,38 | 0,09 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 01.08.2025 | 11:30 | 0,34 | 0,34 | 0,22 | 0,2 | - |
| Brunnen 4 Reinwasser | 01.08.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,07 | 0,07 | - |
| Brunnen 2 Rohwasser | 04.08.2025 | 11:30 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 04.08.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | - | - |
| Brunnen 2 Reinwasser | 04.08.2025 | 11:30 | < 0,02 | < 0,02 | 0,13 | 0,01 | - |
| Brunnen 3 Rohwasser | 05.08.2025 | 11:30 | 0,28 | 0,27 | 0,07 | 0,07 | - |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 05.08.2025 | 11:30 | 0,19 | 0,20 | 0,07 | 0,07 | - |
| Brunnen 3 Reinwasser | 05.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,01 | - |
| Brunnen 4 Rohwasser | 06.08.2025 | 11:30 | 0,42 | 0,42 | 0,09 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 06.08.2025 | 11:30 | 0,37 | 0,38 | 0,08 | 0,09 | - |
| Brunnen 4 Reinwasser | 06.08.2025 | 11:30 | 0,01 | < 0,01 | 0,05 | 0,05 | - |
| Brunnen 2 Rohwasser | 07.08.2025 | 11:30 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 07.08.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | - |
| Brunnen 2 Reinwasser | 07.08.2025 | 11:30 | 0,00 | < 0,01 | 0,02 | 0,02 | - |
| Brunnen 3 Rohwasser | 08.08.2025 | 11:30 | 0,26 | 0,26 | 0,08 | 0,08 | - |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 08.08.2025 | 11:30 | 0,19 | 0,18 | 0,07 | 0,07 | - |
| Brunnen 3 Reinwasser | 08.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,01 | - |

| | | | Eisen ges. | Ei- sen(II) | Mangan- ges. | Man- gan(II) |
|--------------------------------|------------|-------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Brunnen 4 Rohwasser 50m³/h | 11.08.2025 | 11:30 | 0,46 | 0,45 | 0,09 | 0,09 |
| Brunnen 4 nach Oxidator 50m³/h | 11.08.2025 | 11:30 | 0,41 | 0,40 | 0,09 | 0,09 |
| Brunnen 4 Reinwasser 50m³/h | 11.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | < 0,01 |
| Brunnen 4 Rohwasser 50m³/h | 12.08.2025 | 11:30 | 0,47 | 0,45 | 0,09 | 0,09 |
| Brunnen 4 nach Oxidator 50m³/h | 12.08.2025 | 11:30 | 0,41 | 0,41 | 0,09 | 0,08 |
| Brunnen 4 Reinwasser 50m³/h | 12.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,06 | 0,06 |
| Brunnen 2 Rohwasser | 13.08.2025 | 11:30 | 0,09 | 0,08 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 13.08.2025 | 11:30 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 2 Reinwasser | 13.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 3 Rohwasser | 14.08.2025 | 11:30 | 0,27 | 0,28 | 0,07 | 0,07 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 14.08.2025 | 11:30 | 0,20 | 0,14 | 0,07 | 0,07 |
| Brunnen 3 Reinwasser | 14.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Brunnen 4 Rohwasser 50m³/h | 15.08.2025 | 11:30 | 0,45 | 0,45 | 0,09 | 0,09 |
| Brunnen 4 nach Oxidator 50m³/h | 15.08.2025 | 11:30 | 0,38 | 0,39 | 0,08 | 0,08 |
| Brunnen 4 Reinwasser 50m³/h | 15.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Brunnen 2 Rohwasser | 19.08.2025 | 11:30 | 0,08 | 0,07 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 19.08.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Brunnen 2 Reinwasser | 19.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Brunnen 3 Rohwasser | 20.08.2025 | 11:30 | 0,24 | 0,24 | 0,06 | 0,06 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 20.08.2025 | 11:30 | 0,16 | 0,16 | 0,06 | 0,06 |
| Brunnen 3 Reinwasser | 20.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Brunnen 4 Rohwasser 50m³/h | 21.08.2025 | 11:30 | 0,36 | 0,34 | 0,08 | 0,08 |
| Brunnen 4 nach Oxidator 50m³/h | 21.08.2025 | 11:30 | 0,3 | 0,3 | 0,08 | 0,08 |
| Brunnen 4 Reinwasser 50m³/h | 21.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Brunnen 4 Rohwasser 50m³/h | 25.08.2025 | 11:30 | 0,35 | 0,35 | 0,08 | 0,09 |
| Brunnen 4 nach Oxidator 50m³/h | 25.08.2025 | 11:30 | 0,31 | 0,32 | 0,08 | 0,08 |
| Brunnen 4 Reinwasser 50m³/h | 25.08.2025 | 11:30 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Brunnen 2 Rohwasser | 26.08.2025 | 11:30 | 0,07 | 0,08 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 2 nach Oxidator | 26.08.2025 | 11:30 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| Brunnen 2 Reinwasser | 26.08.2025 | 11:30 | <0,01 | <0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Brunnen 3 Rohwasser | 27.08.2025 | 11:30 | 0,24 | 0,24 | 0,06 | 0,06 |
| Brunnen 3 nach Oxidator | 27.08.2025 | 11:30 | 0,16 | 0,16 | 0,05 | 0,05 |
| Brunnen 3 Renwasser | 27.08.2025 | 11:30 | <0,01 | <0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Brunnen 4 Rohwasser | 28.08.2025 | 11:30 | 0,39 | 0,41 | 0,08 | 0,08 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 28.08.2025 | 11:30 | 0,34 | 0,36 | 0,08 | 0,07 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 28.08.2025 | 11:30 | <0,01 | <0,01 | 0,05 | 0,05 |
| Brunnen 4 Rohwasser | 01.09.2025 | 11:30 | 0,39 | 0,39 | 0,07 | 0,08 |
| Brunnen 4 nach Oxidator | 01.09.2025 | 11:30 | 0,34 | 0,33 | 0,07 | 0,07 |
| Brunnen 4 Reinwasser | 01.09.2025 | 11:30 | <0,01 | <0,01 | 0,02 | 0,02 |

Anhang 2 – Prüfparameter und Prüfverfahren

Projekt: Stufenkontrolle Wasseraufbereitung – Gemeinde Petershausen
Auftraggeber: Eigenbetrieb Gemeinde Petershausen, Alexander Wiringer

Prüfparameter

Prüfverfahren

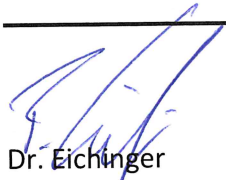
| | |
|------------------------|---|
| Mangan ges./Mangan(II) | photometrische Bestimmung & DIN EN ISO 15586: 2004-02 (E 4) |
| Eisen ges./Eisen(II) | photometrische Bestimmung & DIN EN ISO 15586: 2004-02 (E 4) |
| DOC | DIN EN 1484 (H3): 2019-04 |

Legende

| | |
|------|--|
| * | Analytik in Kooperation mit akkreditiertem bzw. qualifiziertem Prüflabor |
| n.b. | nicht bestimmt, Konzentration zu gering |
| < | für Messungen radioaktiver Parameter Angabe der Nachweisgrenze, für alle anderen Messungen Angabe der Bestimmungsgrenze |
| - | nicht beauftragt bzw. verworfen |
| x | qualifiziertes Verfahren mit ausstehender Akkreditierung |

Anmerkungen

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die Prüfgegenstände.
Rückstellmuster von Feststoffproben und flüssigen KW-Proben werden 8 Wochen nach Ergebnismitteilung, Rückstellmuster von wässrigen Proben werden 16 Wochen nach Ergebnismitteilung entsorgt - sofern nicht anders vereinbart.
Auch eine auszugsweise Veröffentlichung von Prüfergebnissen bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung der Hydroisotop GmbH.
Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Hydroisotop GmbH.
Die Hydroisotop GmbH übernimmt keine Verantwortung für die Korrektheit von Probenahmen durch Dritte.


Dr. Eichinger
(Geschäftsführer)
15.09.2025