

# Vanadium im Wasserwerk Haltern

## Vorkommen, Gegenmaßnahmen und Entfernungsmöglichkeiten

Ilka Sandhusen, Alexander Kortmann,  
David Warschke

WaBoLu - Fortbildungstagung für Wasserfachleute, 1.11.2023



**GELSENWASSER**



# Inhalt

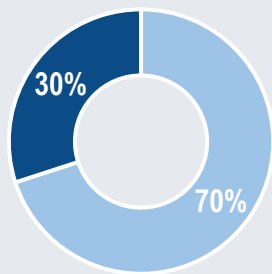
1. Kurzvorstellung der Aufbereitung im WW Haltern und Vorkommen von Vanadium
2. Gegenmaßnahmen
3. Pilotierung von Verfahren zur Vanadiumentfernung
4. Ausblick und Diskussion



# Einzugsgebiet

## Steuer und Halterner Sande

- Verbreitungsgebiet Halterner Sande
- Einzugsgebiet Steuer und Mühlenbach
- Wasserwerk Haltern  
Förderung ca. 100 Mio. m<sup>3</sup>/a,

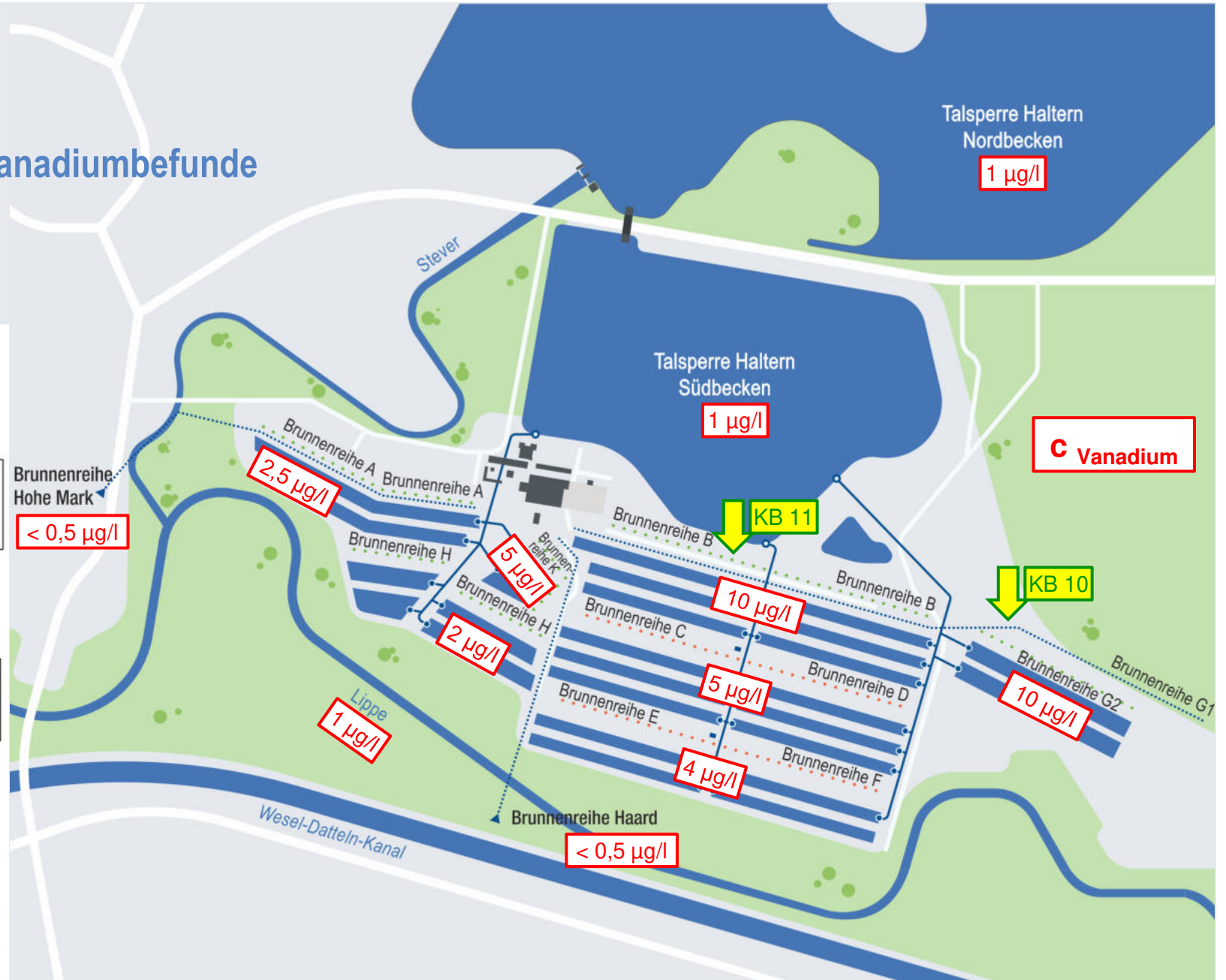
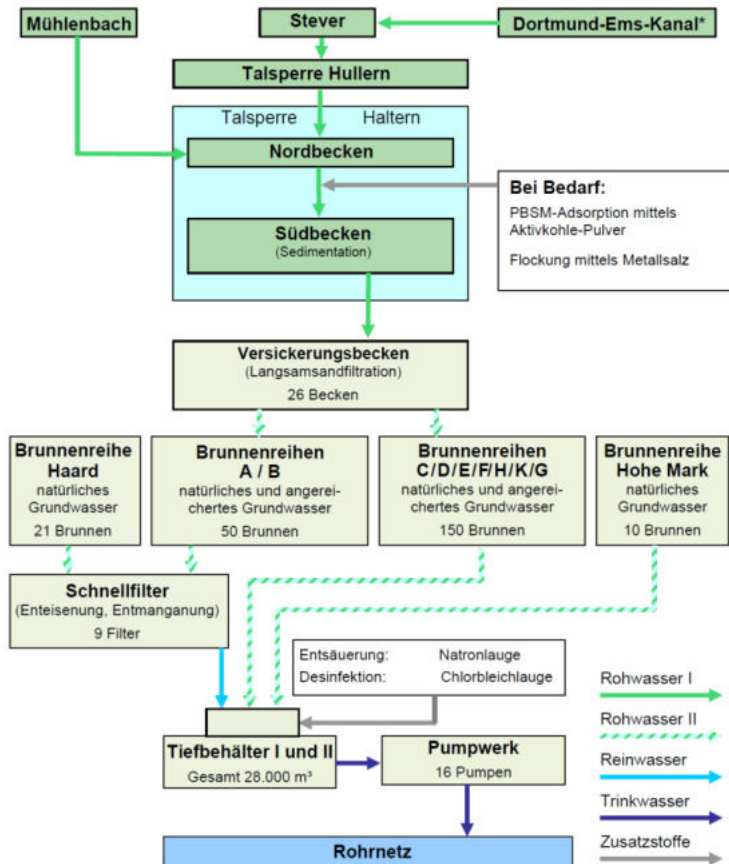


- künstliche Grundwasseranreicherung
- natürliches Grundwasser



# Wasserwerk Haltern

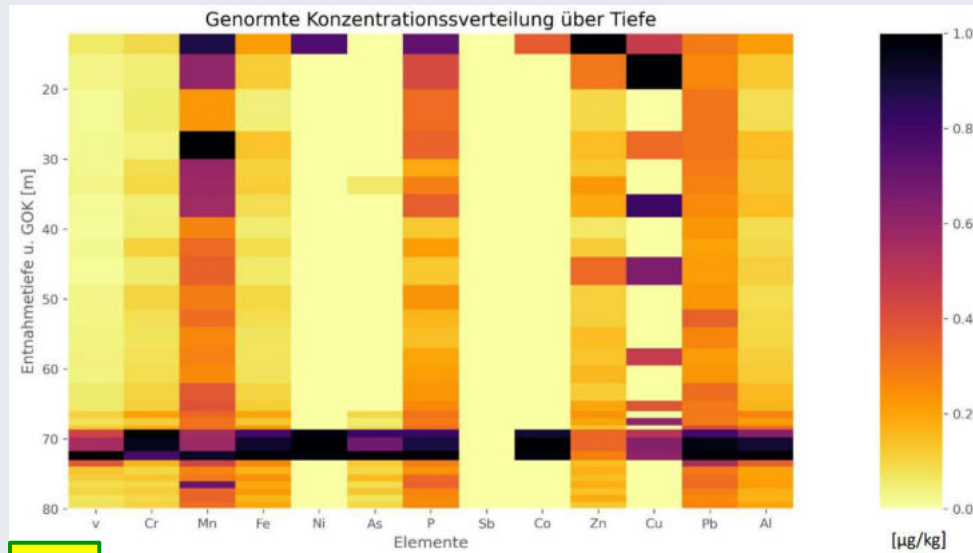
## Gewinnung, Aufbereitung, Vanadiumbefunde



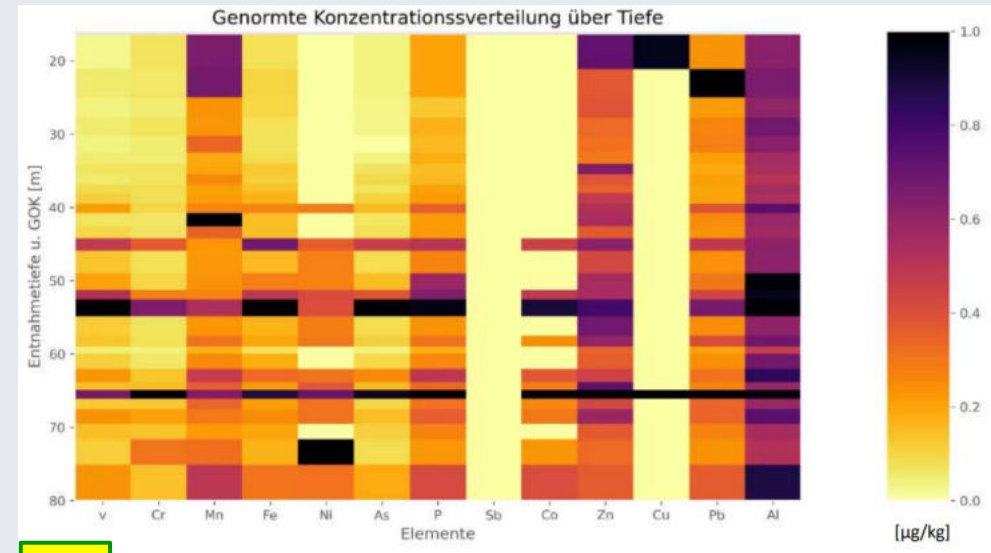


# Bohrkernuntersuchungen

## Ansprache, Probenahme, Königswasseraufschluss



KB 10



KB 11



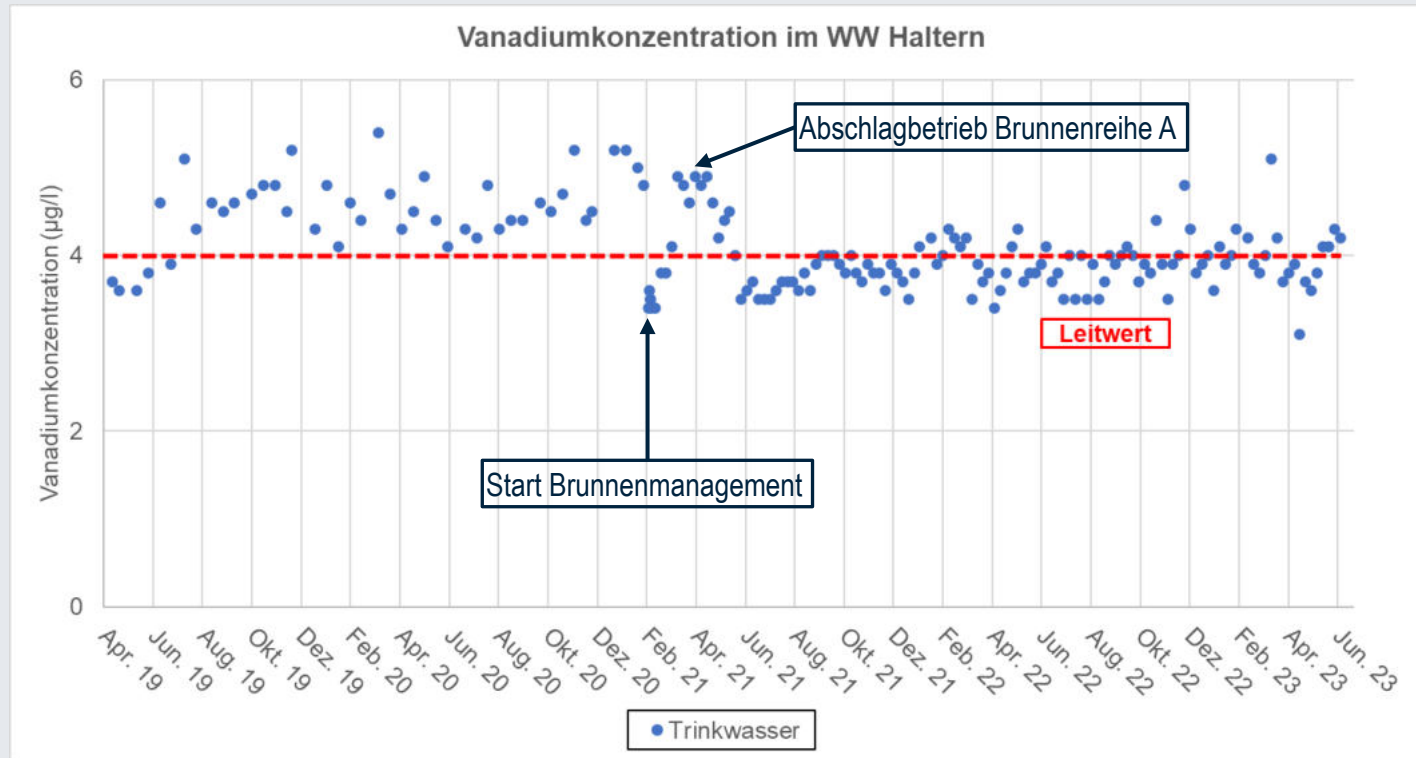
Quelle: Untersuchungsbericht der Ruhr Universität Bochum

- Nachweis von Vanadiumkonzentrationen bis ca. 150 mg/kg in eng umgrenzten Schichten geogenen Ursprungs
- Lösungsprozesse als Haupt-Eintragspfad von Vanadium in das Trinkwasser identifiziert



# Gegenmaßnahmen

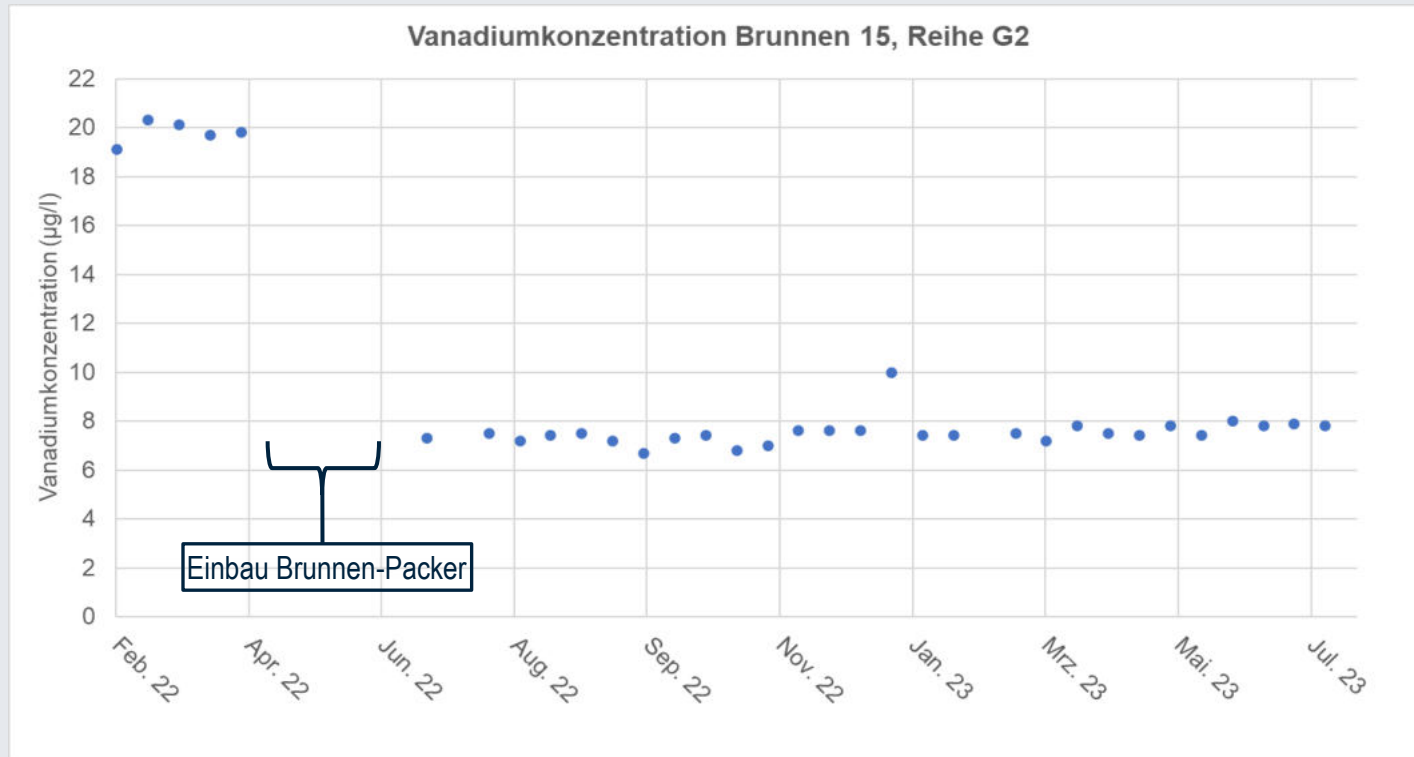
## Brunnenmanagement



Zeitraum	Vanadium-Konzentration Trinkwasser (µg/l)			Anzahl LW-Überschreitungen	Anteil LW-Überschreitungen (%)
	Mittelwert	Minimum	Maximum		
2022	3,9	3,4	4,8	13	25
2023 (1. Halbjahr)	3,9	3,1	5,1	7	27

# Gegenmaßnahmen

## Verpackung von Filterstrecken in belasteten Brunnen

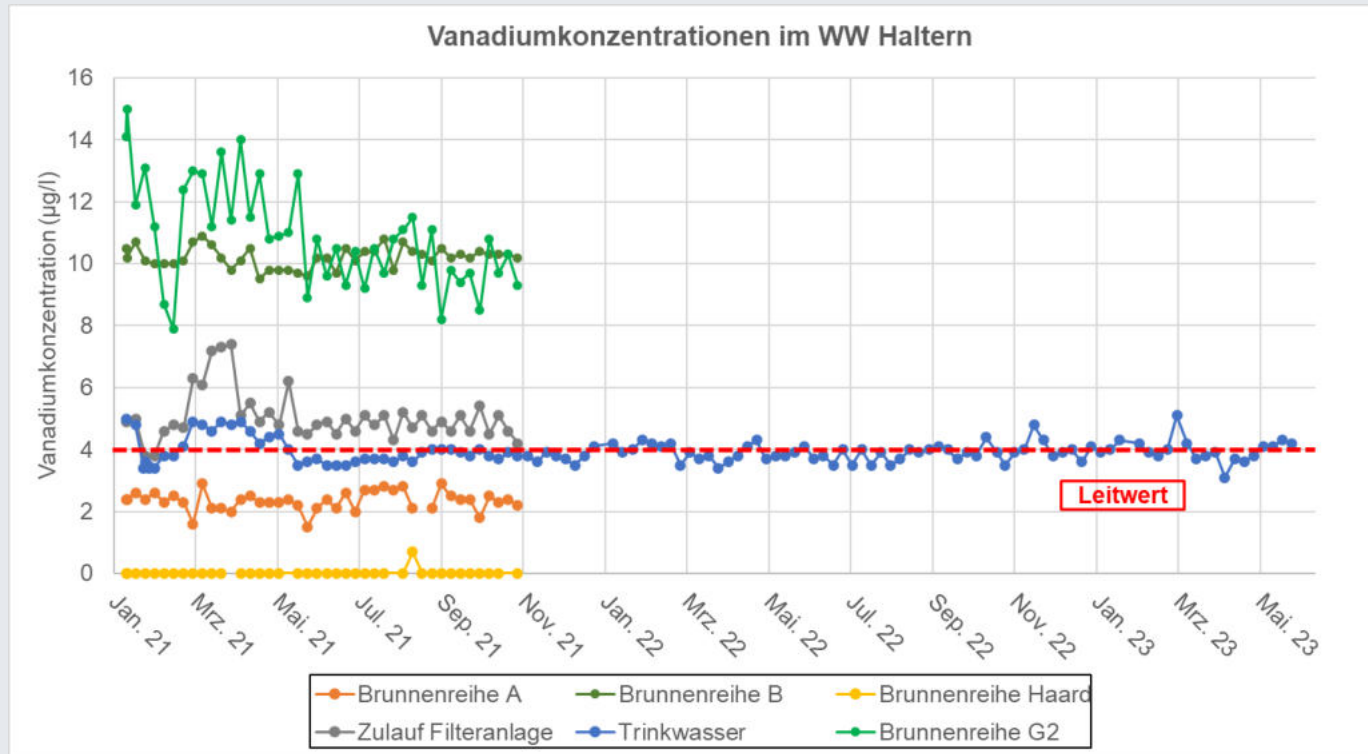


- Verminderung der Vanadiumkonzentration um 50 - 60 % durch Reduzierung des Zuflusses aus belasteten Horizonten
- Verpackung von verfilterten Brunnenabschnitten möglich aufgrund großzügiger Brunnendimensionierung



# Pilotierung von Verfahren zur Vanadiumentfernung

## Ausgangslage & Varianten



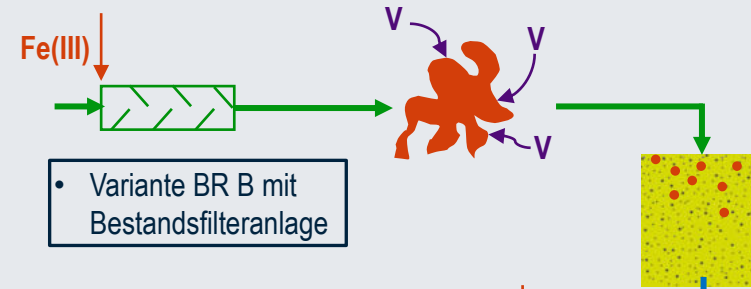
- Teilstromaufbereitung der Brunnenreihen B und / oder G2
  - in Kombination mit bestehender Filteranlage
  - mit neuer Aufbereitungsanlage
- Vollstromaufbereitung des Zulaufs der Filteranlage
  - in Kombination mit bestehender Filteranlage





**Pilotierung von Aufbereitungsverfahren**

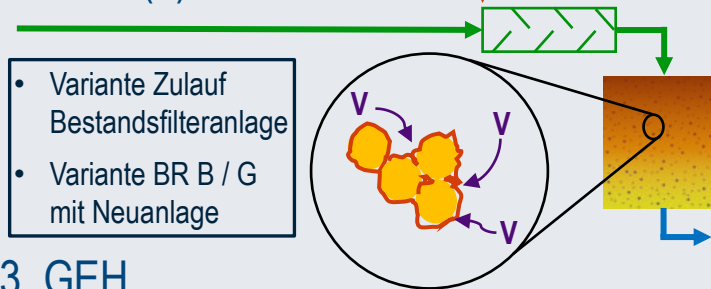
### 1. Eisen(III)-Filtration



- Variante BR B mit Bestandsfilteranlage

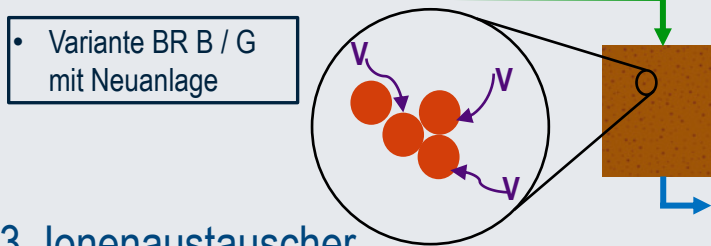
### 2. Eisen(II)-Filtration

Fe(II)



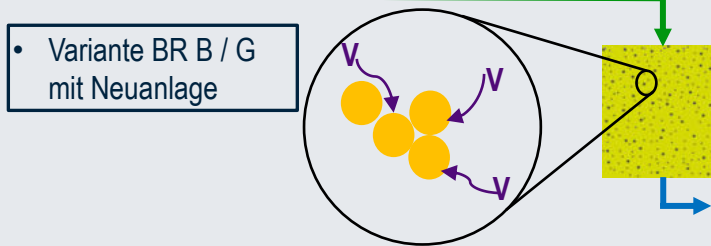
- Variante Zulauf Bestandsfilteranlage
- Variante BR B / G mit Neuanlage

### 3. GEH



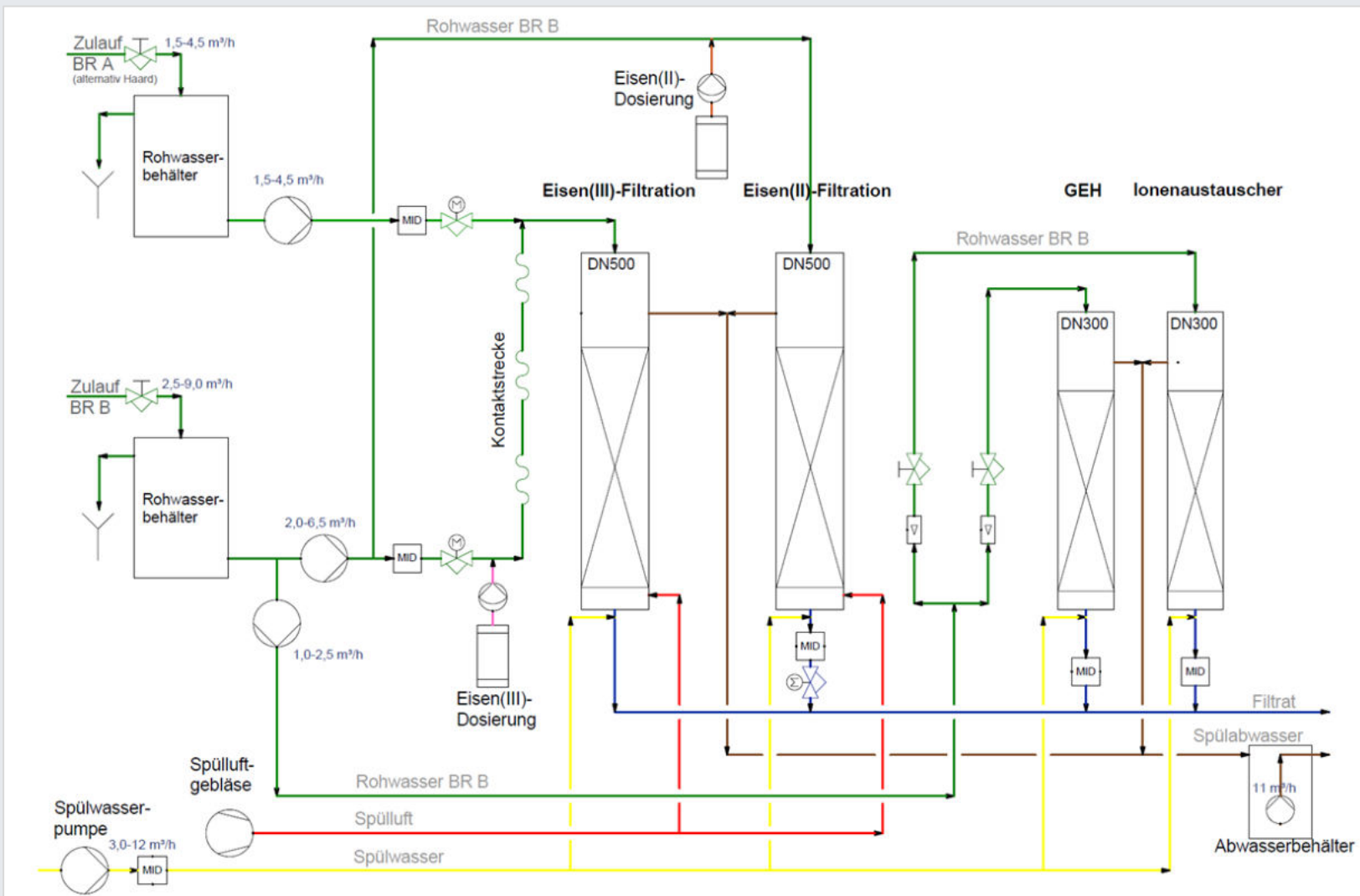
- Variante BR B / G mit Neuanlage

### 3. Ionenaustauscher



- Variante BR B / G mit Neuanlage

# Versuchsanlage



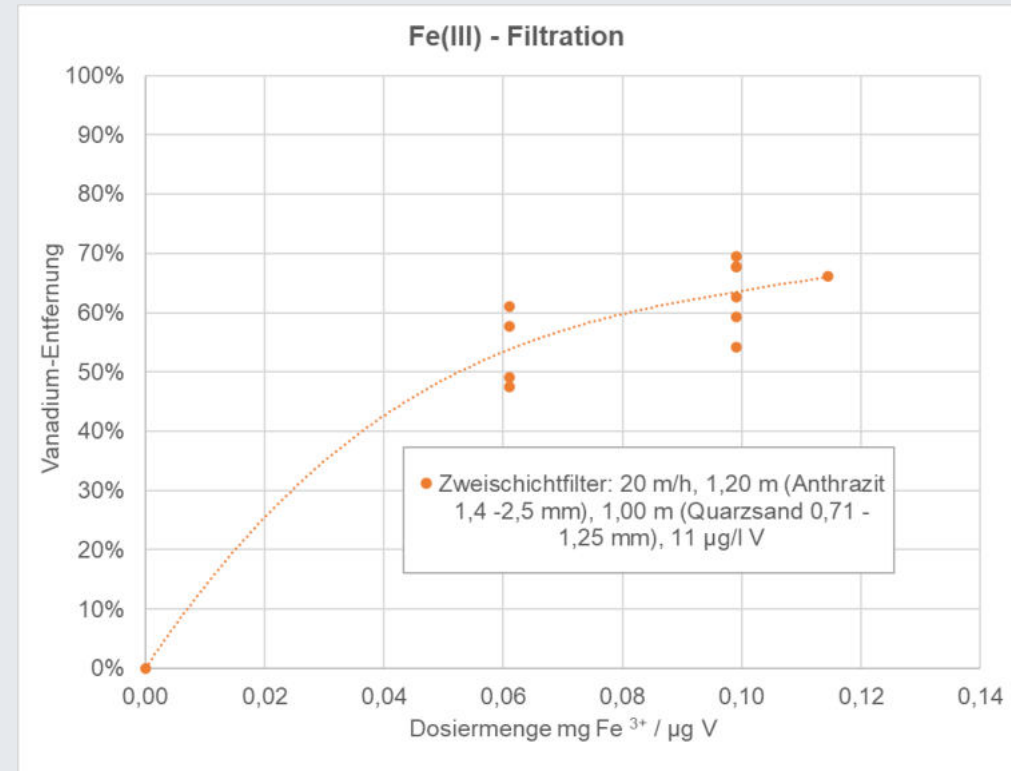
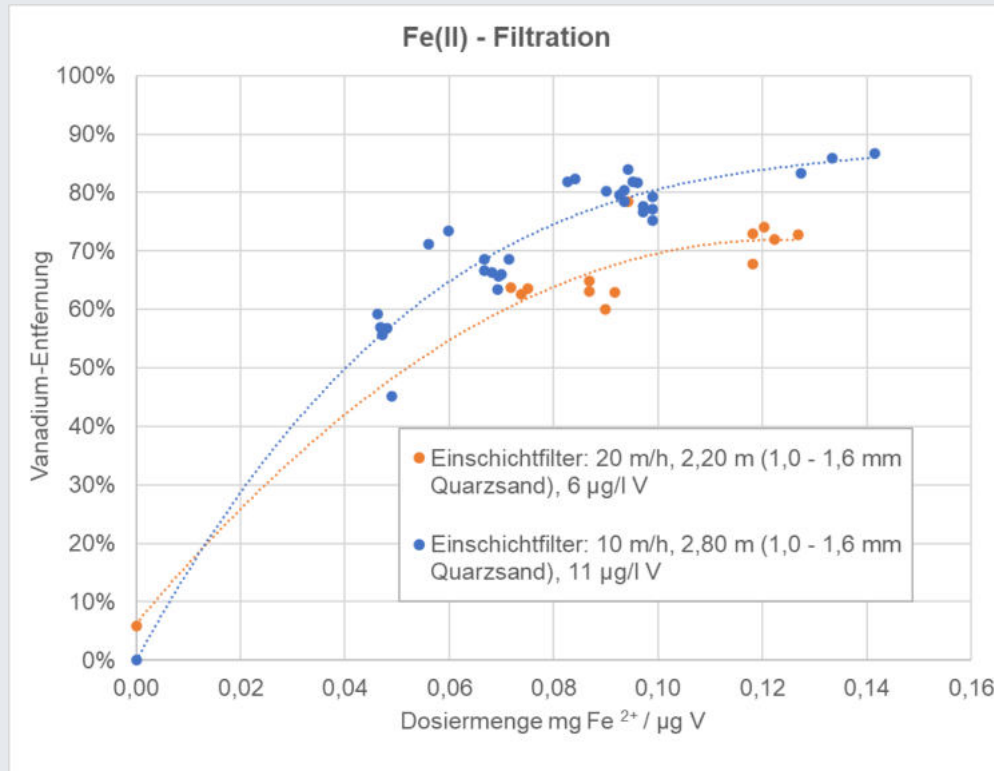
## Betriebsdaten Filteranlage:

- $Q_{\text{mittl.}} - Q_{\text{max.}} = 3.700 - 6.400 \text{ m}^3/\text{h}$
- $v_{\text{mittl.}} - v_{\text{max.}} = 15 - 26 \text{ m/h}$
- Filterschüttung: 2,2 m Quarzsand  
Körnung: 1,0 - 1,6 mm,
- $\Delta p$  Filteranlage: 155 - 260 mbar
- Mischungsverhältnis:  
BR A + BR Haard / BR B: ca. 55/45 %
- Rückspülintervall: 9 Tage



# Pilotierung von Verfahren zur Vanadiumentfernung

## Ergebnisse Fe(II)- und Fe(III)-Filtration



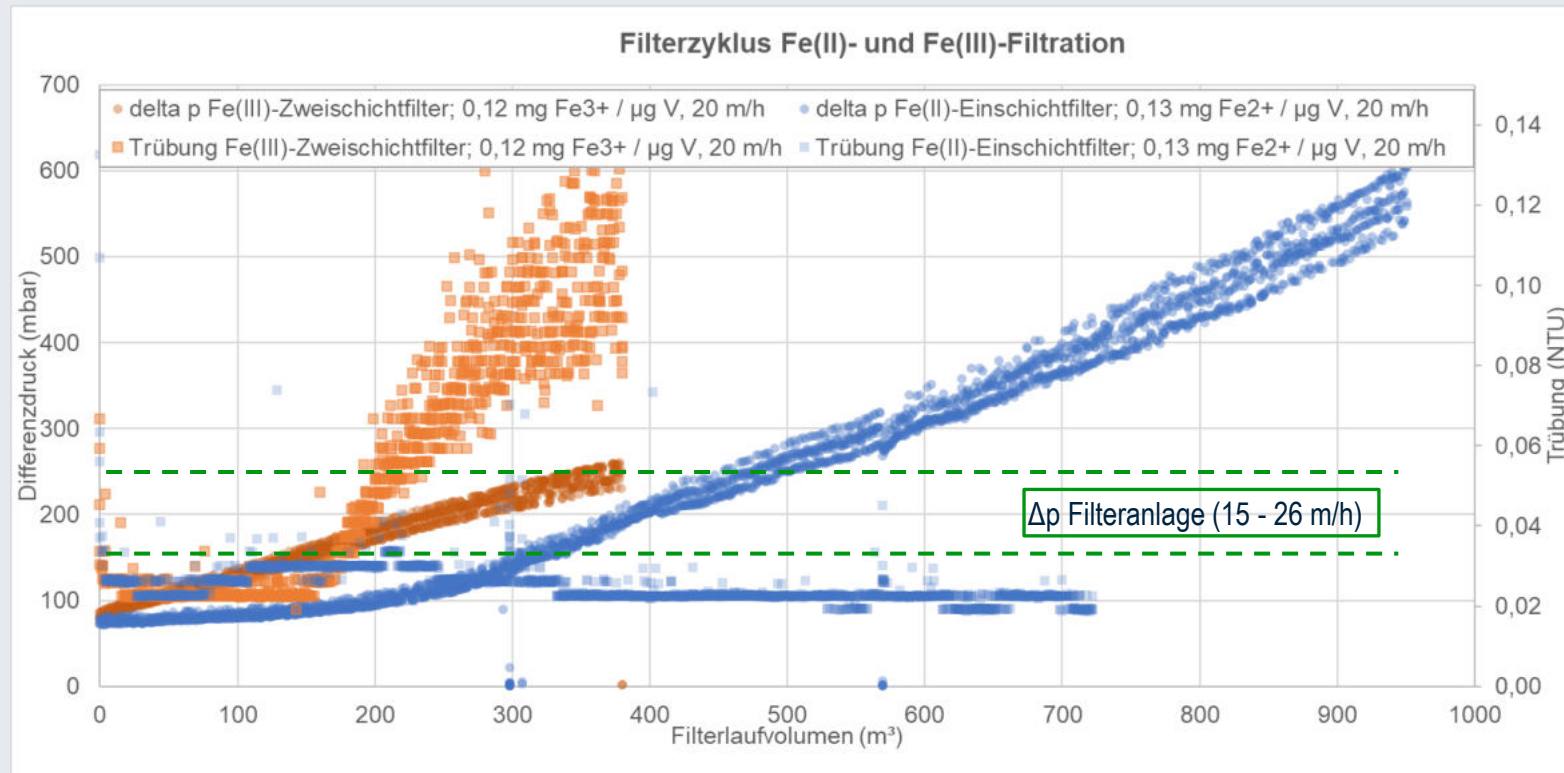
- Vanadium-Entfernung bei Eisen(II)- und Eisen(III)-Filtration ähnlich
- Vgl. Fe(II)-Pilotierung durch UBA 2021 (Zerelli, Mahringer): Vanadium-Entfernung ~ 90 % bei ~ 15 m/h, 0,1 mg Fe<sup>2+</sup> / µg V





# Pilotierung von Verfahren zur Vanadiumentfernung

## Ergebnisse Fe(II)- und Fe(III)-Filtration



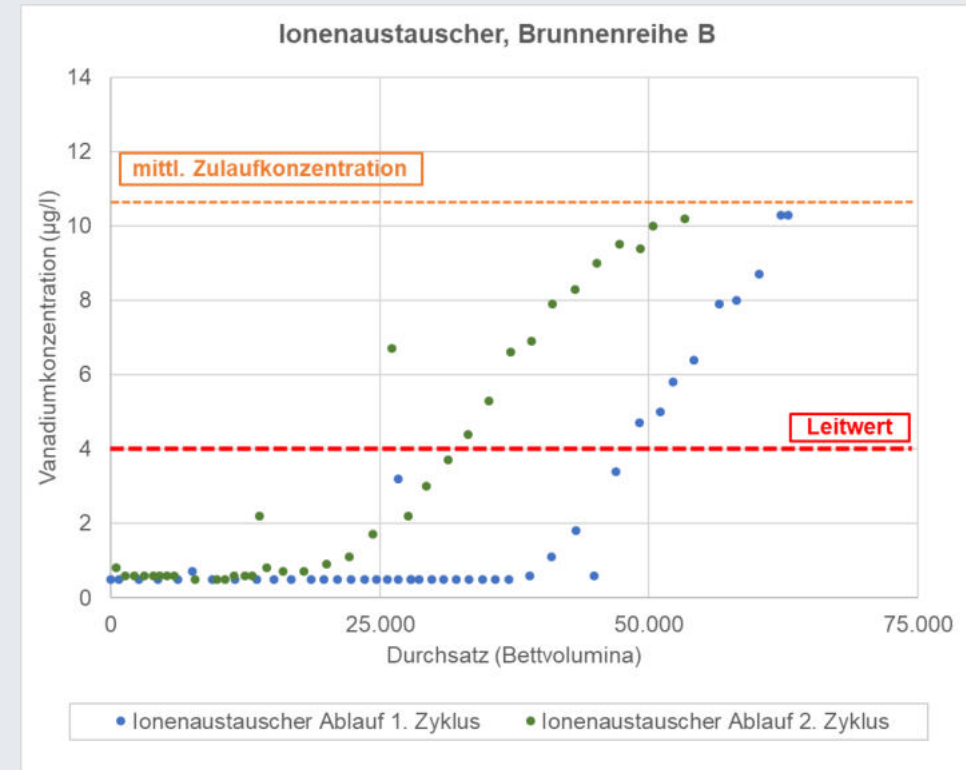
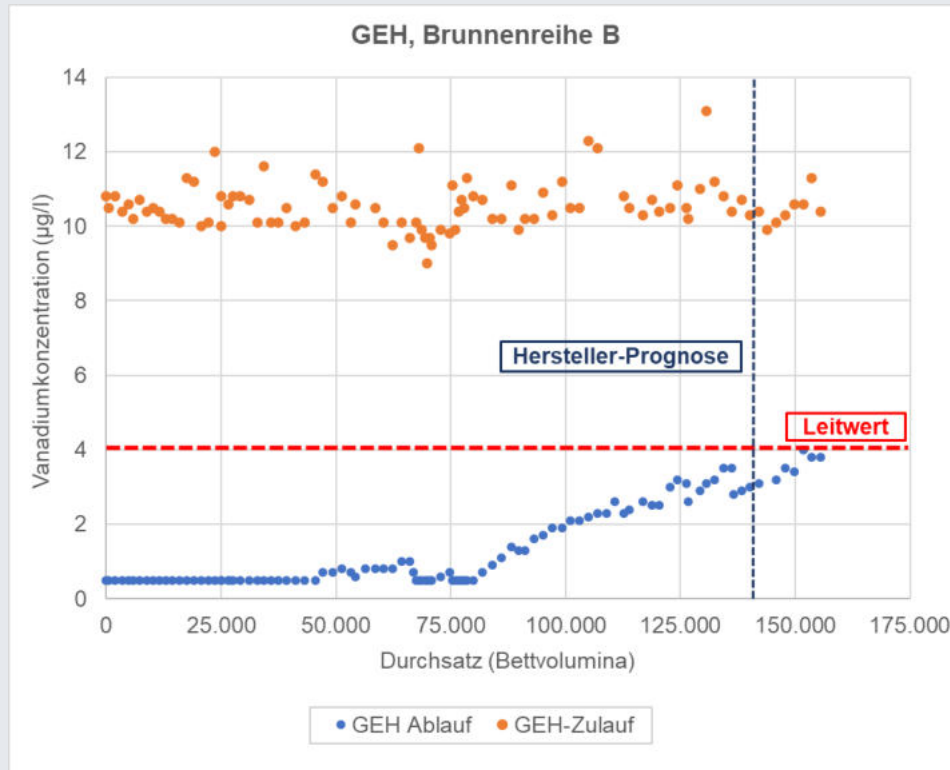
- Filterzyklus der Fe(III)-Filtration bei erforderlicher (hoher) Filtergeschwindigkeit durch schnellen Trübungsanstieg limitiert
- Fe(II)-Filtration nur durch steigenden Differenzdruck mit zunehmender Filterbeladung begrenzt





# Pilotierung von Verfahren zur Vanadiumentfernung

## Ergebnisse Adsorption an GEH und schwach basischen Anionenaustauscher (Purolite S 106)



- GEH: prognostizierter Durchsatz wurde erreicht; erhöhter Spülaufwand aufgrund  $Mn^{2+}$ -Konzentration (0,06 mg/l) im Zulauf
- Ionenaustauscher:  $GSW_{6 \text{ Monate}} > 100.000$  (chemisch stechend),  $GSW_{9 \text{ Monate}} > 8.000$  (chemisch stechend)

# Pilotierung von Verfahren zur Vanadiumentfernung

## Fazit

- Fe(II)-Filtration als mögliche Vorzugsvariante im Falle eines zusätzlichen Aufbereitungsschrittes identifiziert:
  - Vorteil: stabiler Betrieb und lange Filterlaufzeiten in Synergie mit Bestandsfiltern sind vorteilhaft
  - Nachteile:
    - umfangreiche Anlagenerweiterungen erforderlich: Fe(II)-sulfat-Bevorratung, Anlagen- und Dosiertechnik, neue Brunnenpumpen, Erweiterung der Spülabwasseraufbereitung
    - erhöhter Energiebedarf zum Ausgleich von Druckverlusten
    - Absenkung der durchschnittlichen Vanadiumkonzentration im Trinkwasser limitiert; von derzeit 3,9 µg/l auf 3,6 µg/l
- GEH-Adsorption ermöglicht einen einfachen und stabilen Betrieb, ist aufgrund vielfach höherer Invest- und Betriebskosten unter den Rahmenbedingungen im WW Haltern jedoch weniger wirtschaftlich.
- Fe(III)-Filtration aufgrund zu kurzer Filterlaufzeiten nicht in Kombination mit bestehender Filteranlage anwendbar.
- Ionenaustauscher scheidet aufgrund gravierender sensorischer Defizite aus.



# Ausblick und Diskussion

- Die vollständige „Verpackung“ der Brunnenreihe G2 wird voraussichtlich 2024 abgeschlossen.
- Das Brunnenmanagement wird fortlaufend weitergeführt.
- Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wird für das Fe(II)-Verfahren der erforderliche Aufwand (Investition und Betrieb) sowie der damit verbundene Carbon Footprint betrachtet.
- Welcher Aufwand ist unter den spezifischen Rahmenbedingungen gerechtfertigt?



**Vielen Dank.**



**GELSENWASSER**