

Ergebnisbericht 2023

Qualitätskontrollen zur Sicherstellung der Trinkwasserqualität der Hardwasser AG

Auftraggeber: Hardwasser AG
Verantwortlich: Richard Wülser
Datum: 23.02.2024
Status: Freigegeben
Verteiler: Thomas Meier, Marco Jemmi, Hardwasser AG

Inhaltsverzeichnis

1.	Untersuchungsprogramme	3
1.1	Standard Untersuchungsprogramm Mischgrundwasser Hard	3
1.2	Standard Untersuchungsprogramm Rheinwasser (Rohwasser)	6
1.3	Untersuchungsprogramm Grundwasserbrunnen, Schutzzone TZW-IWB (jährlich 1 Probeserie, zusätzlich 3x jeweils 6 Brunnen)	7
1.4	Spezial-Überwachungsprogramme	7
1.5	Angewendete Prüfverfahren (Analysemethoden)	8
1.6	Probenahmen, Wasserführung Rhein	8
2.	Ergebnisse	8
2.1	Rohwasserqualität (Einzelergebnisse im Anhang A)	8
2.2	Trink- und Grundwasserqualität (Einzelergebnisse im Anhang B)	13
2.3	Brunnen und Pegelrohre (Einzelergebnisse im Anhang B)	26
3.	Schlussfolgerungen	41

1. Untersuchungsprogramme

Zur Überwachung der Trinkwasserproduktion der Hardwasser AG und Erfassung von Veränderungen der Roh- und Grundwasserqualität erfolgen auf allen Aufbereitungsstufen Probenahmen und Qualitätskontrollen.

Eine zentrale Bedeutung hat dabei die Aufbereitung sowie das aufbereitete Trinkwasser in der Zentrale West. Hier werden werktägliche, wöchentliche und monatliche allgemeine und spurenanalytische Untersuchungen sowie Inspektionen vor Ort durchgeführt. (Tab. 1 und Tab. 2)

Der qualitative Zustand wie auch mögliche Veränderungen in der Rheinwasserqualität können mit dem Standard-Messprogramm (Abschnitt 1.2, Tab. 3) erfasst werden. Zusätzlich dienen hier auch die umfassenden Messprogramme der AWBR (www.awbr.org), die durch das Technologiezentrum Wasser in Karlsruhe und das IWB Wasserlabor zum Einsatz kommen.

Schliesslich soll mit dem Standard Untersuchungsprogramm (Abschnitt 0, Tab. 4) die Situation und die Entwicklung in den Entnahmehrunden der Hard wie auch im weiteren Umfeld der Brunnen im Bereich der umliegenden Grundwasserbeobachtungsrohre erfasst werden.

Der Umfang der durchgeführten Probenahmen und die Wasseruntersuchungen 2023 sind in Tab. 1 bis Tab. 5 aufgeführt. Die Probenahmen am Mischgrundwasser Hard erfolgten ab Zulaufbauwerk der AK-Filter sowie in der Pumpstation Zentrale West bei der Netzeinspeisung.

1.1 Standard Untersuchungsprogramm Mischgrundwasser Hard

Dieses Messprogramm beinhaltet die Stufenkontrolle bei der Aktivkohlefiltration sowie die Überwachung der Trinkwasserqualität vor und nach Desinfektion.

a) Messprogramm allgemeine und hygienisch-mikrobiologische Parameter

Tab. 1: Messprogramm allg. und hygienisch-mikrobiologische Parameter u. Anzahl Probenahmen 2023

Probestelle Mess- Programm	Prüfplan	AK-Filtrat aus Auslaufbauwerk u. Rohwasser vor AKF Probestelle AL0.VB25/26 und VT0.VB04 Anzahl Proben/a	Trinkwasser nach Reservoir¹⁾ Probestelle TA10002 Anzahl Probenahmen/a
Entnahme u. Transport der Proben	GWA, TWA	231	231
„tägliche“ Kontrollen	GWA TWA	182	164

Probestelle Mess- Programm	Prüfplan/ Prüf- programm	AK-Filtrat aus Auslaufbauwerk u. Rohwasser vor AKF Probestelle AL0.VB25/26 und VT0.VB04/AL0.VB01/VT0.VB16 Anz. Probenahmen/Inspektion	Trinkwasser nach Reservoir Probestelle TA10002 Anzahl Probenahmen
Monatliche Kontrollen	GWA-M TWA-M	12	9
Grosses Programm 3mo- natlich	TWA-G	entfällt	3
UV/VN Programm monatlich	VN/UV	12	12
Inspektion / Geräte	INS-H monatl.	12x3 Stellen	0
Überprüfung Sensoren UV-Anlage¹⁾	monatl.	12	-

Der Umfang der einzelnen Prüfpläne ist dem Anhang D zu entnehmen:

- **„tägliche“ Kontrollen, gemäss Prüfplan GWA:**
 - Temperatur
 - AMK
 - Colilert

- **Monatsmessprogramm, gemäss Prüfplan GWA-M:**
 - Temperatur
 - AMK
 - Colilert
 - Enterokokken
 - Sauerstoff opt.
 - Sauerstoff rel.
 - TOC

- **Monatsmessprogramm, gemäss Prüfplan TWA-M:**
 - Temperatur
 - Sensorik
 - AMK
 - Colilert
 - Enterokokken

- Sauerstoff opt.
 - Sauerstoff rel.
 - Trübung
 - UV254 nm
 - TOC
 - Anionen
 - Kationen
 - Säurekapazität
 - pH-Wert Labor
 - pH-Schnelltest
 - Berechnete Parameter
- **Grosses Programm, 3monatlich, gemäss Prüfplan TWA-G (nur TA10002):**
 - Temperatur
 - Sensorik
 - AMK
 - Colilert
 - Enterokokken
 - pH-Wert Labor
 - Berechnete Parameter
 - Trübung
 - Sauerstoff opt.
 - rel. Sauerstoff
 - AOX
 - TOC
 - Leitfähigkeit 20
 - UV254NM
 - Filtratrückstand
 - Anionen
 - Kationen
 - Ammonium
 - Eisen
 - Mangan
 - Kieselsäure
 - Säurekapazität
- **VN/UV-Programm Überwachung mit neuen Methoden (TA10002 und AL0.VB26):**
 - Temperatur, Bakteriologie, Trübung, SAK, TZZ, ATP
- **Monatliche Inspektion/Prozessanalytik, gemäss Prüfplan INS-H/VB16/VB01:**
 - Sauerstoff PM, SAK PM, Leitfähigkeit PM, Trübung PM, pH-Wert PM, Sauerstoff vor Ort, SAK Labor, Leitfähigkeit Labor, Trübung Labor, pH-Wert Labor Geräteüberprüfung durch Vergleichsmessung.

b) Messprogramm Spurenanalytik

Tab. 2: Messprogramm Spurenanalytik vor und nach Aktivkohlefiltration mit Anzahl Probenahmen 2023
¹⁾ inkl. mehrerer Feldblindproben

Methode/Parameter	Rohwasser Zulaufb. AKF Probestelle VT0.VB04 und AL0.VB25/26 (nach AKF) Anzahl Probenahmen ¹⁾	Trinkwasser nach Reservoir Probestelle TA10002 Anzahl Probenahmen ¹⁾
VOC	4	4
GC-MS Screening ¹⁾	4	12
PF-Tenside	4	4
Komplexbildner	4	4
Glyphosat+AMPA	4	4
RKM+Künstliche Süsstoffe	4	4
Multikomponenten-PV	3	3
Chlorothalonil_Metaboliten	11	12
Orbitrap-Screening (Suspects)	12	12
Metalle	5	5

1.2 Standard Untersuchungsprogramm Rheinwasser (Rohwasser)

Probenstelle: Rhein bei Pratteln Rhein-Kilometer 156.7 links (R41002)

Tab. 3: Untersuchungsprogramm "Rheinwasser" mit Anzahl der Probenahmen 2023
¹⁾ Allgemeine Parameter: Temperatur, Trübung, TOC, AOX, spez. elektr. Leitfähigkeit

Methode/Parameter	Rheinwasserfiltrat, Probenahmen/a
Entnahme und Transport der Proben	31
Allgemeine Parameter ¹⁾	5 ¹⁾
VOC	4
GC-MS Screening	5
PF-Tenside	8
Komplexbildner	4
Glyphosat + AMPA	4
Röntgenkontrastmittel und Süsstoffe	4
Multikomponenten-PV	3
Chlorothalonil_Metaboliten	12
Orbitrap-Screening (Suspects)	14
Metalle	5

1.3 Untersuchungsprogramm Grundwasserbrunnen, Schutzzone TZW-IWB (jährlich 1 Probeserie, zusätzlich 3x jeweils 6 Brunnen)

Ziel dieser Untersuchung ist einerseits die Fortführung der Grundwasserüberwachung, wie sie seit 2008 auf Basis des TZW Berichtes „Beurteilung möglicher Einflüsse im Trinkwassergebiet Muttenzer Hard“ läuft, und andererseits das weitergehende risikoorientierte Grundwassermonitoring im Hardwald. Im Hinblick auf die Früherkennung von Einflüssen aus den Altlasten im Umfeld der Hard und insbesondere der Deponien soll die Untersuchung einzelner ausgewählten Grundwasserbrunnen zusätzlich 3x jährlich stattfinden. Eine Veränderung der Grundwasserqualität kann erst dann beurteilt werden, wenn lückenlose Datenreihen einzelner Grundwasserbrunnen zur Verfügung stehen. Zudem besteht so die Möglichkeit – bei einem längeren Unterbruch der Rohwasserinfiltration (z.B. Szenario KKW-Unfall) – anhand der bekannten Schadstoff-Konzentrationen einen Einfluss aus den umliegenden Altlasten besser beurteilen zu können. Die Auswahl der Brunnen basiert auf den vorhandenen Daten: Brunnen mit Maximalwerten (DOC, Leitfähigkeit) und nachgewiesener Spurenstoffe (chlorierte Kohlenwasserstoffe, GCMS-Screening-Befunden, etc.) wurden ins Messprogramm aufgenommen.

Tab. 4: Untersuchungsprogramm Grundwasserschutzzone Hard mit Anzahl der Probenahmen 2023

Messprogramm	Pegel 1x/a	Brunnen 4x jährlich ³⁾	Gesamt
Anzahl Proben ¹⁾	16	48+7	71
Allg. Parameter ²⁾	13+1	48+6	68
VOC ¹⁾	13+3	48+7	71
GCMS-Screening ¹⁾	13+3	48+5	69
PF-Tenside	13+3	48+7	71
Komplexbildner	13	48	61
Elemente-Screening / Metalle	13	48	61

Legende: ¹⁾ inkl. mehrerer Feldblindproben (1-3)
²⁾ beinhaltet: Trübung, spez. el. Leitfähigkeit, TOC
³⁾ Kleines Programm 3x jährlich, Brunnen 2, 5, 7, 13, 28, 34 + X Blindproben

1.4 Spezial-Überwachungsprogramme

1.4.1 Überwachung Aktivkohlefilter

Routineuntersuchung der Aktivkohlefilter sowie Aktivkohlewechsel in Becken 3 des AKF Hard

Tab. 5: Untersuchungsprogramm "Aktivkohlefilter" mit Anzahl der Probenahmen 2023

Messprogramm	Proben / a
Probenahme	23
TW-Hygiene	18
VOC inkl. IBS Filter 3+4	12
Chlorothalonil-M.	36
Kompl./GCMS-Scr/PFTenside/RKM	12
IBS Filter 4 ¹⁾	2
Allgemeine Parameter ⁴⁾	2

Legende: ¹⁾ Einzelparameter: Totalzehlzahl: 8, AMK 4x, E. coli/Colif.: 4x, Enterokokken: 2x
³⁾ grosses Programm (alle 15 Filterstufen)
⁴⁾ Trübung, Elemente-Screening (2/3x), pH-Wertr, Nitrit

1.5 Angewendete Prüfverfahren (Analysemethoden)

Sämtliche angewendeten Prüfverfahren sind validiert und akkreditiert gemäss ISO 17025. Die genauen Angaben und Referenzen der Analysemethoden sind im Anhang D aufgeführt. Nähere Angaben zu den analytischen Verfahrenskenndaten wie Bestimmungsgrenzen, Nachweisgrenzen und Messunsicherheit können auch im IWB Wasserlabor in Erfahrung gebracht werden.

1.6 Probenahmen, Wasserführung Rhein

Grundsätzlich wurden Stichproben entnommen. Bei Gewässerverschmutzungen wird auf die Sammelproben des automatischen Probenehmers zurückgegriffen. Die Rohwasser-Probenahmen sind zusammen mit dem Abfluss des Rheins in Abb. 1 aufgeführt. Die genauen Termine sind aus den elektronisch vorliegenden Excel-Tabellen zu entnehmen.

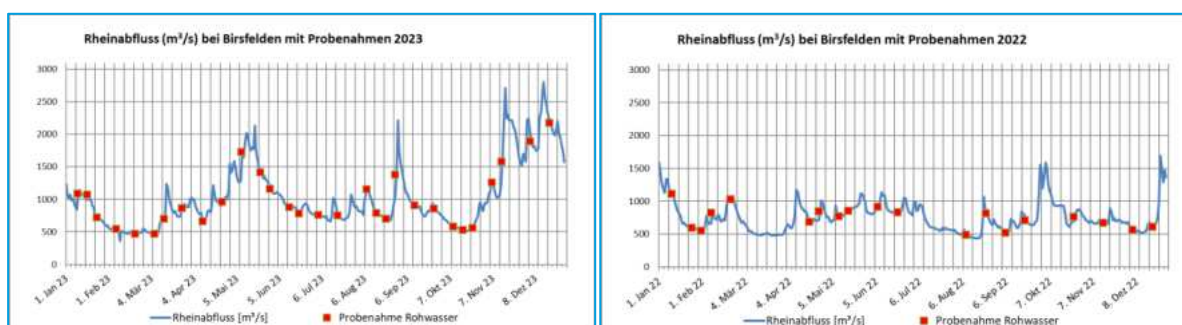


Abb. 1: Rheinwasserabfluss 2023 und 2022 mit den Probenahmen beim Rohwasser, Rhein km 157.6 L

2. Ergebnisse

In den folgenden zusammenfassenden Tabellen werden wie schon im Vorjahr die analytischen Bestimmungsgrenzen (BG) sowie die Minimum-, Maximum- und Mittelwerte der Analysen angegeben. Die Bestimmungsgrenzen geben den unteren Konzentrationsbereich an, der mit einem festgelegten Analysenverfahren erreicht und gesichert bestimmt werden kann. Unterhalb der tiefen Bestimmungsgrenze können wohl noch Konzentrationen errechnet werden, diese sind jedoch mit einer grösseren Ergebnisunsicherheit behaftet und werden deshalb in den Berichten gemäss den Akkreditierungsvorgaben (ISO 17025) in der Regel nicht angegeben.

2.1 Rohwasserqualität (Einzelergebnisse im Anhang A)

Die Konzentrationen der analysierten Spurenstoffe im Rohwasser entsprachen im Jahr 2023 durchwegs den gestellten Qualitätsanforderungen; die Ergebnisse erfüllen bereits die strengen gesetzlichen Vorschriften für Trinkwasser.

Das Rohwasser der Hardwasser AG wird an der Entnahmestelle Rhein bei Pratteln, linksrheinisch bei Fluss-Kilometer 156.7 entnommen und den Absetzbecken und Schnellfilteranlagen zugeführt. Die Probenahmestelle befindet sich in der Zuleitung zu den Sandfiltern im Analyse Keller der Filtratpumpstation an der Rheinstrasse 87 in Pratteln. Sämtliche Einzelergebnisse sind im Anhang A aufgeführt.

Das Ziel der Untersuchungen besteht darin, die Qualität des Rohwassers laufend zu erfassen und die längerfristige Qualitätsentwicklung zu überwachen. Für die weitere Qualitätsbeurteilung, insbesondere der allgemeinen Parameter, dient zusätzlich das AWBR-Untersuchungsprogramm mit der Hauptmessstelle Basel bei Birsfelden (IWB-Rohwasserentnahmestelle, rechtsrheinisch).

Die umfangreichen Untersuchungen am Rohwasser der IWB (Flusskilometer 163.9 re) – dies gilt auch für die linksrheinische Rohwasserentnahmestelle der Hardwasser AG – haben gezeigt, dass die Wasserqualität aus Sicht der Trinkwassergewinnung als „gut“ einzustufen ist. Bei den allgemeinen und anorganischen Parametern wurden keine Überschreitungen der Zielwerte nach dem Rheinmemorandum festgestellt. (Europäisches Fliessgewässer-Memorandum der IAWR, ERM, 2020, www.iawr.org und www.awbr.org, Jahresbericht 2022 AWBR)

2.1.1 Pestizide

Im Jahre 2023 wurde kein Pestizid-Messprogramm durchgeführt. In den letzten Jahren gab es kaum Befunde über der analytischen Bestimmungsgrenze. Einzelne Vertreter von Pestiziden, wie Atrazin und Metaboliten, werden mit diversen Analyseverfahren wie z.B. GC-MS Screening (Abschnitt 2.1.2, 2.2.9) erfasst. Die untersuchten Rohwasser-Proben ergaben für Pestizide keine Befunde über der Bestimmungsgrenze. Mehrere Pestizide-Metaboliten liegen in Konzentrationen unterhalb von 100 ng/L vor.

2.1.2 Organische Mikroverunreinigungen (GC/MS-Screening)

Das GC-MS Screening «B» setzt sich zusammen aus einer quantitativen Bestimmung von 20 organischen Mikroverunreinigungen (Target-Analytik) und der qualitativen Auswertung von unbekannt organischen Mikroverunreinigungen (Non-Target Analytik). Die zu quantifizierenden bekannten Substanzen und die unbekannt Substanzen werden in einem Aufbereitungs- und Analyseschritt bestimmt. Grundlage der quantitativen Auswertung (Target Analytik) ist die Kalibrierung mit Referenzmaterial der 20 Substanzen. Für die Probenvorbereitung über Festphase wurde in den Vorjahren eine Optimierung vorgenommen, weshalb die Verfahrenskenndaten validiert wurden.

In den untersuchten 6 Rohwasserproben konnten keine der untersuchten Substanzen über der analytischen Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden.

Qualitative Auswertung / Non-Target Analyse

Das Ziel dieser Auswertung ist, eine umfassende Übersicht über einen Teil der im Wasser gelösten organischen Substanzen und die zeitliche Veränderung der Rohwasserqualität zu erhalten. Die Identität und genaue Konzentration der Substanzen stehen nicht im Fokus, da es sich hier um Konzentrationen von wenigen Milliardstel-Gramm pro Liter handelt. Für den Menschen ist die Anwesenheit von Stoffen in diesem Konzentrationsbereich in der Regel gesundheitlich nicht relevant. Bei dieser Analytik wird nicht spezifisch nach bestimmten Substanzen gesucht, sondern es werden unbekannt Substanzen analysiert. Jedoch analysiert das Verfahren nur die Substanzen, welche mit einem bestimmten Extraktions- und Aufbereitungsverfahren aus dem Wasser extrahiert werden können. Wird mit dem Non-Target Screening eine Substanz gefunden, kann in Datenbanken (NIST-Library, Software NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library 2011) nach einer passenden chemischen Struktur gesucht werden. Allerdings lassen sich diese Strukturen nicht immer eindeutig bestimmen. Die Identität einer im Non-Target Screening gefundenen Substanz wird deshalb mit einer Wahrscheinlichkeit (Probability / Match Factor) angegeben. Ebenso ist die flächenäquivalente Konzentrationsangabe nur ein Vergleich mit einem zugesetzten internen Standard. Deshalb werden diese Daten als vorläufig und ungesichert deklariert.

Die qualitative Auswertung auf **unbekannte organische Mikroverunreinigungen** über der Bestimmungsgrenze ergibt in Wasserproben eine mehr oder weniger grosse Anzahl nicht identifizierter Substanzen. Die meisten dieser Substanzen liegen in einem sehr tiefen Bereich. Da eine Quantifizierung

von nicht identifizierten Substanzen in Wasserproben grundsätzlich nicht möglich ist, wird die Konzentration abgeschätzt. Die Abschätzung erfolgt in diesen Fällen durch Vergleich des integrierten Messgerätesignals der gefundenen Substanz mit dem des internen Standards („Peakflächenverhältnis“). Als interne Standards werden vier verschiedene Substanzen in einer Konzentration von 100 Nanogramm pro Liter der Wasserprobe zugesetzt.

Substanzen mit einem „Peakflächenverhältnis“ von grösser 0.25 (entspricht 25 Nanogrammäquivalent, „ng-IS aeq./L“) werden weitergehend ausgewertet und bewertet. Die Auswertung beinhaltet beispielsweise Abklärungen der möglichen Herkunft, Verwendung (Industrie, natürliche Abbaustoffe, Altlast, etc.), Eigenschaften und Toxikologie der Substanz. Eine Identifikation dieser Substanzen wird erst dann vorgenommen, wenn eine unbekannte Substanz in den untersuchten Proben regelmässig auftritt und in erhöhter Konzentration vorliegt. Gelingt die Identifikation und ist die Substanz als Referenzmaterial im Handel erhältlich – was nicht immer der Fall ist –, wird die identifizierte Substanz ins Messprogramm der GC-MS Einzelstoffanalytik aufgenommen. Wenn die Identifikation nicht gelingt oder ein Referenzmaterial nicht erhältlich ist, bleiben die erhobenen Daten der Charakterisierung inklusive das Massenspektrum der unbekannt Substanz in einer Datenbank.

Tab. 6: Mit dem qualitativen GC-MS Screening analysierte Rohwasser-Proben 2023

Probeneingang	Probenstelle	Probenbezeichnung	Probennummer
31.01.2023	R41002	Rohwasserentn. Hardwasser AG km 156.7	23-0054-05
13.06.2023	R41002	Rohwasserentn. Hardwasser AG km 156.7	23-0606-44
08.08.2023	R41002	Rohwasserentn. Hardwasser AG km 156.7	23-0739-06
05.12.2023	R41002	Rohwasserentn. Hardwasser AG km 156.7	23-1251-05

Tab. 7: Zusammenfassende Übersicht der GC-MS Screening Befundes mit abgeschätzter Konzentration, nur Befunde ≥ 25 ng-aeq. IS/L angegeben, Rohwasser-Proben 2023

Befund	RI-Bereich		Befund Häufigkeit	Geschätzte Koz.	
	min.	max.		min	max.
.gamma.-Sitosterol	3300	3300	1	79	79
1H-Pyrrole-2,5-dione, 3-ethyl-4-methyl-	1238	1239	4	37	55
1-Methoxy-2-propyl acetate	664	664	1	70	70
2,6,6-Trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione	1153	1158	4	36	73
2-Propanol, 1-chloro-, phosphate (3:1)	1816	1817	2	28	57
Acetamide, N-antipyrinyl-	2463	2464	2	29	79
B1127_2,5,7,10-tetraoxaundecane	1125	1133	4	29	94
Cholestanol	3116	3116	1	41	41
Cholesterol	3154	3158	4	40	109
Triethyl phosphate	1139	1139	1	41	41
unknown	1031	2799	37	25	80

In Tab. 7 sind alle Befunde der 4 untersuchten Rohwasserproben mit einer abgeschätzten Konzentrations-Schwelle von ≥ 25 ng/L aufgeführt. Bei Befunden mit Wahrscheinlichkeiten (Probability) von $< 80\%$ wird weder Substanzname noch die CAS-Nr. der Bibliothekstreffer angegeben.

Einzelwerte sind in der Tabelle nicht aufgeführt. Die Berichte mit den Einzelergebnisse sind im Anhang A enthalten. Befunde unter der Auswerteschwelle von 25 ng/L IS-äquivalent werden nicht angegeben.

2.1.3 Organische Komplexbildner

Im Jahr 2023 wurden 4 Proben Rohwasser-Rhein auf die organischen Komplexbildner in Tab. 8 untersucht.

Tab. 8: Untersuchte Komplexbildner 2023 und 2022 mit Bestimmungsgrenzen, n=7/12

Parameter	BG	Min. 2023	Max. 2023	Min. 2022	Max. 2022
	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]
DTPA	0.25	<BG	<BG	<BG	<BG
EDTA	0.25	0.50	0.99	0.73	1.05
NTA	0.25	<BG	<BG	<BG	<BG

Die gemessenen Konzentrationen an Komplexbildnern entsprachen im Konzentrationsbereich ungefähr den Vorjahreswerten. Der maximale Gehalt an EDTA lag mit 0.99 µg/L im Bereich der Vorjahre (2022: 1.05 µg/L, 2021: 1.10 µg/L, 2020: 1.39 µg/L, 2019: 1.13 µg/L, 2018: 1.73 µg/L. Betrachtet man den Zeitraum 2016-2023 ist kein Trend in der Konzentrationsentwicklung zu erkennen. Die Konzentration für NTA lag unter der analytischen Bestimmungsgrenze. Die DTPA-Konzentrationen im Rohwasser lagen wie in den letzten Jahren unter der Bestimmungsgrenze.

2.1.4 VOC (MTBE /ETBE / TAME / BTEX, etc.)

2023 wurden 4 Rohwasser-Proben auf flüchtige, organische Verbindungen untersucht (Tab. 9). Die Substanzen werden mit der GC/MS-SPME Technik (DIN-VOC) Verfahren bestimmt. Die untersuchten Substanzen lagen alle unter der Bestimmungsgrenze. MTBE konnte wie bereits in den Vorjahren nicht nachgewiesen werden (2020: < 0.05 µg/L, 2019: < 0.05 µg/L, 2018: < 0.05 µg/L, 2017: < 0.05 µg/L, 2016: 0.732 µg/L). Die Gehalte an BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole) sowie der übrigen flüchtigen organischen Stoffe lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

Tab. 9: Untersuchte flüchtige organische Verbindungen (VOC) mit Bestimmungsgrenzen

Parameter	BG	Min. 2023	Max. 2023	Min. 2022	Max. 2022
	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]
2-Methylisoborneol	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Benzol	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
ETBE	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Ethylbenzol	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Geosmin	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Hexachlorethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
m/p-Xylol	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
MTBE	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
o-Xylol	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
TAME	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Toluol	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG

2.1.5 Flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (FHKW) und Chlorbutadiene

4 Rohwasserproben wurden auf die nachstehenden 18 Einzelverbindungen analysiert. Vergleicht man die erhaltenen Werte mit den Höchstwerten für Trinkwasser, so darf das Rohwasser in Hinblick auf die Trinkwassergewinnung als einwandfrei und unbelastet bezeichnet werden.

Tab. 10: Untersuchte flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe mit Bestimmungsgrenzen

Parameter	BG	Min. 2023	Max. 2023	Min. 2022	Max. 2022
	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]
1,1,1,2-Tetrachlorethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1,1-Trichlorethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1-Dichlorethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1-Dichlorethen	0.08	<BG	<BG	<BG	<BG
1,2-Dichlorethan	0.08	<BG	<BG	<BG	<BG
1,2-Dichlorobenzol	0.015	<BG	<BG	<BG	<BG
1,3-Dichlorobenzol	0.015	<BG	<BG	<BG	<BG
1,4-Dichlorobenzol	0.015	<BG	<BG	<BG	<BG
Bromdichlormethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
cis-1,2-Dichlorethen	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Dibromchlormethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Dichlormethan	0.25	<BG	<BG	<BG	<BG
Tetrachlorethen	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Tetrachlormethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Tetrachydrofuran	0.08	<BG	--	--	--
trans-1,2-Dichlorethen	0.08	<BG	<BG	<BG	<BG
Trichlorethen	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Trichlormethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG

Polychlorierte Butadiene

Diese Verbindungen zählen ebenfalls zu den Halogenkohlenwasserstoffen. In keiner der 4 untersuchten Wasserproben konnten chlorierte Butadiene nachgewiesen.

Tab. 11: Untersuchte chlorierte Butadiene mit Bestimmungsgrenzen

Parameter	BG	Min. 2023	Max. 2023	Min. 2022	Max. 2022
	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]
1,1,2,3,4-PCBD	0.0075	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1,2,3-TCBD	0.0075	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1,2,4,4-PCBD	0.0075	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1,2,4-TCBD	0.0075	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1,3,4-TCBD	0.0075	<BG	<BG	<BG	<BG

1,1,4,4-TCBD	0.0075	<BG	<BG	<BG	<BG
1,2,3,4-TCBD	0.0075	<BG	<BG	<BG	<BG
Hexachlorbutadien	0.0075	<BG	<BG	<BG	<BG

2.1.6 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK

Die PAK-Substanzen zeigten in den letzten Jahren keine Befunde über der analytischen Bestimmungsgrenze, weshalb auf eine umfassende PAK-Analytik verzichtet wurde. Einzig die CMR Substanz Benzo(a)pyren, für die in der TBDV ein Höchstwert von 0.01 µg/L existiert, wurde 2023 mittels GC-MS Screening bestimmt. In keiner der 6 Rohwasserproben konnte Benzo(a)pyren nachgewiesen werden.

2.2 Trink- und Grundwasserqualität (Einzelerggebnisse im Anhang B)

Seit dem 1. Mai 2017 (neuster Revisionsstand Februar 2024) gilt in der Schweiz eine neue Lebensmittelgesetzgebung. Die neuen Bestimmungen orientieren sich weitgehend am EU-Recht. Die Trinkwasserqualität wird in der «Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)» geregelt. Grundlegende Änderungen ergeben sich durch den Wegfall des Toleranz- und Grenzwertkonzeptes. An dessen Stelle tritt das Höchstwertkonzept. Dies bedeutet keine strikte Trennung mehr zwischen Werten, deren Überschreitung eine Gesundheitsgefährdung bewirken und Werten, welche die «gute Herstellungspraxis» konkretisieren. Für den Bereich der Prozesskontrolle wurden sogenannte weitergehende Anforderungen/Richtwerte eingeführt (Anhang 3 TBDV). Im Jahr 2020 wurden vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) sämtliche Chlorthalonil-Metaboliten als relevant eingestuft. Dies bedeutet, dass je Metabolit ein Höchstwert von 0.1 µg/L gilt. Aufgrund einer Verfügung durch das Kantonale Labor Baselland wurden ausserordentliche Messungen im Filtrat der Aktivkohlefilter durchgeführt. Die Messergebnisse ergaben keinerlei Höchstwertverletzung. Die Maximalkonzentration betrug im gesammelten Grundwasser 0.065 µg/L. Aufgrund eines Rechtsverfahrens wurde der Höchstwert im Jahre 2022 (gemäss BLV vorübergehend) «zurückgenommen».

Die Produktionsendkontrolle am Trinkwasser erfolgt mittels Stichproben bei der Probestelle Abgabestelle ins Netz „TA10002“, Zentrale West, Keller Hardwasser AG. Bei der werktäglichen Kontrolle wird zudem das Wasser vor der UV-Desinfektion (AL0.VB26) bakteriologisch untersucht. Das Ziel der Untersuchungen ist die Erfassung und Beurteilung der Trinkwasserqualität gemäss den gesetzlichen Anforderungen der Trinkwasserverordnung (TBDV). Zudem sollen mit den umfassenden Mess- und Überwachungsprogrammen für das Mischgrundwasser Störungen und Einflüsse, die vom Umfeld des Grundwassergebietes Hard auf die Trinkwassergewinnung einwirken könnten, möglichst frühzeitig erfasst werden. Die Einzelerggebnisse sind aus den Excel-Tabellen zu entnehmen.

2.2.1 Abweichungen in den Jahren 2023

Die vorliegenden Analysenergebnisse (Zusammenfassender Untersuchungsbericht Anhang B1) entsprechen allesamt einer einwandfreien Trinkwasserqualität und erfüllen damit die gesetzlichen Anforderungen.

Auch im 2023, wie in den Vorjahren, wurde die Situation der erhöhten Konzentrationen an Tetra- und Pentachlorbutadienen im Grundwassergewinnungsgebiet Hardwald überwacht (Kap. 2.3). Die Messwerte übersteigen beim Grundwasser teilweise den gesetzlichen Höchstwert von 0.1 µg/L. Diese Höchstkonzentration ergibt sich aus der Abschätzung des gesundheitlichen Risikos anhand des TTC-Konzepts (Threshold of Toxicological Concern), das in der Lebensmitteltoxikologie seit einigen Jahren

angewandt wird. Die neue Trinkwasserverordnung enthält für organische chemische Verbindungen mit unbekannter Toxizität, aber bekannter chemischer Struktur und mit strukturellen Hinweisen auf ein genotoxisches Potenzial den Höchstwert 0.1 µg/L. Die Maximalkonzentrationen (Summe der Tetra- und Pentachlorbutadiene) lagen im Mischgrundwasser bei rund 0.110 µg/L. Mit der Aktivkohlefiltration konnten die polychlorierten Butadiene wirkungsvoll aus dem Trinkwasser entfernt werden. Die Gehalte im Trinkwasser lagen im 2023 durchwegs unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze, vgl. Abschnitt 2.2.7.

2.2.2 Allgemeine Untersuchungen und Bakteriologie

Ausserordentliche Befunde oder grössere Störungen traten nicht auf; die Qualitätswerte des Trinkwassers entsprachen den Erfahrungswerten langjähriger Untersuchungen. Die Analysenergebnisse der **allgemeinen und hygienisch-mikrobiologischen Parameter** sind aus den verteilten Einzelberichten sowie aus dem Anhang B (Excel-Tabellen) zu entnehmen.

Wie bereits in den Vorjahren wurden beim Trinkwasser neben den klassischen Hygieneparametern zusätzlich die Totalzellzahlbestimmung mittels Durchflusszytometrie eingesetzt. Im Gegensatz zur herkömmlichen Keimzahlbestimmung mit den Kultivierungsmethoden können mit der neuen Technik die gesamten Zellen (Totalzellzahl), die im Wasser enthalten sind, ausgezählt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass mit den Kultivierungsmethoden lediglich ein Bruchteil der Gesamtheit der Bakterien im Wasser erfasst werden können. Die Totalzellzahl (TTZ) im Trinkwasser bewegt sich nach der Aktivkohlefiltration üblicherweise im Bereich 80'000-140'000 Zellen pro Milliliter. Das unbehandelte Mischgrundwasser aus der Hard bewegt sich um 30'000 Zellen pro Milliliter. Der Zellzuwachs nach Aktivkohlefilter Erneuerungen ist überdurchschnittlich hoch und sinkt dann wieder. Die genaue Ursache ist noch nicht geklärt, dürfte jedoch auf ein grosses Angebot an Nährstoffen (AOC) auf der riesigen Aktivkohle-Oberfläche zurückzuführen.

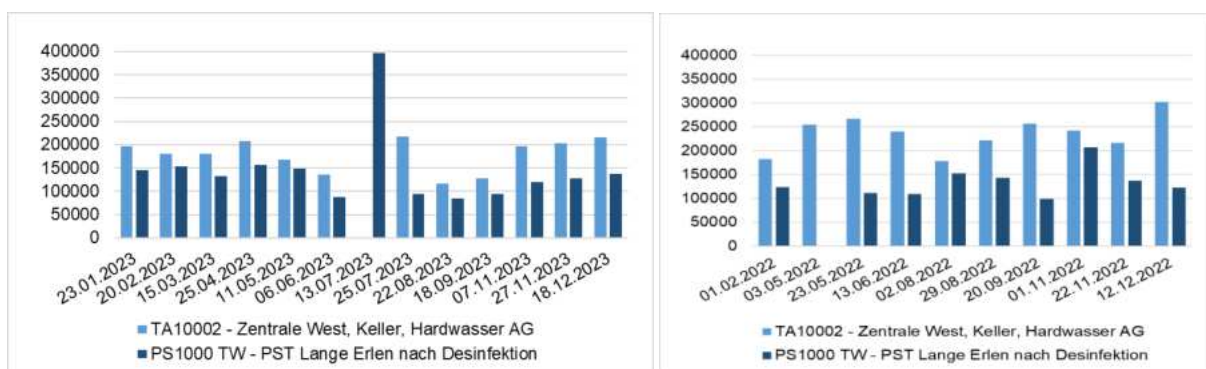


Abb. 2: Totalzellzahl im Trinkwasser: Hard (TA10002) u. Lange Erlen (PS1002 TW) 2023 und 2022

In Abb. 2 und Abb. 3 sind die Ergebnisse der TZZ-Bestimmung ausgewählter Probestellen aufgetragen. Die TZZ-Ergebnisse 2021 bewegten sich bei der Netzeinspeisung um 100'000-200'000 TZZ/mL in den Langen Erlen und um 110'000-200'000 TZZ/mL in der Zentrale West. Im Trinkwassernetz (Hochzone Bruderholz) lagen die Totalzellzahlen auf ähnlichem Niveau. Eine Aufkeimung des Trinkwassers durch den Aufenthalt im Netz (> 1 Tag) ist nicht zu erkennen – dies auch ohne den Zusatz von chemischen Desinfektionsmitteln.

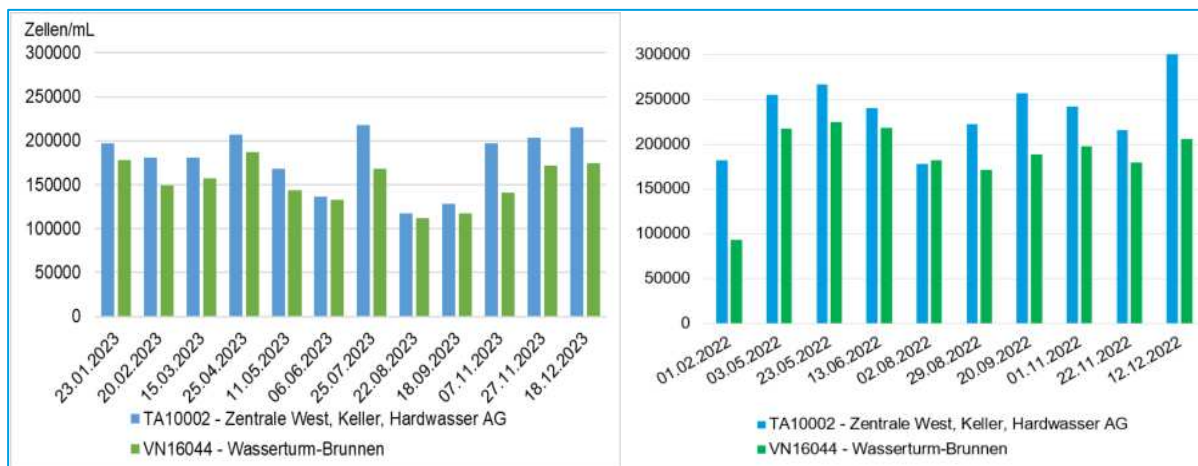


Abb. 3: Totalzellzahl im Trinkwasser: Hard (TA10002) und im Trinkwassernetz Hochzone Bruderholz (grüne Z.)

Eine weitere Zunahme der Totalzellzahl konnte im 2023 nicht mehr beobachtet werden. Die Ergebnisse der Totalzahlen im Jahr 2022 nahm sowohl im Trinkwasser bei der Netzeinseisung (Zentrale West) wie auch im Verteilnetz gegenüber den Vorjahren zu. Dies dürfte auf die häufigere Aktivkohleernewerung ab dem Jahr 2020 zurückzuführen sein. Die Keimzahlen (AMK) wie auch Totalzellzahlen steigen jeweils nach der Inbetriebnahme eines erneuerten AK-Filters stark an, um dann nach wenigen Wochen wieder abzunehmen.

2.2.3 Organische Mikroverunreinigungen, GC/MS-Screening (Anhang B / Berichte «Screening»)

Am Trinkwasser Hard (Probestelle TA10002) wurden 2023 insgesamt 12 GC-MS Screeningproben durchgeführt. Die Einzelstoffanalytik (quantitativer Teil) ergab für 19 von 20 analysierten Substanzen Befunde unter den analytischen Bestimmungsgrenzen. Die Substanz Dimethylisoborbid liegt im Konzentrationsbereich von 0.005 – 0.028 µg/L im Trinkwasser. Was einleitend im Abschnitt 2.1.2 (S. 9f) für das GC-MS Screening (Qualitative Auswertung) ausgeführt wurde, gilt entsprechend für die Grund- und Trinkwasseranalysen ebenso. Das Ziel des GC-MS Screenings besteht darin, mögliche Veränderungen in der Wasserzusammensetzung festzustellen. Treten in den erfassten Chromatogrammen neue Substanzen mit erhöhten Peakflächen (= Detektor-Signalstärken) auf, werden Abklärungen zur Herkunft gemacht. Falls eine unbekannte, d.h. nicht identifizierte Substanz immer wieder auftaucht, wird sie der Charakterisierung und Identifizierung zugeführt. Eine gesicherte Identifizierung einer Substanz ist jedoch nicht in jedem Fall möglich. Die durchgeführten Messungen auf unbekannte organische Mikroverunreinigungen in den Grundwasserproben ergeben Hinweise auf nicht identifizierbare Substanzen, deren Herkunft nicht in jedem Fall zweifelsfrei zugeordnet werden kann. Teilweise kommen diese Substanzen auch im Rohwasser vor, ein Teil der Substanzen tritt dagegen nur im Mischgrundwasser auf. Der grosse Teil der gemessenen Substanzen liegt in einem sehr tiefen Konzentrationsbereich oder es handelt sich bei den Substanzen um Artefakte, das heisst, sie sind in der Wasserprobe nicht enthalten. Die Artefakte werden bei der Ergebnisauswertung ermittelt und berücksichtigt.

Identifikation der Non-Targets B1158_3-Pentol Dimer und B675_2-Methoxy-1,4-dioxan

Eine Substanz, die in den letzten Jahren regelmässig in den Screenings erfasst wurde, war die unbekannte Substanz, die im Herbst 2020 als *2,5,7,10-Tetraoxaundecane* (bisher Methanol TMS Derivate) identifiziert werden konnte. Bei der Substanz handelt es sich Glykoläther, der in Europa in der Gröszenordnung 100-1'000 t/Jahr importiert oder hergestellt und, wie erwartet, an vielen Orten eingesetzt

wird. So z.B. als anti-freeze products, coating products, fillers, plasters, finger paint...) Die Substanz ist nicht akut toxisch und über die weiteren toxikologischen Eigenschaften sind keine Daten verfügbar. Die effektive Konzentration liegt um den Faktor 1.2 über der geschätzten Konzentration. Im tiefen Konzentrationsbereich (100-130 ng/L) ist davon auszugehen, dass keine Gefährdung für die Trinkwasserkonsumenten besteht. Die Substanz kommt in Rhein und Aare vor und gelangt via kommunalen ARAs in die Gewässer. Zusätzlich gelang in der Folge die Identifikation von zwei bisher beobachteten Unknokns, nämlich B1158_3-Pentol Dimer und B675_2-Methoxy-1,4-dioxan. Beide Substanzen stammen aus der chemischen Industrie am Rhein. Sie sind biologisch schwer abbaubar und werden bei der Aktivkohlefiltration kaum zurückgehalten. Ein Risk-Assessment bezüglich der toxischen Eigenschaften der beiden Substanzen noch in Bearbeitung. Gespräche mit dem Einleiter der Verunreinigungen haben stattgefunden und Massnahmen sollen zu einer Verbesserung der Situation führen.

Tab. 12: Mit dem GC-MS Screening 2023 analysierte Proben (Probstellen Trinkwasser TA10002 und Zulauf AK-Filter VT0.VB04)

Probeneingang	Probenstelle	Probenbezeichnung	Probennummer
10.01.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0031-01
31.01.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0054-06
07.03.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0031-03
11.04.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0031-05
09.05.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0031-07
12.06.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0606-45
11.07.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0031-09
08.08.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0739-08
05.09.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0031-11
10.10.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0031-13
14.11.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-0031-15
05.12.2023	TA10002	Zentrale West, Keller, Hardwasser AG	23-1251-07

Tab. 13: Übersicht GC-MS Screeningbefunde 2023 Trinkwasser (TA10002) mit abgeschätzter Konzentration, nur Befunde ≥ 25 „ng IS-aequivalent“/L angegeben

Befund	RI-Bereich		Befund Häufigkeit	Geschätzte Konz.	
				min.	max.
2(3H)-Furanone, dihydro-5,5-dimethyl-4-(3-oxobutyl)-	1566	1566	1	61	61
B1127_2,5,7,10-tetraoxaundecane	1123	1133	11	28	84
Triethyl phosphate	1138	1138	1	38	38
Unknown	1243	1254	2	41	58

Tab. 14: Übersicht GC-MS Screeningbefunde 2023 Zulauf AK-Filter (VT0.VB04) mit abgeschätzter Konzentration, nur Befunde ≥ 25 „ng IS-aequivalent“/L angegeben

Befund	RI-Bereich		Befund Häufigkeit	Geschätzte Konz.	
				min	max.
B1127_2,5,7,10-tetraoxaundecane	1125	1133	4	80	108
B675_2-Methoxy-1,4-dioxan	685	685	1	55	55
Unknown	742	1238	2	22	25

Ein grosser Teil der Analysen erfolgte mit der GC-MS Methode «BAFU», die aufgrund der Konzentrationsabschätzung über Coffein ¹³C₃ zu höheren Konzentrationen führen. Mehrere Unknowns liessen sich über der Auswerteschwelle von 25 „ng IS-äquivalent“/L erfassen. Von 4 nachgewiesenen Einzelstoffen («unknowns») konnte wie oben beschrieben eine identifiziert werden.

2.2.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK

Die PAK-Substanzen zeigten in den Vorjahren keine Befunde über der analytischen Bestimmungsgrenze, weshalb auch beim Trinkwasser auf eine umfassende PAK-Analytik verzichtet wurde. Einzig die CMR Substanz Benzo(a)pyren, für die in der TBDV ein Höchstwert von 0.01 µg/L existiert, wird mittels GC-MS Screening analysiert. In keiner der untersuchten Trinkwasserproben konnte Benzo(a)pyren nachgewiesen werden.

2.2.5 Komplexbildner NTA und EDTA

Bei den Komplexbildnern NTA, EDTA, DTPA (Tab. 15) stellt sich die Situation 2023 vergleichbar dar wie in den Jahren zuvor.

Tab. 15: Im Trinkwasser untersuchte organische Komplexbildner mit Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	2023	2023	2022	2022
	[µg/L]	Min [µg/L]	Max [µg/L]	Min [µg/L]	Max [µg/L]
DTPA	0.25	<BG	<BG	<BG	<BG
EDTA	0.25	<BG	0.38	<BG	0.67
NTA	0.25	<BG	<BG	<BG	<BG

In den 4 untersuchten Wasserproben im Trinkwasser kamen weder DTPA noch NTA in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze vor. Der Gehalt an EDTA im Trinkwasser lag bei 0.38 µg/L. Vorjahre: 2022: 0.67 µg/L, 2021: 0.43 µg/L, 2020: 0.67 µg/L, 2019: <0.50 µg/L, 2018: 0.53 µg/L, 2017: 0.73 µg/L.

2.2.6 VOC (MTBE / BTEX, u.a. VOC-Analyten)

Substanzen und Bestimmungsgrenzen sind in Tab. 9 aufgeführt. Die in den Jahren 2023 durchgeführten 4 Untersuchungen am Trinkwasser/Mischgrundwasser vor und nach Aktivkohlefiltration ergaben mit Ausnahme von Tetrachlorethen im Mischgrundwasser vor AKF keine Befunde über der analytischen Bestimmungsgrenze (BG).

Flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (VOC-Methode)

Die Einzelverbindungen in Tab. 16 gehören zum Messprogramm der VOC, flüchtige organische Stoffe. Insgesamt sind die Höchstwerte nach der Trinkwasserverordnung (TBDV) deutlich unterschritten. Ein Anstieg der Konzentrationen der FHKW-Substanzen ist nicht zu beobachten.

Die Analyseergebnisse 2023 von 4 Grundwasserproben (VT0.VB04) vor AK-Filter und 4 Trinkwasserproben nach AK (TA10002) erfüllen bereits das IWB-Qualitätsziel von <0.5 µg/L je Einzelsubstanz.

Tab. 16: Untersuchte FHKW-Substanzen 2023 vor und nach AK-Filter mit Bestimmungsgrenzen

Parameter	BG	Messwert vor AK 2023	Messwert vor AK 2022	Messwert nach AK 2023	Messwert nach AK 2022
	[µg/L]	Min [µg/L]	Max [µg/L]	Min [µg/L]	Max [µg/L]
1,1,1,2-Tetrachlorethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1,1-Trichlorethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1-Dichlorethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1-Dichlorethen	0.08	<BG	<BG	<BG	<BG
1,2-Dichlorethan	0.08	<BG	<BG	<BG	<BG
1,2-Dichlorobenzol	0.015	<BG	<BG	<BG	<BG
1,3-Dichlorobenzol	0.015	<BG	<BG	<BG	<BG
1,4-Dichlorobenzol	0.015	<BG	<BG	<BG	<BG
Bromdichlormethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
cis-1,2-Dichlorethen	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Dibromchlormethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Dichlormethan	0.25	<BG	<BG	<BG	<BG
Tetrachlorethen	0.05	0.090	0.086	<BG	<BG
Tetrachlormethan	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
trans-1,2-Dichlorethen	0.08	<BG	<BG	<BG	<BG
Trichlorethen	0.05	<BG	<BG	<BG	<BG
Trichlormethan	0.05	0.057	<BG	<BG	<BG

2.2.7 Aktivkohlefiltration

Polychlorierte Butadiene

Zu den polychlorierten Butadienen gehören u.a. die Tetra- und Pentachlorbutadiene sowie Hexachlorbutadien. Der Abbau von Hexachlorbutadien, das früher in grossen Mengen in industriellen Prozessen und als Lösemittel eingesetzt wurde, kann unter anaeroben Bedingungen zu den partiell chlorierten Tetra- und Pentachlorbutadienen führen. Nach wie vor ist nicht sicher, welche Wirkungen tiefe Konzentrationen dieser Substanzen auf die Gesundheit des Menschen haben. Um jegliches Gefahrenpotenzial auszuschliessen, erfolgte schon ab Februar 2008 die Aktivkohlefiltration der IWB in den Langen Erlen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit gelangten die Chlorbutadiene in den Siebziger- und Achzigerjahren über die künstliche Grundwasseranreicherung mit Rheinwasser in den Aquifer. Untersuchungen aus dem Jahre 1976 zeigen, dass Rheinwasser mit mehreren Tausend Nanogramm pro Liter verunreinigt war. Das Grundwasser in den Langen Erlen enthält vergleichbare Konzentrationen an polychlorierten Butadienen wie in der Hard.

Tab. 17: Untersuchte polychlorierte Butadiene im Mischgrundwasser vor (VT0.VB04) und im Trinkwasser nach AK-Filter (Maximalwerte in µg/L) 2023

Substanzen	BG	Vor AKF 2023	Nach AKF 2023	Vor AKF 2022	Nach AKF 2022	Vor AKF 2021	Nach AKF 2021
1,1,2,3,4-PCBD	0.0075	0.012	<BG	0.015	<BG	<BG	<BG
1,1,2,3-TCBD	0.0075	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
1,1,2,4,4-PCBD	0.0075	<BG	<BG	0.006	<BG	0.003	<BG
1,1,2,4-TCBD	0.0075	0.020	<BG	0.023	<BG	0.017	<BG
1,1,3,4-TCBD	0.0075	0.017	<BG	0.024	<BG	0.017	<BG
1,1,4,4-TCBD	0.0075	0.067	<BG	0.08	<BG	0.066	<BG
1,2,3,4-TCBD	0.0075	0.017	<BG	0.019	<BG	0.016	<BG
Hexachlorbutadien	0.0075	0.014	<BG	0.022	<BG	0.015	<BG

Grundsätzlich erfolgt die Filtererneuerung nach einem sezifischen Durchsatz von ca. 100 m³/kg Aktivkohle. Obschon die Adsorptionskapazität der AK bezüglich der Chlorbutadiene mit dieser Beladung noch nicht erreicht ist, erfolgt die Befüllung des Filterbeckens (2021: 4 und 2, 2022: 1 und 3, 2023: Filter 4) mit reaktivierter Aktivkohle (Silcarbon, S 1240-200 plus).

Im Jahre 2023 wurden 4 Proben Mischgrundwasser vor AK (VT0.VB04) und 4 nach AK (AL0.VB26) auf Chlorbutadiene untersucht (Tab. 17). Die Maximal-Konzentrationen liegen im Bereich der Vorjahre mit leicht abnehmenden Trend gegenüber dem letzten Jahr. Der gesetzliche Höchstwert gemäss TBDV von 0.1 µg/L gilt für die Einzelstoffe wie auch für die Summe der Tetra- und Pentachlorbutadiene.

Keine der chlorierten Kohlenwasserstoffe konnten im Trinkwasser nach Aktivkohlefiltration über der sehr tief angesetzten analytischen Bestimmungsgrenzen nachgewiesen werden.

GC-MS Screening vor und nach Aktivkohlefiltration (vgl. Abschnitt 2.2.3)

2023 wurden 4 Mischgrundwasser-Proben vor Aktivkohlefiltration (Probestelle VT0.VB04, Zulaufbauwerk AK-Filter) mittels GC-MS Screening untersucht. Die Einzelstoffanalytik (quantitativer Teil) ergaben für alle 20 analysierten Substanzen Befunde unter den analytischen Bestimmungsgrenzen (0.10 bzw. 0.050 µg/L). Was einleitend im Abschnitt 2.1.2 für das GC-MS Screening (Qualitative Auswertung) ausgeführt wurde, gilt entsprechend für die Grundwasseranalysen ebenso.

Tab. 18: Mit dem qualitativen GC-MS Screening analysierte Mischgrundwasser-Proben 2023

Probeneingang	Probenstelle	Probenbezeichnung	Probenummer
31.01.2023	VT0.VB04	AKF Zulauf-/Verteilbauwerk	23-0054-01
12.06.2023	VT0.VB04	AKF Zulauf-/Verteilbauwerk	23-0606-46
08.08.2023	VT0.VB04	AKF Zulauf-/Verteilbauwerk	23-0739-01
05.12.2023	VT0.VB04	AKF Zulauf-/Verteilbauwerk	23-1251-01

Tab. 19: Auswertung des qualitativen GC-MS Screenings mit abgeschätzter Konzentration, nur Befunde ≥ 25 „ng IS-äquivalent“/L angegeben

Befund	RI-Bereich		Befund Häufigkeit	Geschätzte Konz.	
				min	max.
B1127_2,5,7,10-tetraoxaundecane	1125	1133	4	80	108
B675_2-Methoxy-1,4-dioxan	685	685	1	55	55
Unknown	742	1238	2	22	25

Weitere Spurenstoffe und Wirksamkeit der Aufbereitungskette

Der Hauptteil der nachgewiesenen Spurenstoffe stammt aus dem Rheinwasser. Viele organische Spurenstoffe werden im Rahmen der Messprogramme der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee Rhein im Rohwasser der Mitgliedswerke untersucht. Abbildung 4 zeigt die gemessenen Substanzen nur 9 der 51 im Rohwasser vorkommenden Substanzen gelangen ins Trinkwasser.

Die Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, dass die Konzentrationen der gemessenen Stoffe in den Oberflächengewässern zunehmen und die Mikroverunreinigungen in vielen für die Trinkwassergewinnung eingesetzten Grundwässern vorkommen. Die Qualität des Rohwassers bei der Entnahmestelle linksrheinisch, oberhalb der Einleitungsstellen der grossen Industriekläranlagen, darf als wenig belastet beurteilt werden.

In Diagramm Abb. 4 sind sämtliche im Rohwasser aufgetretenen Spurenstoffe dargestellt. Von ursprünglich 32 Substanzen, die im Rohwasser (Rhein) über der analytischen Bestimmungsgrenze gemessen wurden, werden 27 Substanzen mit der Aufbereitungskette (Sandfiltration – Bodenpassage – Aktivkohle) entfernt bzw. in der Konzentration unter die analytische Bestimmungsgrenze reduziert. Immerhin noch 13 Substanzen (40%) konnten im geförderten Grundwasser - nach Bodenpassage - in sehr tiefen Konzentrationen gemessen werden (0.001 bis 0.76 $\mu\text{g/L}$). 5 Substanzen brechen bei der Aufbereitung bis ins Trinkwasser durch.

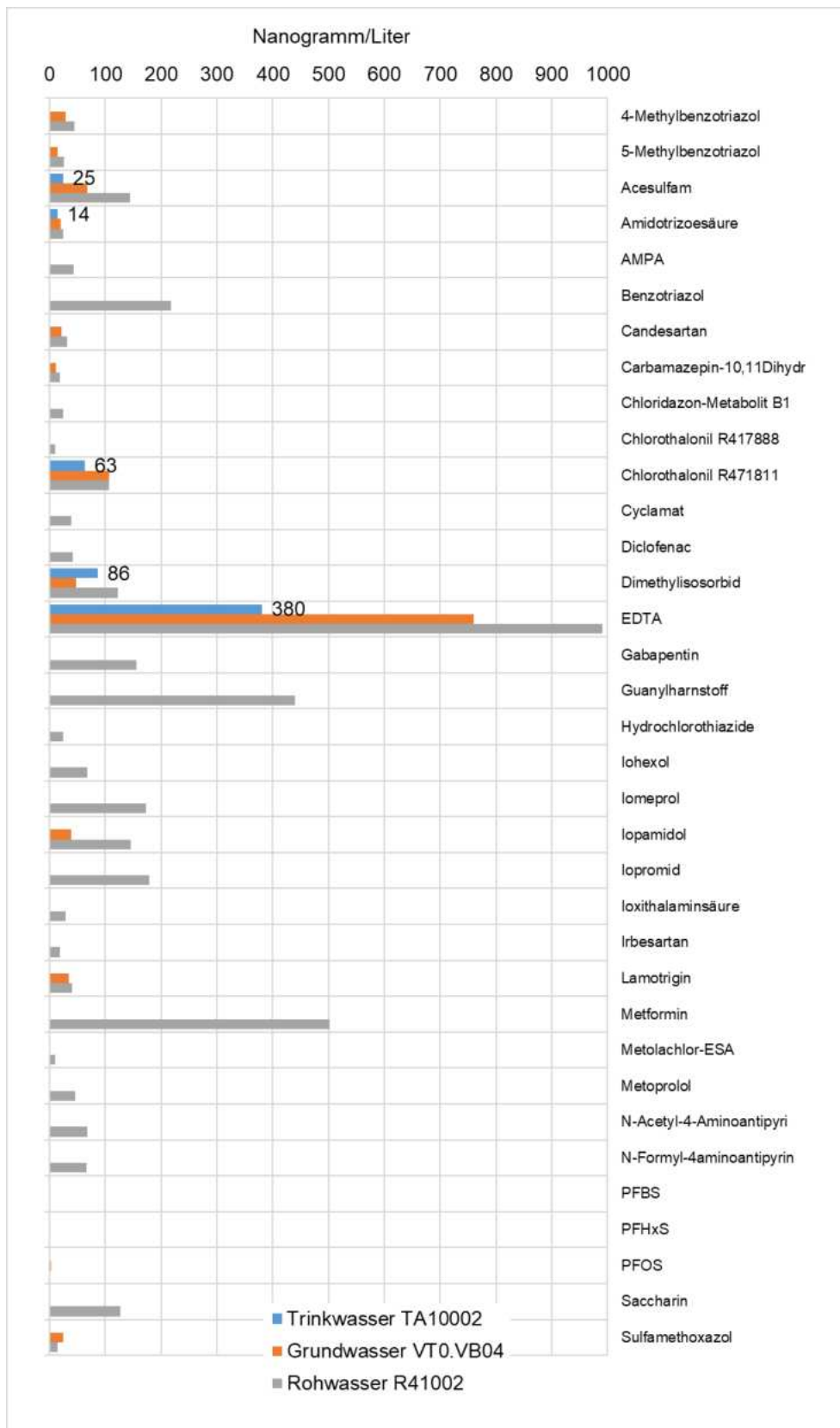


Abb. 4: Organische Mikroverunreinigungen mit Maximalgehalten im Roh-, Grund- und Trinkwasser 2023. Fehlen die Balken lagen die Substanz-Konz. unter der analytischen Bestimmungsgrenze. Angaben Trinkwasserkonzentrationen in ng/L, Anzahl Proben variieren (3-15).

2.2.8 Prüfverfahren auf Suspected Targets («vermutete» organische Mikroverunreinigungen)

Die in der Wasserprobe enthaltenen Substanzen werden ohne Aufkonzentrierung mit IS-Mix (s.u.) versetzt, mittels Flüssigchromatographie und hochauflösender Massenspektrometrie analysiert und halbquantitativ ausgewertet.

Über die so erhaltene exakte Masse (m/z) wird in einer eigenen Datenbank mit über 1500 Analyten nach vermuteten Substanzen (Suspects) gesucht. Die Zuordnung der Substanzen erfolgt durch den Vergleich der Masse (m/z) mit einer Auflösung von 1:60'000 (bei m/z 200), bei einer Massengenauigkeit besser als 5 ppm und, falls vorhanden, mit der Retentionszeit. Oftmals ergeben sich pro exakter Masse mehrere mögliche Substanzen.

Die ungefähre Konzentrationsangabe ($\mu\text{g/L}$) wird anhand der Peak-Flächen der Substanz und eines internen Standards (IS) abgeschätzt. Als IS werden im Positiv-Mode Koffein-13C3 und im Negativ-Mode Acesulfam-D4 zur Konzentrationsabschätzung verwendet. Geschätzte Konzentrationen unter $0.025 \mu\text{g/L}$ werden mit $< 0.025 \mu\text{g/L}$ angegeben (Bestimmungsgrenze). Mit Labor- und Feld-Blindproben (vor Ort erhoben) werden die Einflüsse der Probenahme, des Proben-Transportes, der Proben-Lagerung und des Laborumfeldes erfasst. Falls diese Substanzen in den Wasserproben vorhanden sind, werden sie bei der Auswertung berücksichtigt.

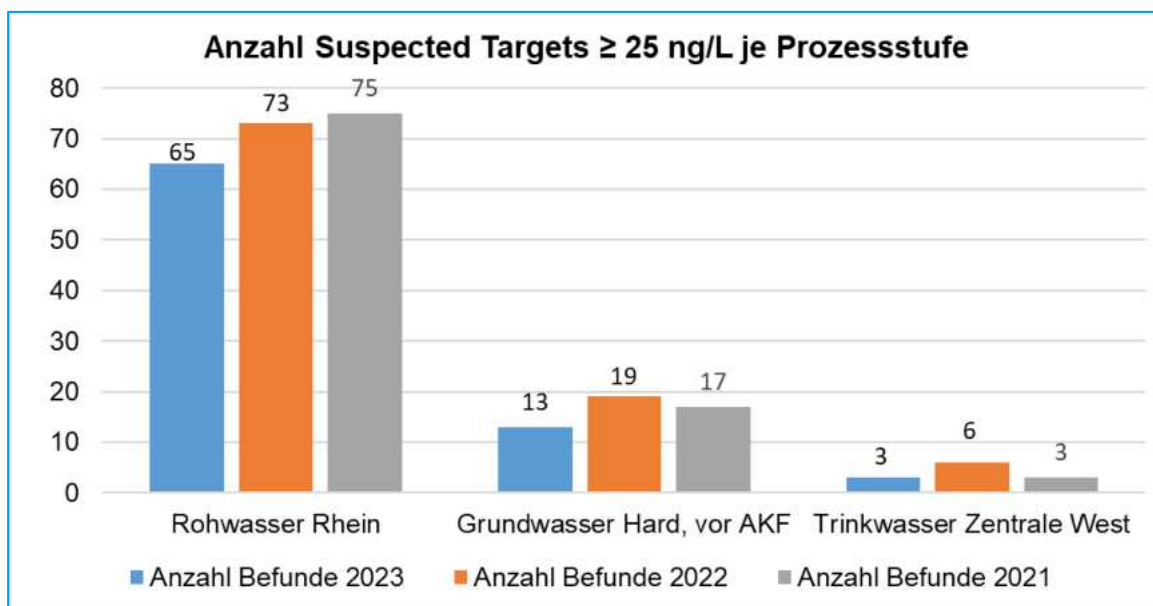


Abb. 5: Anzahl Substanzen pro Prozessstufe im abgeschätzten Konzentrationsbereich

Im Berichtsjahr wurden mit der neuen «Suspected-Target» Screeningmethode die in **Abb. 5** dargestellten Prozess-/Produktstufen Rohwasser Rhein (Probestelle R41002), Grundwasser Hard, vor AKF (Probestelle VT0.VB04) und Trinkwasser (Probestelle TA10002) untersucht. Die Analysen erfolgten monatlich und umfassten die Detektion von über 1'500 Substanzen. Im Grundwasser wie auch im Trinkwasser ist im Jahre 2023 die Anzahl Suspects leicht zurückgegangen.

In den insgesamt 28 untersuchten Trinkwasserwasserproben kamen nachstehende Substanzen bzw. Suspected Targets regelmässig vor **Tab. 20** und **Abb. 6**.

Tab. 20: Trinkwasserrelevante «Suspected Targets» über 25 ng/L im 2023 und 2022

Suspected Targets	2023 Konz. in µg/L ¹⁾	Anzahl Befunde	2022 Konz. in µg/L ¹⁾	Anzahl Befunde
Allopurinol	0.316	1	--	0
Amidosulfonat	0.064	3	0.219	4
Hexafluorosphat	0.214	12	0.257	9
Melamin	--	0	0.026	1

Legende: ¹⁾ ... geschätzte Angabe IS-äquivalente Konzentration

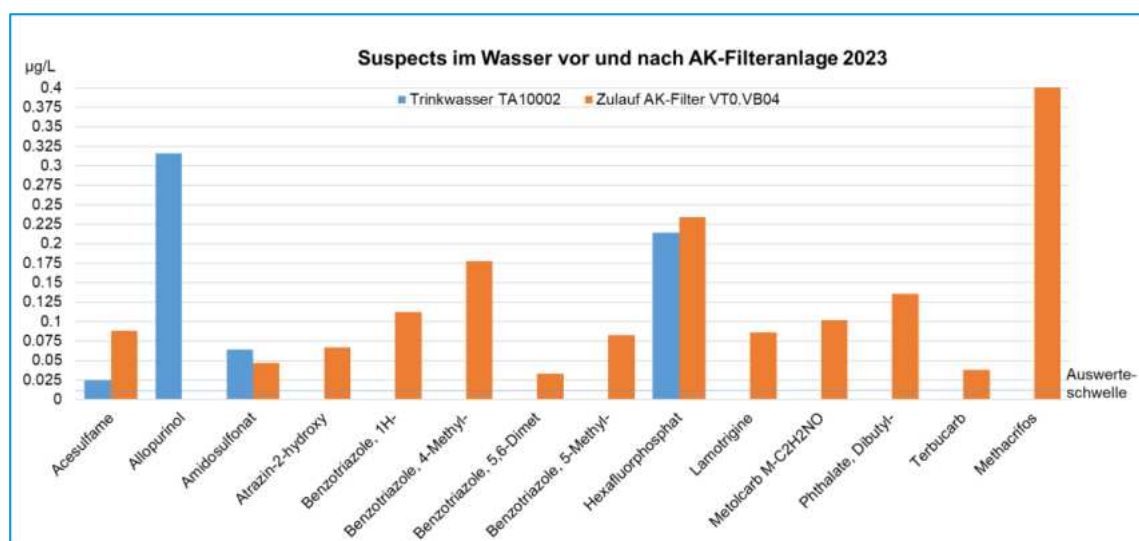


Abb. 6: Suspects im Zulauf und A blauf der Aktivkohlefiltration

2.2.9 Prüfverfahren auf Multikomponenten (polare organische Mikroverunreinigungen)

Nachstehende im Rheinwasser vorkommende 42 organische, polare Einzelstoffe wurden, wie schon in den Vorjahren analysiert deren Verhalten bei der Aufbereitung untersucht. Von den 23 im Rohwasser nachgewiesenen Einzelstoffen brachen 9 bis ins Grundwasser durch. Diese organischen Mikroverunreinigungen werden mit der anschliessenden Aktivkohlefiltration aus dem Wasser entfernt. Keine der Substanzen konnten im Trinkwasser über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden.

Tab. 21: Polare organische Mikroverunreinigungen im Roh-, Grund und Trinkwasser 2023

Substanzen	Konz. in µg/L	Maximalwert	Maximalwert	Maximalwert
		BG	Rohwasser	Grundwasser
Probestelle	--	R41002	VT0.VB04	TA10002
4-Methylbenzotriazol	0.010	0.044	0.028	< BG
5-Methylbenzotriazol	0.010	0.026	0.014	< BG
Acetyl-Sulfamethoxazol	0.010	< BG	< BG	< BG
Amisulprid	0.010	< BG	< BG	< BG
Atrazin	0.010	< BG	< BG	< BG
Bentazon	0.010	< BG	< BG	< BG
Benzotriazol	0.010	0.217	0.030	< BG
Bezafibrat	0.010	< BG	< BG	< BG
Candesartan	0.010	0.031	0.031	< BG
Carbamazepin	0.010	< BG	< BG	< BG

Substanzen Konz. in µg/L		Maximalwert	Maximalwert	Maximalwert
	BG	Rohwasser	Grundwasser	TW nach AKF
Probestelle	--	R41002	VT0.VB04	TA10002
Carbamazepin-10,11Dihydr	0.010	0.019	0.012	< BG
Chloridazon	0.010	< BG	< BG	< BG
Chlorothalonil R417888	0.010	< BG	< BG	< BG
Chlortoluron	0.010	0.016	< BG	< BG
Citalopram	0.010	< BG	< BG	< BG
Clarithromycin	0.010	< BG	< BG	< BG
Cyprosulfamide	0.010	< BG	< BG	< BG
Desethylatrazin	0.010	< BG	< BG	< BG
Diazepam	0.010	< BG	< BG	< BG
Diclofenac	0.010	0.041	< BG	< BG
Diuron	0.010	< BG	< BG	< BG
Gabapentin	0.010	0.039	< BG	< BG
Guanylharstoff	0.010	0.439	< BG	< BG
Hydrochlorothiazide	0.010	0.025	< BG	< BG
Irbesartan	0.010	0.018	< BG	< BG
Isoproturon	0.010	< BG	< BG	< BG
Lamotrigin	0.010	0.040	0.034	< BG
MCPA	0.010	< BG	< BG	< BG
Mecoprop (MCP)	0.010	0.035	< BG	< BG
Metazachlor	0.010	< BG	< BG	< BG
Metformin	0.010	0.177	< BG	< BG
Metolachlor	0.010	< BG	< BG	< BG
Metolachlor-ESA	0.010	0.010	< BG	< BG
Metolachlor-Morpholinon	0.010	< BG	< BG	< BG
Metolachlor-OXA	0.010	< BG	< BG	< BG
Metoprolol	0.010	0.010	< BG	< BG
N-Acetyl-4-Aminoantipyri	0.010	0.068	< BG	< BG
N-Formyl-4aminoantipyrin	0.010	0.066	< BG	< BG
Sotalol	0.010	< BG	< BG	< BG
Sulfamethoxazol	0.010	0.014	0.024	< BG
Terbutylazin	0.010	< BG	< BG	< BG
Venlafaxin	0.010	0.018	< BG	< BG

Tab. 22: Chlorothalonil-Metaboliten im Roh- und Trinkwasser der Aufbereitungsstufen 2023

Substanzen Konz. in µg/L		Maximalwert	Maximalwert	Maximalwert
	BG	Rohwasser	Grundwasser	TW nach AKF
Probestelle	--	R41002	VT0.VB04	TA10002
Chlorothalonil R417888	0.020	0.018	0.013	< BG
Chlorothalonil R418503	0.040	< BG	< BG	< BG
Chlorothalonil R471811	0.025	0.139	0.110	0.072
Chlorothalonil R611965	0.030	< BG	< BG	< BG
Chlorothalonil SYN507900	0.025	< BG	< BG	< BG
Chlorothalonil,4-hydroxy	0.020	< BG	< BG	< BG

Von den 20 auf Chlorothalonil-Metaboliten untersuchten Proben liessen sich lediglich zwei Metaboliten über der analytischen Bestimmungsgrenze nachweisen. Die maximale Konzentration des relevanten Metaboliten R471811 im Trinkwasser lag im Berichtjahr 2023 stets unterhalb des derzeit ausgesetzten Höchstwertes von 0.1 µg/L.

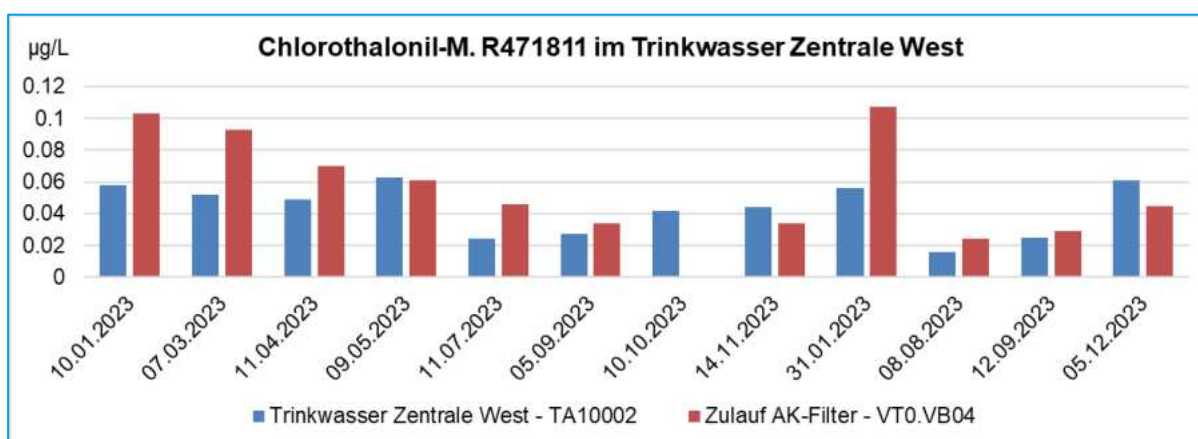


Abb. 7: Konzentrationsverlauf Chlorothalonil-Metabolit R471811 im Trinkwasser Zentrale West

Im Jahresverlauf zeigt der Konzentrationsverlauf (Abb. 7) nur teilweise eine Entfernung von Chlorothalonil R471811 mittels Aktivkohlefiltration. Nach Durchbruch der Substanz bei einem spezifischen Durchsatz über 30 m³/kg resultierte eine höhere Konzentration im Filtrat gegenüber der Konzentration im zulaufendem Wasser vor dem AK-Filter (November, Dezember 2023). Aus diesem Grund (u.a.) werden die AK-Filter bereits ab dem Jahr 2020 bei einem spezifischen Durchsatz von ca. 100 m³/kg AK erneuert. Der zeitversetzte Austausch der Aktivkohle hat zur Folge, dass immer ein Becken frische Aktivkohle enthält und so die Konzentration der Chlorothalonil-Metaboliten zu reduzieren bzw. verdünnen vermag.

2.3 Brunnen und Pegelrohre (Einzelergbnisse im Anhang B)

2.3.1 Probenahmen und Feldmessungen

Das Untersuchungsprogramm zur Erfassung der Grundwasserqualität in den Brunnen und ausgewählten Pegelrohren ist einleitend aufgelistet (Abschnitt 1.3, Tab. 4).

Tab. 23: Untersuchungskampagne 2023: Probestellen mit zusätzlichen Feldblindproben

Grosses Messprogramm 12.06.-20.06.2023 Auftrag 23-0606	Kleines Messprogramm 31.01.2023 Auftrag 23-0050	Kleines Messprogramm 11.07.2023 Auftrag 23-0706	Kleines Messprogramm 10.10.2023 Auftrag 23-0937
Brunnen 01	Brunnen 2	Brunnen 2	Brunnen 2
Brunnen 04-07	Brunnen 5	Brunnen 5	Brunnen 5
Brunnen 09-24	Brunnen 7	Brunnen 7	Brunnen 7
Brunnen 26-34	Brunnen 13	Brunnen 13	Brunnen 13
Brunnen 10 Blind	Brunnen 28	Brunnen 28	Brunnen 28
Brunnen 29 Blind	Brunnen 34	Brunnen 34	Brunnen 34
Brunnen 32 Blind	Brunnen 2 - Blind	Brunnen 2 - Blind	Brunnen 2 - Blind
Grundwasser-Pegelrohr 6018 + Blind	Brunnen 7 - Blind	Blindprobe Labor	Blindprobe Labor
Grundwasser-Pegelrohr 6043	Blindprobe Labor		
Grundwasser-Pegelrohr 6080			
Grundwasser-Pegelrohr 6081 + Blind			
Grundwasser-Pegelrohr 6083			
Grundwasser-Pegelrohr 6105			
Grundwasser-Pegelrohr 6106			
Grundwasser-Pegelrohr 6111			
Grundwasser-Pegelrohr 6122			
Grundwasser-Pegelrohr 6127 + Blind			
Grundwasser-Pegelrohr 6128			
Grundwasser-Pegelrohr 6129			
Grundwasser-Pegelrohr 6130			
Rhein-Rohwasser R41002			
AKF Zulauf-/Verteilbauwerk + Blind			
Zentrale West, Keller, Hardwasser AG + TA 10002 Blind			

Die Einzelergebnisse sind in den bereits verteilten ausführlichen Untersuchungsberichten (lisa.lims 23-0606, 23-0050, 23-0706, 23-0937) aufgeführt.

2.3.2 Ergebnisse der Feldmessungen

Die Trübung der Wasserproben spielt bei der Probeentnahme eine wichtige Rolle und dient als Qualitätsparameter für den Probeentnahmeprozess. Wasserproben mit einem erhöhten Trübstoffanteil können weder reproduzierbar noch repräsentativ für die eigentliche Wasserqualität analysiert werden.

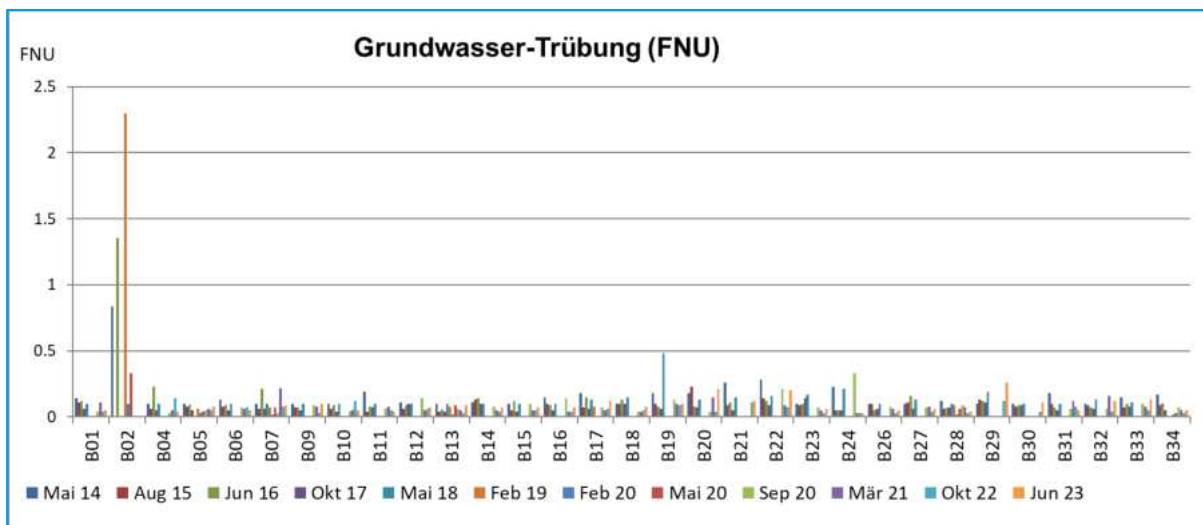


Abb. 8: Trübungswerte der Proben aus den Brunnen

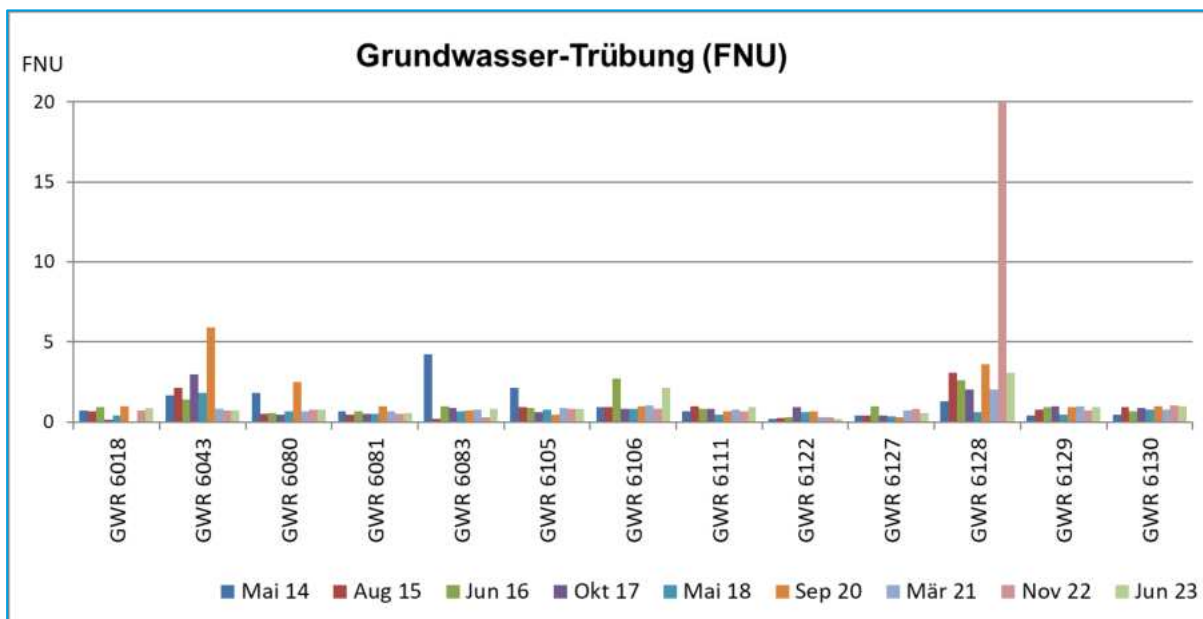


Abb. 9: Trübungswerte der Proben aus den Pegelrohren (GWR)

Während die Proben aus den Grundwasserbrunnen nur eine geringe Trübung aufweisen (< 0.5 FNU), sind die Proben aus den Pegelrohren unterschiedlich stark trübstoffhaltig. In den vorgängigen Diagrammen (Abb. 8 und Abb. 9) sind die Trübungswerte (FNU) der Grundwasserproben aufgeführt. In der Regel wurde so lange gepumpt, bis der Trübungswert < 1 FNU zu liegen kam. Um Minderbefunde auszuschliessen, wurden die Wasserproben aus den Beobachtungsrohren bei der analytischen Aufarbeitung im Labor nicht filtriert. Weitere Probenahmeparameter wie Wassertemperatur und Grundwasserpegel, gemessen nach einer Pumpzeit von mindestens 30 Minuten, sind in den nachstehenden Diagrammen abgebildet.

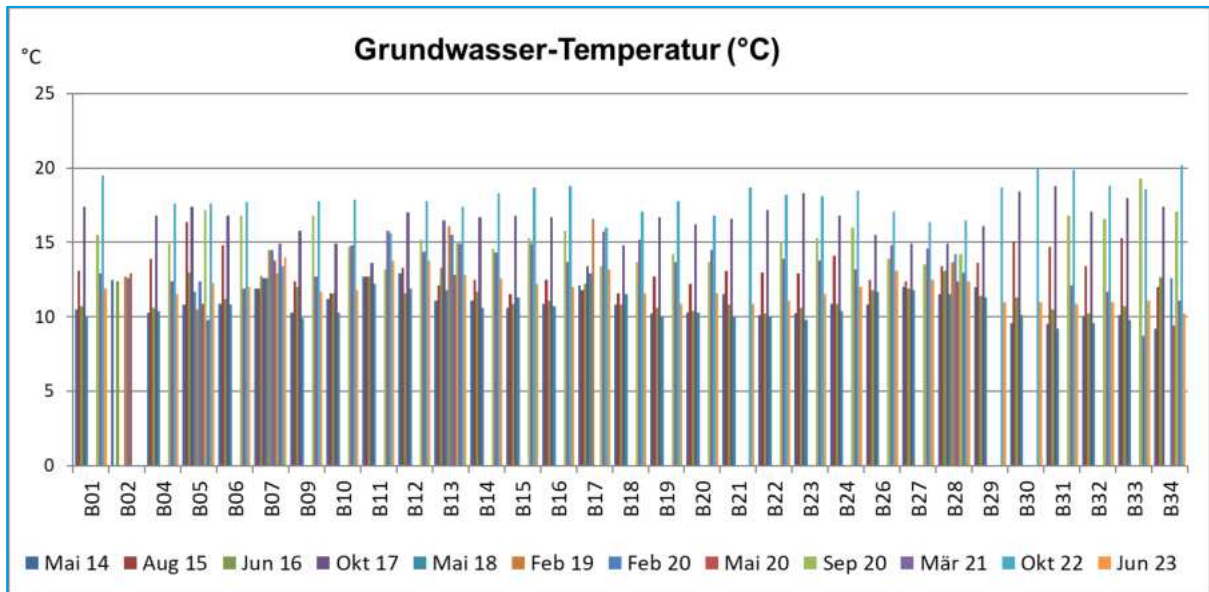


Abb. 10: Temperatur des Grundwassers in den beprobten Brunnen

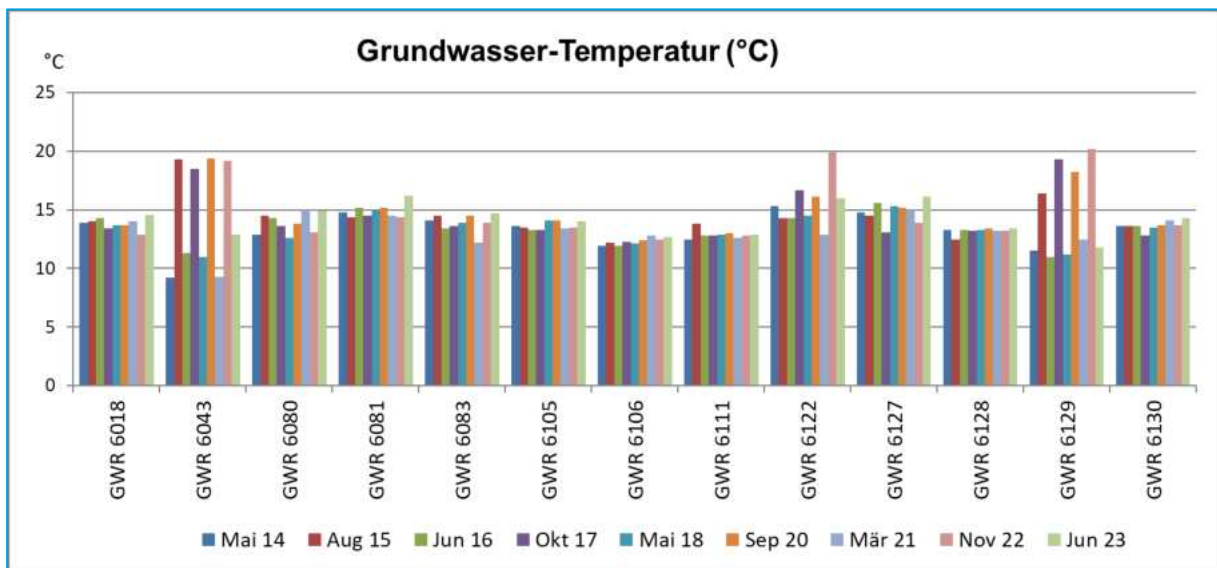


Abb. 11: Temperatur des Grundwassers in den beprobten Pegelrohren

Die mittlere Wassertemperatur betrug im Juni 2023 zum Zeitpunkt der Probenahmen:

- in den Brunnen: 11.9°C
- in den Pegelrohren: 14.2°C
- im Rohwasser (Rhein) bei Probenahme am 13.06.2023: 21.2°C

Die Messungen der Grundwasserpegel in den Brunnen erfolgten nach einer Vorpumpzeit von mindestens 30 Minuten und ergaben unterschiedliche Absenkungen der Brunnenpegel aufgrund unterschiedlicher Durchlässigkeiten. Brunnen 21 und 31 zeigten ein relativ grosses Absenkverhalten. Die Grundwasserpegel in den Pegelrohren wurden unmittelbar vor Einbringen der Probenahmepumpe in das Rohr gemessen.

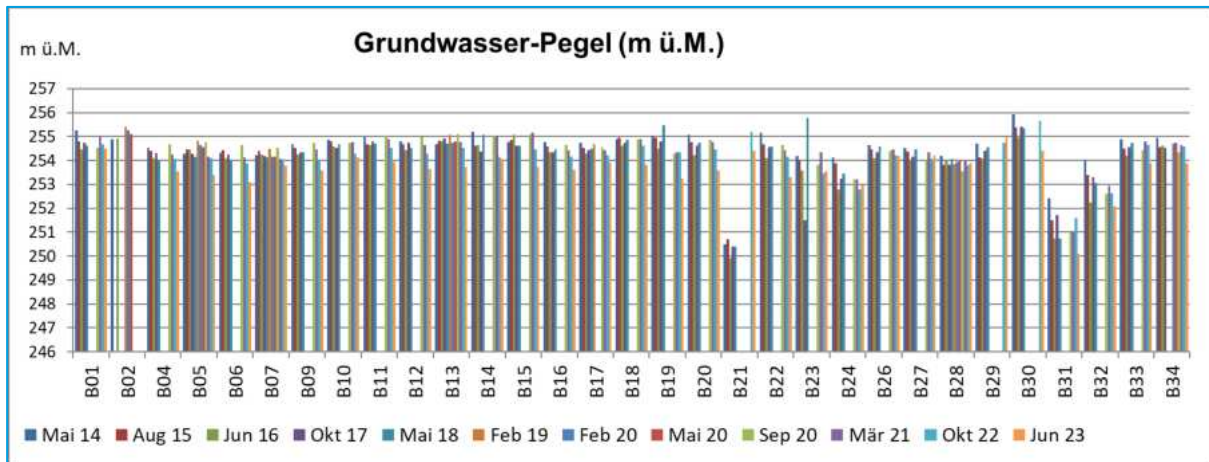


Abb. 12: Grundwasserpegel zum Zeitpunkt der Probeahme in den Brunnen

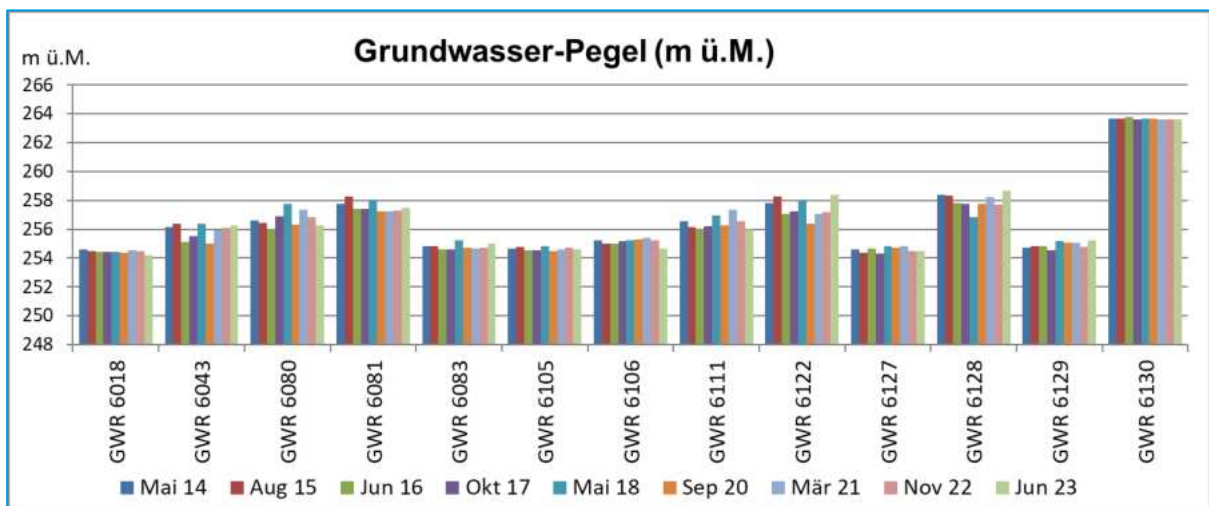


Abb. 13: Grundwasserpegel zum Zeitpunkt der Probenahme in den Beobachtungsrohren (GWR)

2.3.3 Ergebnisse der Labormessungen / Spurenanalytik

2.3.3.1 Spezifische elektrische Leitfähigkeit

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit (Bezugstemperatur 25°C) ermöglicht eine Aussage einerseits zum Mischungsverhältnis von infiltriertem Rohwasser mit dem zufließenden Grundwasser unterschiedlicher Leitfähigkeit (beispielsweise stärker mineralisiertes Klutgrundwasser). Andererseits können unterschiedliche Leitfähigkeiten auch durch kürzere oder längere Aufenthaltszeiten des künstlich angereicherten Grundwassers resultieren. Die Aufenthaltszeiten sind wiederum von der Grundwasserbewirtschaftung (Infiltrationsmengen, Brunnenbetrieb) abhängig. Die Brunnen 2, 7, 17 und 33 weisen gegenüber den übrigen Brunnen eine erhöhte spezifische elektrische Leitfähigkeit auf. Hier dürfte der Anteil an „natürlichem Grundwasser“ höher sein als im Mittel über alle Brunnen betrachtet (langjähriges Mittel: 380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Grundwasser, 340 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Rohwasser).

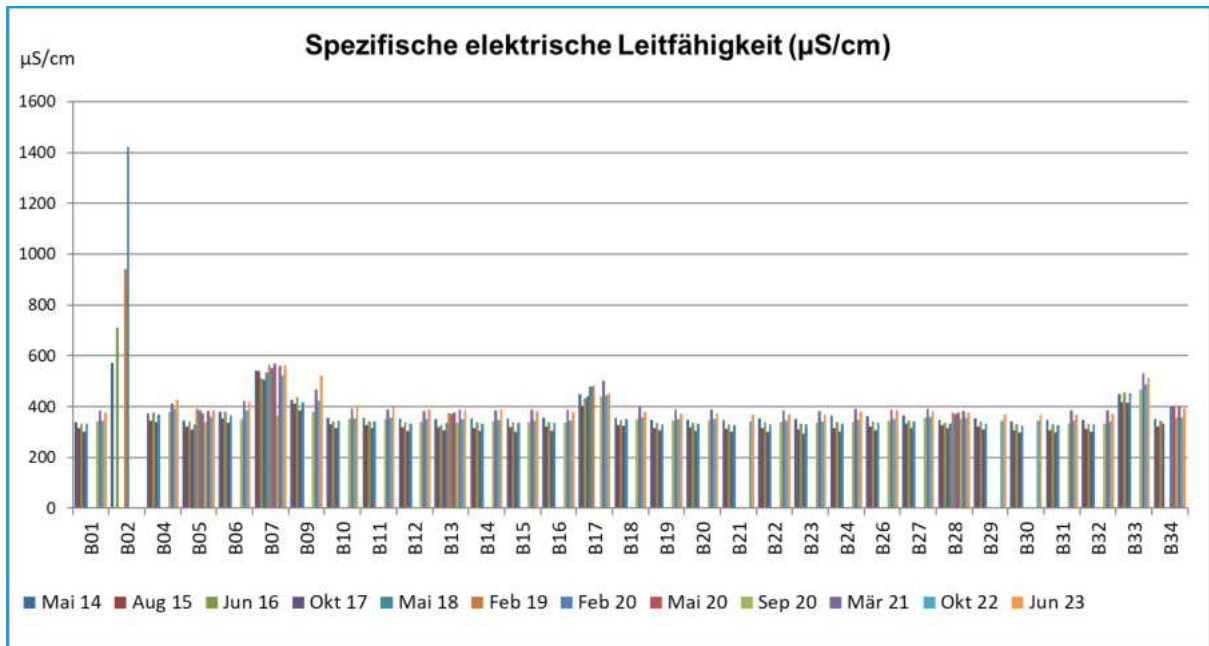


Abb. 14: Spezifische elektrische Leitfähigkeit des Grundwassers (Brunnen)

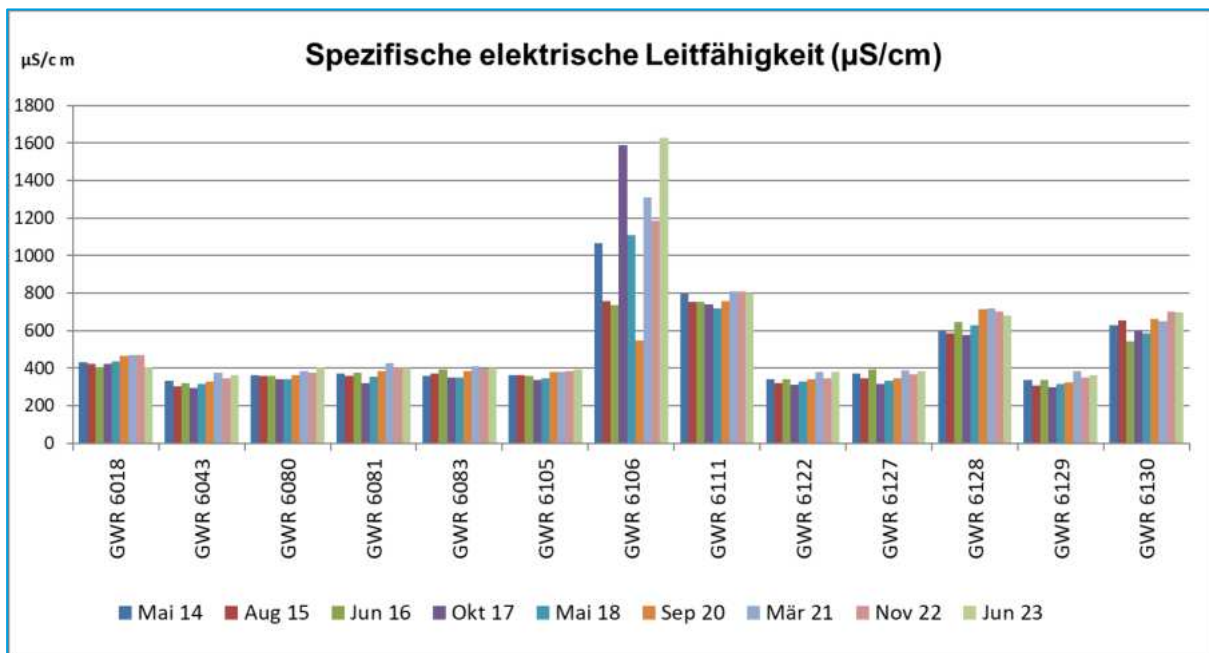


Abb. 15: Spezifische elektrische Leitfähigkeit des Grundwassers (Pegel)

2.3.3.2 Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)

Die TOC-Bestimmung der Grundwässer erfolgte an den nicht filtrierten Wasserproben.

Der TOC-Mittelwerte (gesamter organischem Kohlenstoff) in den Brunnen betrug 2023: 0.53 mg/L, (2022: 0.43 mg/L, 2021: 0.58 mg/L, 2020: 0.52 mg/L, 2019: 0.47 mg/L, 2018: 0.52 mg/L, 2017: 0.44 mg/L, 2016: 0.59 mg/L, 2015: 0.47 mg/L, 2014: 0.48 mg/L). Auffällig sind die deutlich tieferen TOC-Gehalte im Brunnen 7, was darauf hinweist, dass zusätzliche Eliminationsprozesse (anaerober Abbau,

Sorption) zu einem Abbau der organischen Wasserinhaltsstoffe führen könnten. Bemerkenswerterweise enthalten die Grundwasserproben aus diesen Stellen auch die höchsten Chlorbutadien-Konzentrationen. Konkret kann abgeleitet werden, dass schnellere Fließwege zu einem verminderten Abbau und somit zu einem erhöhten TOC führen. Die schnellen Fließwege haben andererseits zu einem verstärkten Auswaschen des im Untergrund haftenden Chlorbutadiens geführt, da das Infiltrat schon seit längerer Zeit frei von Chlorbutadienen ist.

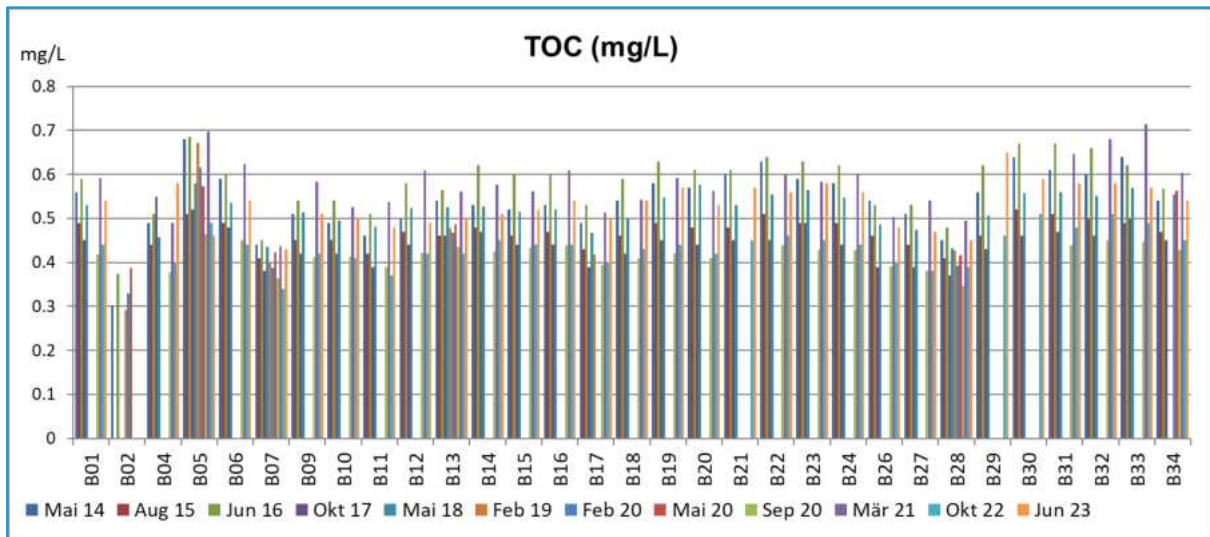


Abb. 16: TOC-Gehalt im Grundwasser (Brunnen)

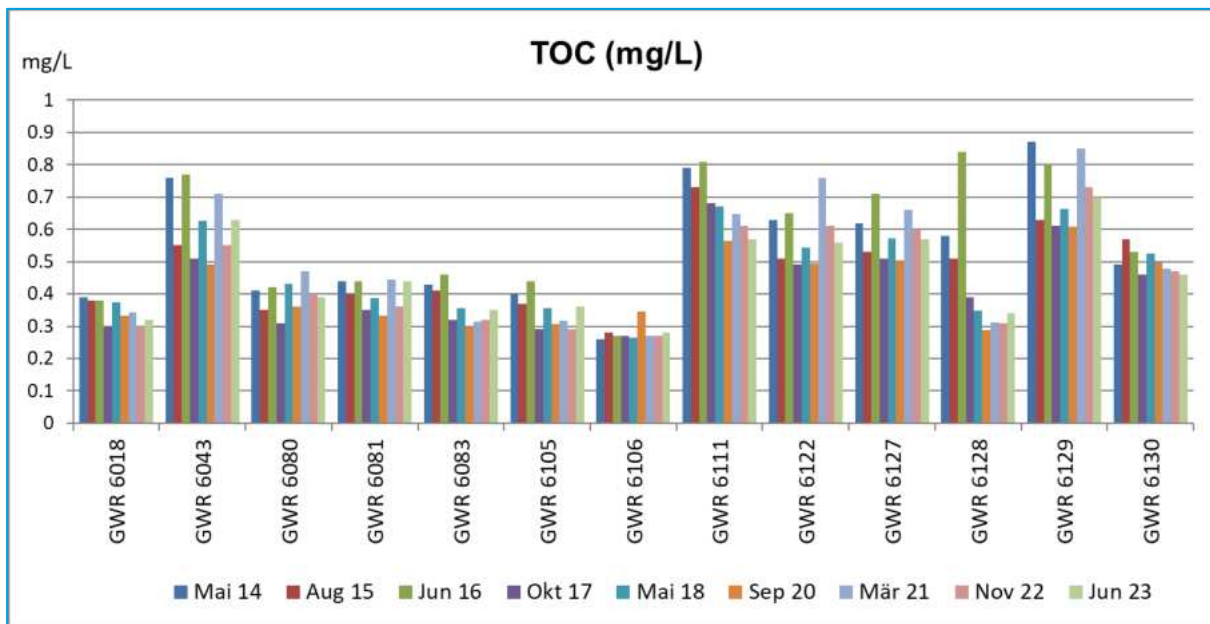


Abb. 17: TOC-Gehalt im Grundwasser (Pegellohre)

Temperaturen des Rohwassers unter 10°C führen zu einem sehr verlangsamten biologischen Abbau der Nährstoffe wie eines Teils des TOC, was zwangsläufig zu einer stetigen Zunahme der DOC-Konzentration im Grundwasser führt.

Die Stichproben-Messungen der DOC-Gehalte im Rohwasser lassen keine länger andauernde höhere Belastung des Rheinwassers erkennen Rohwasser (Abb. 18). Jedoch liegen einzelne Befunde deutlich über dem langjährigen Mittelwert (2 mg/L).

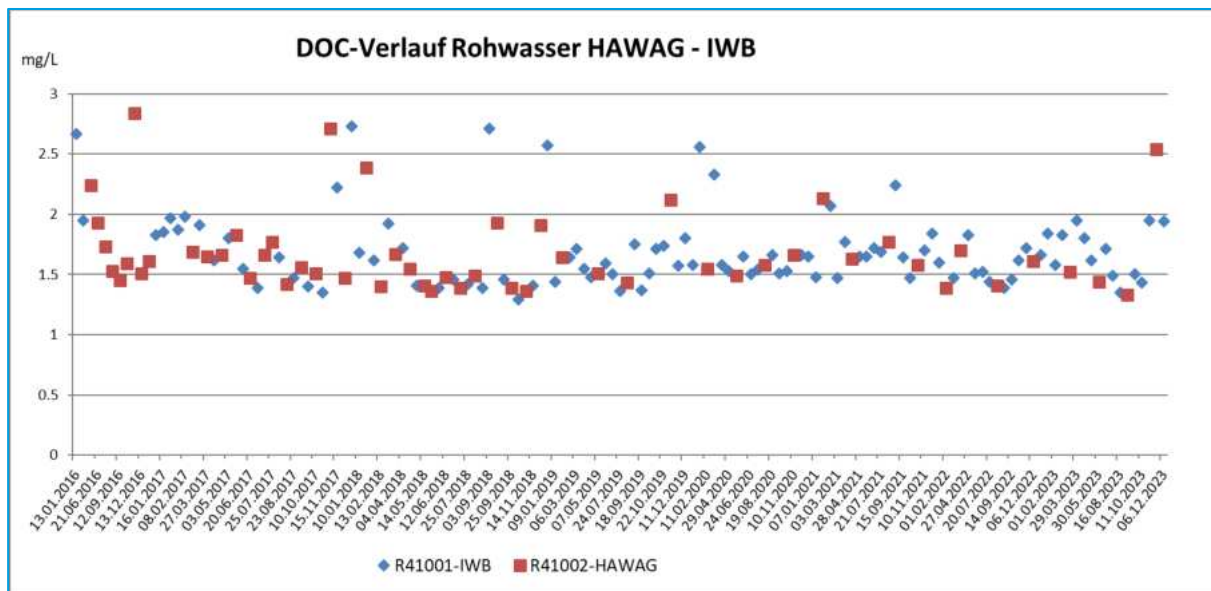


Abb. 18: Vergleich und Entwicklung DOC-Gehalt Rohwasser HAWAG und IWB 2016-2023

2.3.4 Ergebnisse Spurenanalytik

Die Grundwasserproben, das Rohwasser und die Blindproben wurden auf Komplexbildner, Pestizide, Kohlenwasserstoffe (BTEX, MTBE, etc.), PAK-Verbindungen und mittels GC/-MS-Screening analysiert (Einzelstoffe in den Anhängen A und B). Die detaillierten Analysenergebnisse sind im Anhang C diesem Bericht angefügt. In Tab. 24 sind auffällige Probestellen mit den Spurenstoff-Maximalgehalten 2023 zusammengefasst dargestellt. Die zum Teil hohe Belastung des Grundwassers im Pegelrohr 6130 mit PFT-Substanzen (Polyfluorierte Tenside) konnte wie in den Vorjahren bestätigt werden. Die Signatur des Grundwassers aus Pegel 6130 lässt erkennen, dass dieses Wasser wahrscheinlich entkoppelt ist von der Rheinwasserinfiltration. Diese These wird durch den mehrere Meter (ca. 5 m) höheren Grundwasserspiegel dieses Pegels gestützt. Weiter fehlen die chlorierten Substanzen durchwegs und die Pflanzenschutzmittel, wie sie auch in Familiengärten zum Einsatz kommen, sind prominent vertreten. Dieser Schluss kann auch auf die polyfluorierten Substanzen übertragen werden.

Tab. 24: Auffällige Probestellen bezüglich gemessener Spurenstoffe, Maximalwerte 2023 Angaben in µg/L

Substanzen	Brunnen 7	Brunnen 19	GWR 6018	GWR 6130
1,1,2,3,4-PCBD	0.022	0.010	0.033	< BG
1,1,2,4-TCBD	0.024	0.017	0.031	< BG
1,1,3,4-TCBD	0.027	0.017	0.039	< BG
1,1,4,4-TCBD	0.089	0.055	0.13	< BG
1,2,3,4-TCBD	0.024	0.014	0.034	< BG
Atrazin	< BG	< BG	< BG	0.098
Desethylatrazin	< BG	< BG	< BG	0.142
Diethyltoluamide DEET	0.010	< BG	< BG	< BG

Substanzen	Brunnen 7	Brunnen 19	GWR 6018	GWR 6130
Dimethylisosorbid	< BG	< BG	< BG	< BG
EDTA	0.69	0.5	0.7	0.65
Hexachlorbutadien	0.028	0.013	0.04	< BG
Metolachlor	< BG	< BG	< BG	0.153
PFBA	< BG	< BG	< BG	0.0187
PFBS	0.0013	0.0014	0.0012	0.0029
PFHpA	< BG	< BG	< BG	0.0095
PFHxA	< BG	< BG	< BG	0.0174
PFHxS	0.0014	0.0015	0.0014	0.0011
PFOA	< BG	< BG	< BG	0.016
PFOS	0.0034	0.0039	0.0019	0.0033
PFPeA	< BG	< BG	< BG	0.0141
Simazin	< BG	< BG	< BG	0.014
Summe Chlorbutadiene	0.186	0.113	0.267	< BG
Tetrachlorethen	0.108	0.068	0.161	
TOC (Totaler org. C)	0.43	0.44	0.3	0.47
Trichlorethen	< BG	< BG	0.073	

2.3.4.1 Polychlorierte Butadiene und flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe

Die Summen der Tetra- und Pentachlorbutadiene in den Proben der untersuchten Pegelrohre und der Grundwasserbrunnen sind in untenstehenden Diagrammen (Abb. 19 und Abb. 20) aufgetragen. Alten Studien (Stieglitz et al., Vom Wasser, 1976) kann entnommen werden, dass die Summe der Konzentrationen alleine der Tetrachlorbutadiene über 4 µg/L im Rheinwasser und über 1 µg/L im Grundwasser der Hard und Langen Erlen lagen. Diese Untersuchungen wurden im Zeitraum November 1975 bis Januar 1976 durchgeführt. Sie zeigen auch, dass ein Teil der polychlorierten Butadiene im Rohwasser im Untergrund zurückgehalten wurde - je nach Substanz zwischen 20 und 70% der im Rohwasser gelösten Verbindungen.

Die Summe der Tetra- und Pentachlorbutadiene betragen hier bis 280 ng/L (Abb. 19 und Abb. 20 S. 40). Ob diese Verunreinigungen in diesen Bereichen aus Hexachlorbutadien durch partielle Dechlorierung gebildet werden oder hier ein Zustrom von stärker belastetem Umgebungsgrundwasser vorhanden ist, muss weiterhin beobachtet werden (siehe auch Hinweis S. 40 unter Kapitel 2.3.4.1). Bisher ist in der Umgebung aber noch keine Chlorbutadienquelle entdeckt worden. Die geogenen Parameter und der Temperaturverlauf im Grundwasser von Brunnen B02 zeigen, dass sich dieses Grundwasser deutlich vom Rheinfiltrat geprägten Grundwasser anderer Brunnen unterscheidet und wahrscheinlich anderer Herkunft ist.

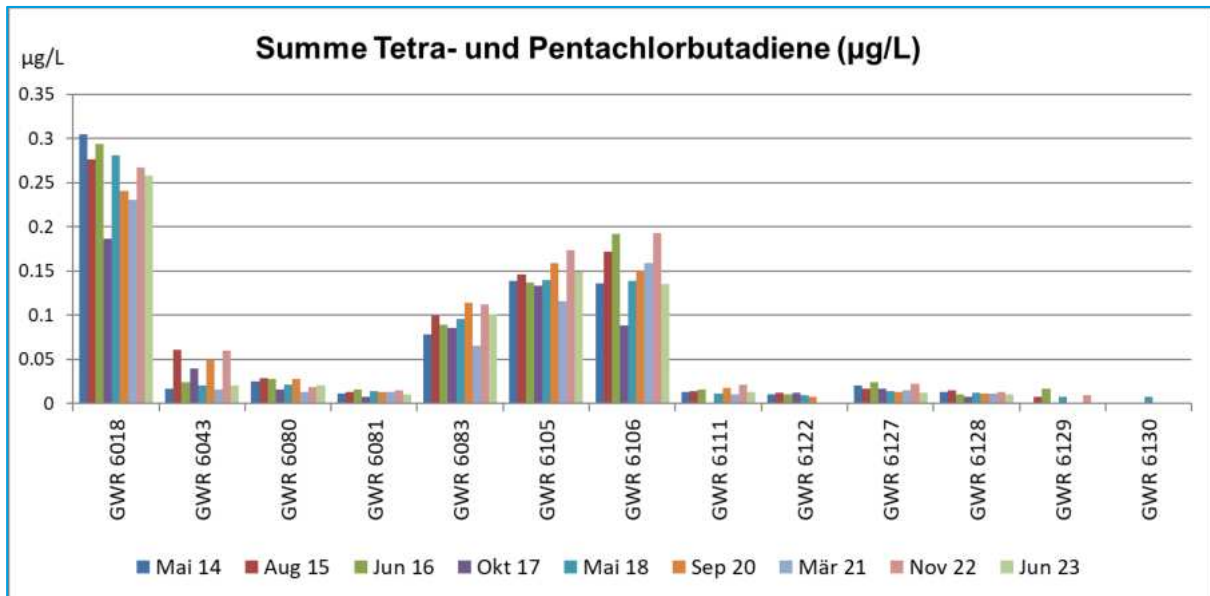


Abb. 19: Summe der Tetra- und Pentachlorbutadiene im Grundwasser der Pegelrohre (GWR)

Auffällig hohe Gehalte an Chlorbutadienen konnten in der Probe aus dem Pegelrohr 6018 gemessen werden. Der Trend in diesen Grundwassermessstellen ist deutlich rückläufig. In anderen Pegelrohren hingegen (6081, 6122, 6128, 6129 und 6130) liess sich keine oder nur geringe Konzentrationen nachweisen.

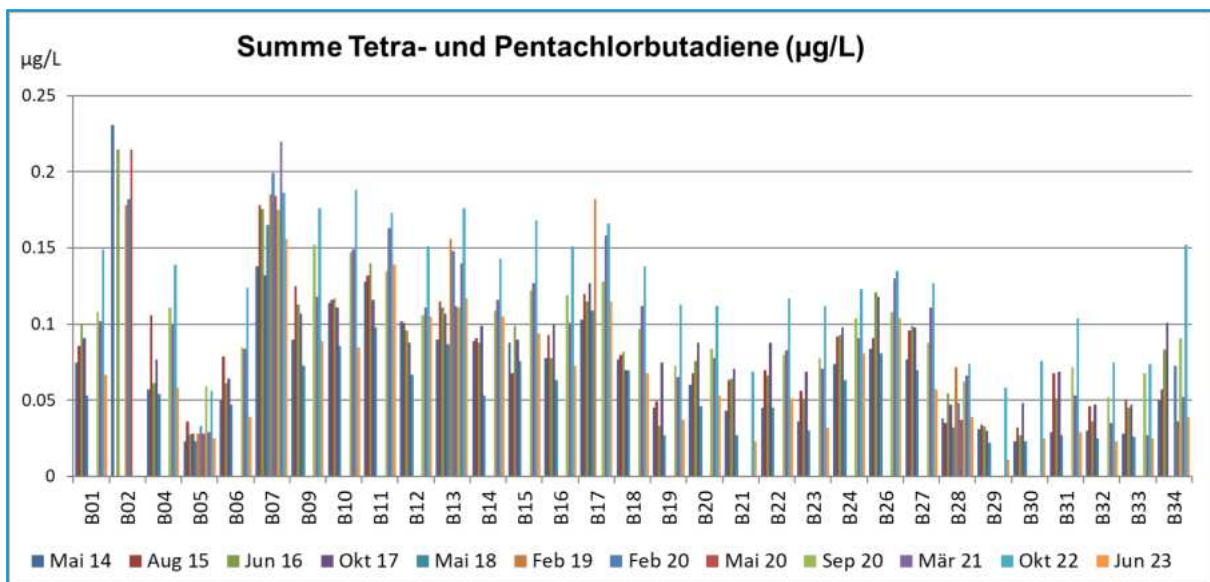


Abb. 20: Summe der Tetra- und Pentachlorbutadiene im Grundwasser (Brunnen)

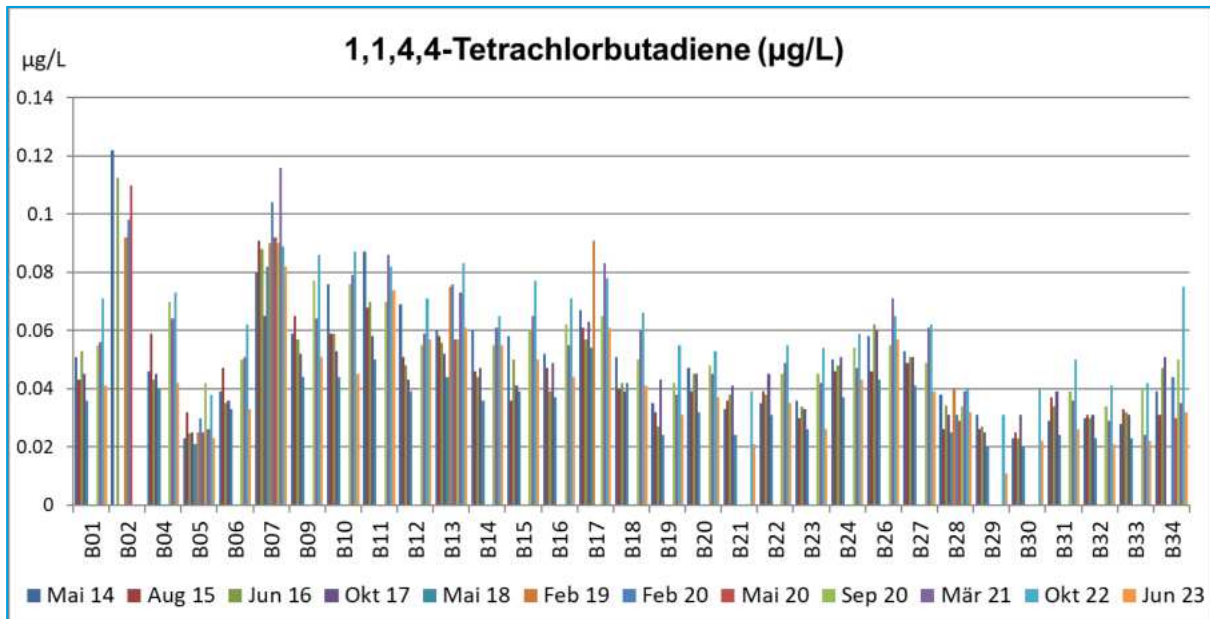


Abb. 21: Hauptkomponente 1,1,4,4-Tetrachlorbutadien im Grundwasser der Brunnen

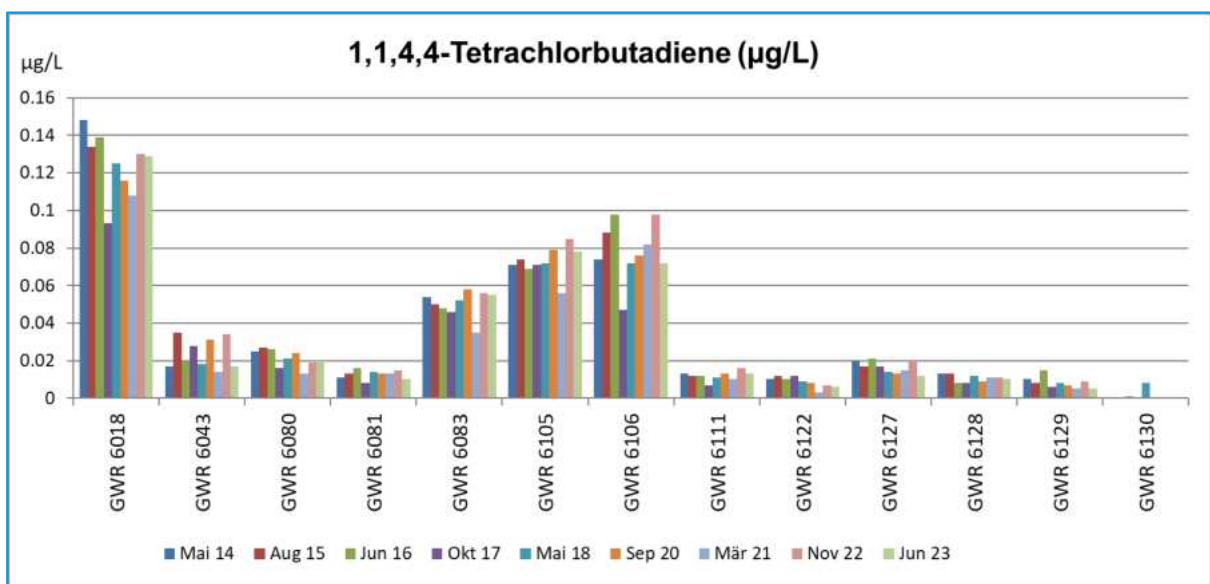


Abb. 22: Hauptkomponente 1,1,4,4-Tetrachlorbutadien im Grundwasser der Pegelrohre

Dasselbe Bild wie bei den polychlorierten Butadienen zeigen die Ergebnisse von Trichlorethen (Tri) und Tetrachlorethen (Per) in den folgenden Diagrammen (Abb. 23 bis Abb. 26).

Die Grundwasserbrunnen 2, 17, gefolgt von Brunnen 7 sind wie bei den Chlorbutadienen am stärksten mit Per und Tri belastet. Das Wasser der Brunnen 2 und 25 wird nicht mehr für die Trinkwasserbereitstellung verwendet.

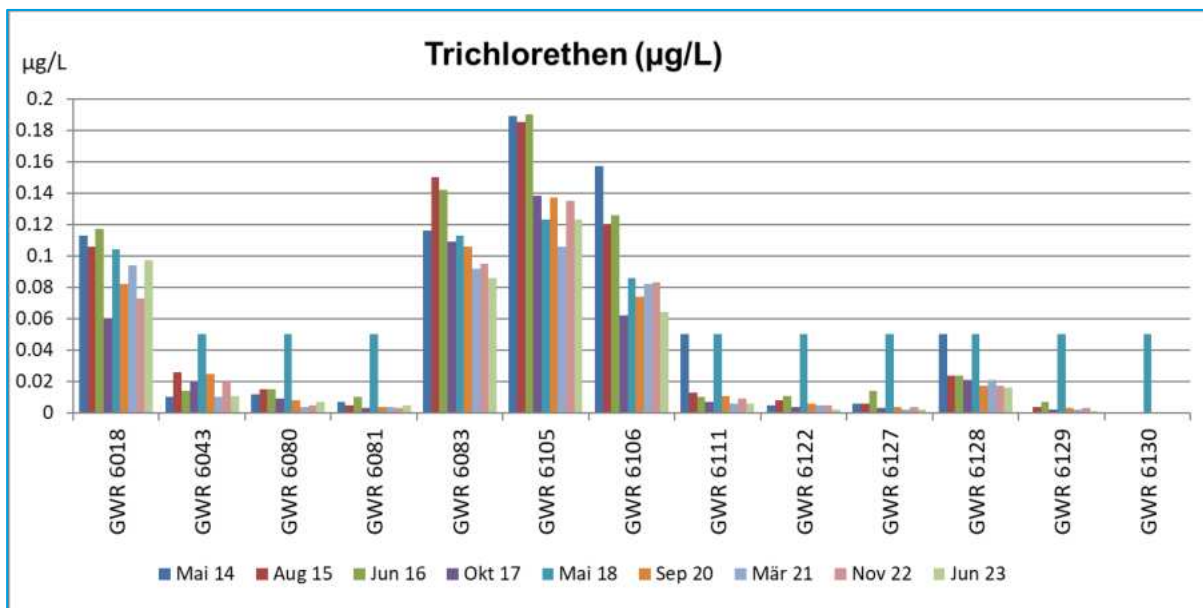


Abb. 23: Trichlorethenkonzentrationen im Grundwasser (Pegelrohre)

Im Grundwasser aus den Pegelrohren liegen die Konzentrationen teilweise deutlich höher als bei den Brunnen. Pegelrohr 6105 weist mit rund 0.1-0.5 µg/L Trichlorethen (Abb. 23) bzw. Pegelrohr 6106 mit 0.3 – 1.0 µg/L Tetrachlorethen (Abb. 25) im Grundwasser die höchsten Konzentrationen auf. Es ist noch anzumerken, dass die Pegel 6105 und 6106 geografisch weit auseinanderliegen: 6106 am Westrand der Hard, 6105 an der Nordwestecke des Auhafens.

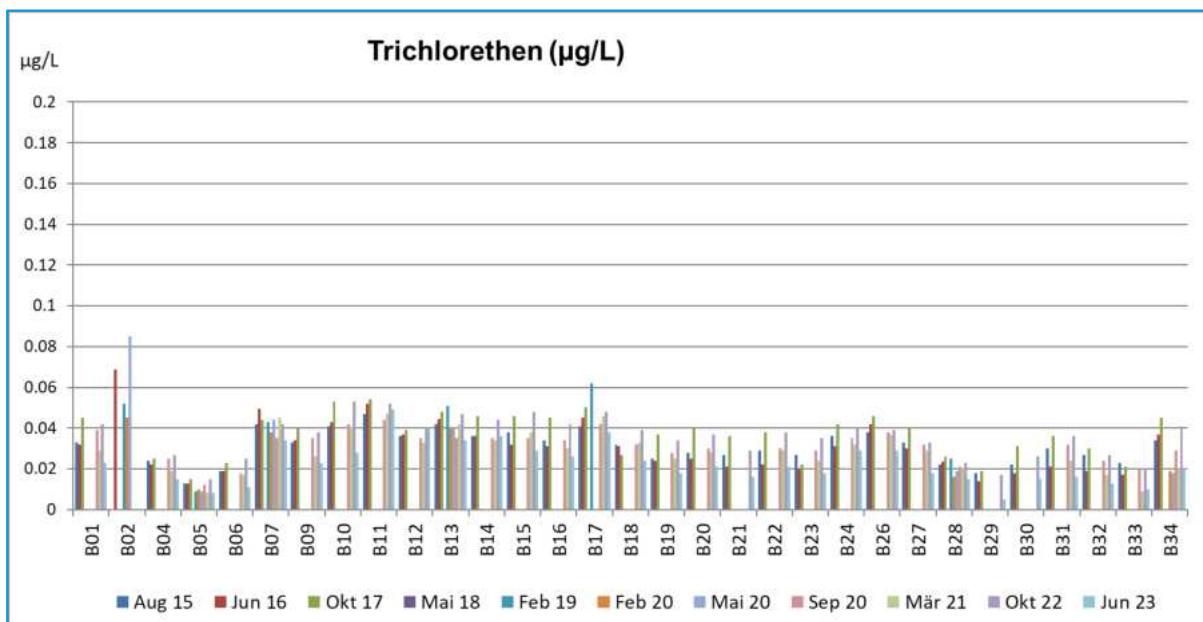


Abb. 24: Trichlorethenkonzentrationen im Grundwasser (Brunnen)

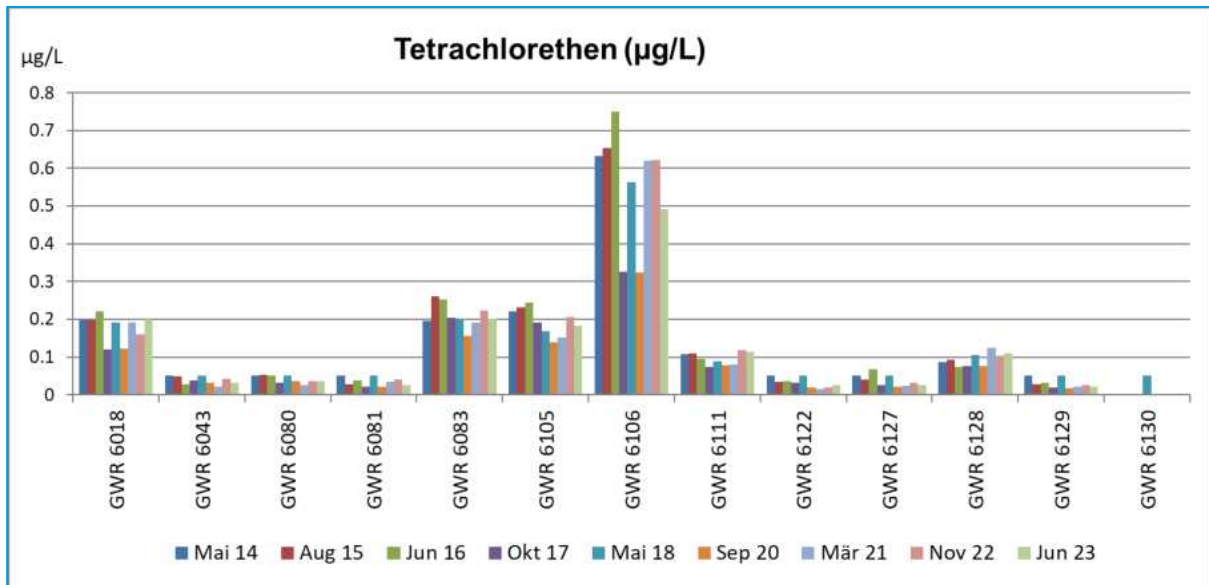


Abb. 25: Tetrachlorethenkonzentrationen im Grundwasser (Pegelrohre)

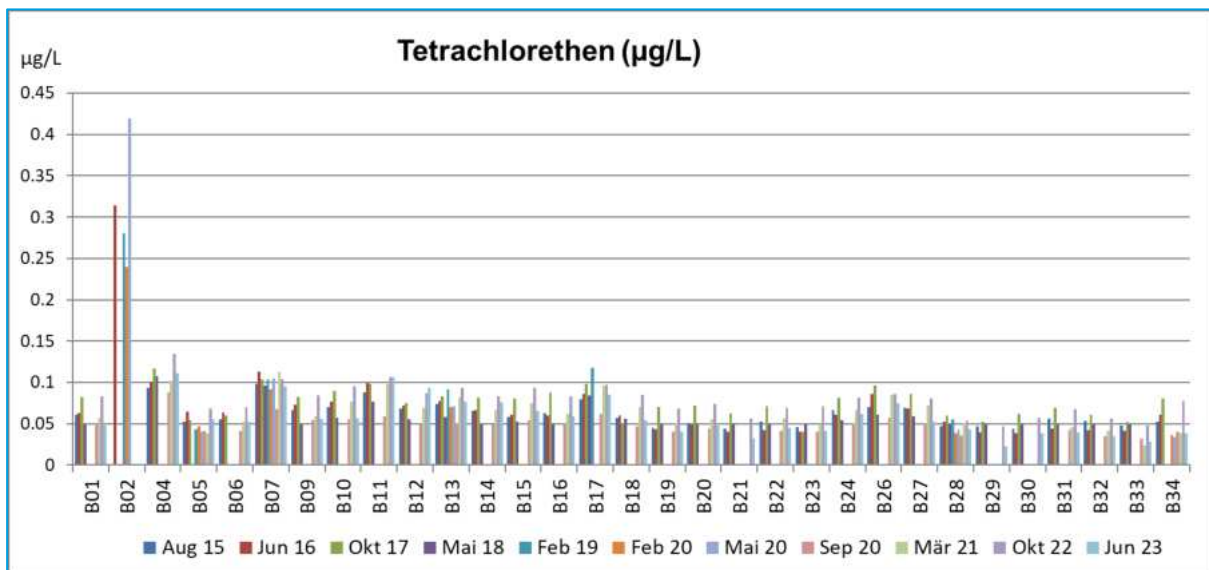


Abb. 26: Tetrachlorethenkonzentrationen im Grundwasser (Brunnen)

2.3.4.2 Organische Mikroverunreinigungen (GC/MS-Screening Non-Target)

Was einleitend (Seite 9f) für das GC/MS-Screening ausgeführt wurde, gilt in diesem Abschnitt für die Grundwasseranalysen ebenso. Das Ziel der GC/MS-Screening-Analysen besteht darin, mögliche Veränderungen in der Wasserzusammensetzung zu erkennen und neue, wiederholt auftretende Wasser-Verunreinigungen zu erkennen. Die Ergebnisse der Untersuchungskampagnen 2023 sind in separaten Berichten im Anhang C enthalten.

Ergebnisse GC-MS Screening (Non-Target)

Untersucht wurden die 6 Grundwasserbrunnen des kleinen Messprogramms (3 x je Jahr) sowie 13 Pegelrohren und 30 Grundwasserbrunnen des grossen Messprogrammes (Tab. 25). Auffällige Befunde in den zusätzlich untersuchten Feldblindproben wurden bei der Auswertung berücksichtigt. (Vgl. Anhang C)

Tab. 25: Mittels GC-MS Screening analysierte Proben 2023

Probeneingang	Probenstelle	Probenbezeichnung	Probennummer
31.01.2023	B07	Grundwasserbrunnen 7	23-0050-03
31.01.2023	B05	Grundwasserbrunnen 5	23-0050-02
31.01.2023	B13	Grundwasserbrunnen 13	23-0050-04
31.01.2023	B28	Grundwasserbrunnen 28	23-0050-05
31.01.2023	B34	Grundwasserbrunnen 34	23-0050-06
31.01.2023	B02	Grundwasserbrunnen 2	23-0050-01
12.06.2023	B29	Grundwasserbrunnen 29	23-0606-25
12.06.2023	B30	Grundwasserbrunnen 30	23-0606-26
12.06.2023	B01	Grundwasserbrunnen 1	23-0606-01
12.06.2023	B21	Grundwasserbrunnen 21	23-0606-18
13.06.2023	B07	Grundwasserbrunnen 7	23-0606-05
13.06.2023	B04	Grundwasserbrunnen 4	23-0606-02
13.06.2023	B05	Grundwasserbrunnen 5	23-0606-03
13.06.2023	B06	Grundwasserbrunnen 6	23-0606-04
13.06.2023	B09	Grundwasserbrunnen 9	23-0606-06
13.06.2023	B11	Grundwasserbrunnen 11	23-0606-08
13.06.2023	B12	Grundwasserbrunnen 12	23-0606-09
13.06.2023	B13	Grundwasserbrunnen 13	23-0606-10
13.06.2023	B14	Grundwasserbrunnen 14	23-0606-11
13.06.2023	B15	Grundwasserbrunnen 15	23-0606-12
13.06.2023	B16	Grundwasserbrunnen 16	23-0606-13
13.06.2023	B17	Grundwasserbrunnen 17	23-0606-14
13.06.2023	B18	Grundwasserbrunnen 18	23-0606-15
13.06.2023	B19	Grundwasserbrunnen 19	23-0606-16
13.06.2023	B20	Grundwasserbrunnen 20	23-0606-17
13.06.2023	B22	Grundwasserbrunnen 22	23-0606-19
13.06.2023	B23	Grundwasserbrunnen 23	23-0606-20
14.06.2023	B34	Grundwasserbrunnen 34	23-0606-30
14.06.2023	B28	Grundwasserbrunnen 28	23-0606-24
14.06.2023	B27	Grundwasserbrunnen 27	23-0606-23
14.06.2023	B26	Grundwasserbrunnen 26	23-0606-22
14.06.2023	B24	Grundwasserbrunnen 24	23-0606-21
14.06.2023	B33	Grundwasserbrunnen 33	23-0606-29
14.06.2023	B31	Grundwasserbrunnen 31	23-0606-27

Probeneingang	Probenstelle	Probenbezeichnung	Probennummer
14.06.2023	B32	Grundwasserbrunnen 32	23-0606-28
14.06.2023	B10	Grundwasserbrunnen 10	23-0606-07
14.06.2023	GWR 6130	Grundwasserrohr 6130	23-0606-43
15.06.2023	GWR 6128	Grundwasserrohr 6128	23-0606-41
15.06.2023	GWR 6129	Grundwasserrohr 6129	23-0606-42
15.06.2023	GWR 6081	Grundwasserrohr 6081	23-0606-34
16.06.2023	GWR 6106	Grundwasserrohr 6106	23-0606-37
16.06.2023	GWR 6111	Grundwasserrohr 6111	23-0606-38
16.06.2023	GWR 6080	Grundwasserrohr 6080	23-0606-33
19.06.2023	GWR 6105	Grundwasserrohr 6105	23-0606-36
19.06.2023	GWR 6083	Grundwasserrohr 6083	23-0606-35
19.06.2023	GWR 6018	Grundwasserrohr 6018	23-0606-31
20.06.2023	GWR 6122	Grundwasserrohr 6122	23-0606-39
20.06.2023	GWR 6043	Grundwasserrohr 6043	23-0606-32
20.06.2023	GWR 6127	Grundwasserrohr 6127	23-0606-40
11.07.2023	B07	Grundwasserbrunnen 7	23-0704-03
11.07.2023	B05	Grundwasserbrunnen 5	23-0704-02
11.07.2023	B13	Grundwasserbrunnen 13	23-0704-04
11.07.2023	B28	Grundwasserbrunnen 28	23-0704-05
11.07.2023	B34	Grundwasserbrunnen 34	23-0704-06
11.07.2023	B02	Grundwasserbrunnen 2	23-0704-01
10.10.2023	B07	Grundwasserbrunnen 7	23-0937-03
10.10.2023	B02	Grundwasserbrunnen 2	23-0937-01
10.10.2023	B05	Grundwasserbrunnen 5	23-0937-02
10.10.2023	B13	Grundwasserbrunnen 13	23-0937-04
10.10.2023	B28	Grundwasserbrunnen 28	23-0937-05
10.10.2023	B34	Grundwasserbrunnen 34	23-0937-06

Ergebnisse Non-Target Screening

Der Übersichtlichkeit halber sind die elektronischen Berichte der zusammenfassenden Auswertung für die Jahre 2023 im Anhang C «GC-MS Screening» enthalten.

In 44 von insgesamt 61 untersuchten Proben konnten mittels GC-MS Screening Substanzen erfasst werden, wobei nur die Befunde ab einer Auswerteschwelle von 25 „ng-aeq.IS/L“ (=flächenequivalente Konzentration) berücksichtigt wurden. In vielen Proben konnten Chlorbutadiene gemessen werden, die in der Auswertung wie auch in Tab. 26 nicht enthalten sind, da sie mit der Einzelstoffanalytik quantitativ erfasst werden. Im Pegelrohr Pegel 6130 fanden sich Herbizid-Metabolite. (Triazine). Das Pegelrohr liegt im Einflussbereich der Familiengärten, wo offenbar Herbizide eingesetzt werden. Unknowns, insgesamt 86 konnten im Pegelrohr 6130 nachgewiesen werden. Das Grundwasser aus den Brunnen 5 und 7 weisen auffällig viele Non-Target Befunde auf (je 12 Substanzen). Die Substanzen B1158_3-Pentol Dimer und B675_2-Methoxy-1,4-dioxan konnte bereits im Jahre 2022 einem Einleiter in Sisseln zugeordnet werden.

2.3.5 Befunde aus dem GC-MS Screening (Non-Target)

Tab. 26: «Unknowns» aus dem GC-MS Screening der Grundwasserproben Hardwald 2023

Befund	RI-Bereich		Befund Häufigkeit	Geschätzte Konz.	
				min	max.
1,8-Diazacyclotetradecane-2,9-dione	2451	2453	3	53	362
1,8-Diazacyclotetradecane-2,9-dione	2451	2453	3	53	362
3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxyphenylpropionic acid	2004	2004	1	191	191
3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxyphenylpropionic acid	2004	2004	1	191	191
B1127_2,5,7,10-tetraoxaundecane	1122	1133	58	44	127
B675_2-Methoxy-1,4-dioxan	624	686	19	25	59
Benzene, 1,4-dichloro-2-isocyanato-	1325	1325	1	29	29
p-Cresol	1088	1088	1	80	80
Phenol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-	1458	1458	1	74	74
Prometryn	1939	1939	1	59	59
Triethyl phosphate	1138	1140	4	37	45
Unknown	664	2650	112	25	1163

Die in der Tabelle Tab. 26 aufgeführten «Unknowns» finden sich mit dem GC-MS Screening im angegebenen geschätzten Konzentrationsbereich in den untersuchten Grundwasserproben. Einzelne Substanzen liessen sich nur in einer Probe finden. Insgesamt konnten 112 unterschiedliche «Unknowns» ab einer Konzentration von 0.025 µg/L nachgewiesen werden. Auffällig viele Substanzen sind in den Wasserproben aus den Brunnen 5, 7 und 13 sowie in den Grundwasserbeobachtungsrohren 6130 (Anzahl: 86) enthalten.

3. Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Ergebnisse der Wasseranalysen 2023 zeigen wie schon in den Jahren zuvor sehr tiefe Konzentrationen bei den organischen Einzelstoffanalysen. Insbesondere die chemisch-physikalischen Untersuchungen und Hygieneparameter bestätigen die grundsätzlich gute Trinkwasserwasserqualität. Nur wenige Spurenstoffe, die in sehr tiefen Konzentrationen vorliegen, können mit den hochempfindlichen Analysensystemen im Trinkwasser nachgewiesen werden. Seit der Einführung der Aktivkohlefiltration ist das Trinkwasser frei von genotoxischen Substanzen (chlorierte Butadiene).

Die Einleitung von filtriertem Rheinwasser in den Grundwasserkörper des Hardwalds birgt die Gefahr, dass persistente Stoffe ins Grundwasser und damit ins Trinkwasser gelangen können. Die Spurenstoffe, die sich im Rheinwasser mit dem Screening nachweisen lassen, belegen, dass das Rohwasser Spurenstoffe in wechselnder Zusammensetzung enthält, wenn auch in geringen Konzentrationen. Die im Grundwasser vorhandenen Substanzen stammen mehrheitlich aus dem Rheinwasser. Jedoch können auch Substanzen in den Grundwasserproben gemessen werden, die im Rheinwasser aktuell nicht oder nicht mehr vorkommen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit werden Stoffe, ähnlich wie bei den polychlorierten Butadienen, im Aquifer zurückgehalten und/oder biologisch zu neuen Verbindungen (Metaboliten) transformiert. Das Rohwasser aus dem Rhein hat heute nach wie vor den grössten Einfluss auf die Qualität des Trinkwassers.

Die Messergebnisse wurden wiederum im Zusammenhang mit den Altlasten im weiteren Umfeld der Muttener Hard ausgewertet. Die zurzeit vorliegenden Analyseergebnisse lassen keinen direkten Einfluss der Deponien erkennen. Dieser Befund wird auch durch die Ergebnisse der hydrogeologischen Berechnungen und angewandten Modelle bestätigt (Projekt Basel-Landschaft 21 sowie Simulationen der Abteilung für Angewandte und Umweltgeologie/Prof. Oliver S. Schillinger). Die Bereiche mit den erhöhten Konzentrationen an Spurenverunreinigungen, wie beispielsweise in den Pegelrohren (6018, 6130) und in einzelnen Brunnen (2, 3, 7, 19), deuten darauf hin, dass sich Kontaminationen im Untergrund angereichert haben, die mit der heutigen leistungsstarken Analytik erfasst werden. Eine Zunahme der gemessenen Substanzen und deren Konzentrationen im Jahr 2023 wie auch im Mehrjahresverlauf der letzten Jahre ist nicht zu beobachten. Die Aufbereitung des Grundwassers mit der vorhandenen Aktivkohlefilteranlage in der Hard vermag einen grossen Teil der vorhandenen Spurenstoffe aus dem Trinkwasser zu entfernen.

Basel, 23.02.2024, IWB Wasserlabor

Richard Wülser
Leiter Qualitätssicherung Wasser

Anhang:

- Anhang 1: A. Ergebnisse der Rohwasseruntersuchungen 2023 (Excel-Datei, lisa.lims Berichte)
- Anhang 2: B. Ergebnisse der Trinkwasseruntersuchungen 2023 (Excel-Datei, lisa.lims Berichte)
- Anhang 3: C. Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung Brunnen u. Pegelrohre 2023 (lisa.lims Berichte)
- Anhang 4: D. Prüfpläne, Übersicht der eingesetzten Prüfverfahren

Ablage: [03 HAWAG - Bericht 2023 und Anhänge - Alle Dokumente \(sharepoint.com\)](#)