

# **Altablagerung „ehemaliger Gemeindemüllplatz Michelbach“**

VFD-Nr.: 534 014 170 000 004

## **Grundwasser-Monitoring**

### **43. Bericht**



*Auftraggeber:*



Magistrat der Universitätsstadt Marburg

Fachkraft für Arbeitssicherheit

Am Krekel 55

**D-35039 Marburg**

*Projektleiter:*

Dipl.-Geol. A. Steih-Winkler

☎ (06421) 201 - 404

*Ing.-Angebot:*

03.05.2023

*Ingenieurvertrag:*

vom 22. August 2023

*Erstellt durch:*



Rendsburger Landstraße 196-198

D-24113 Kiel

☎ (0431) 649 59 - 0

Fax (0431) 649 59 - 59

*Projektleitung:*

Dipl.-Geol. A. Voß

Kiel, den 29.01.2024

## **I Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundwasseruntersuchungsprogramm</b>	<b>4</b>
2.1	Stichtagsmessungen	4
2.2	Vor-Ort-Messungen	5
2.3	Laboruntersuchungen	5
<b>3</b>	<b>Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse</b>	<b>8</b>
3.1	Stichtagsmessungen	8
3.2	Grundwasserbeschaffenheit	14
3.3	Analytik	16
3.3.1	Bewertungsgrundlagen	16
3.4	Grundwasser	18
3.4.1	Vor-Ort-Parameter	18
3.4.2	Laboranalytik	20
<b>4</b>	<b>Gefährdungsabschätzung</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Feststellung des Handlungsbedarfs</b>	<b>26</b>

## **II Verzeichnis der Anlagen**

1	Übersichtslageplan	M=1:10.000
2	Grundwassergleichenplan vom 20.11.2023	M=1:2.000
3	Protokolle der Vor-Ort-Messungen und Probennahmen vom 20.11.2023 sowie Laborprüfberichte Labor WARTIG vom 12.01.2024	

### **III Verzeichnis der Tabellen**

Tab. 1: Parameterliste der Stadt Marburg für Wasser (HLfU WA 3.1)	6
Tab. 2: Parameterliste der Stadt Marburg für Wasser (HLfU WA 3.2)	7
Tab. 3: Parameterliste der zusätzlich untersuchten polychlorierten Dibenz-p-Dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)	7
Tab. 4: Grundwasserstände 2005-2023	8
Tab. 5: Ergebnisse der Messung der Vor-Ort-Parameter	18
Tab. 6: Ergebnisse der Laboranalysen der anorganischen Inhaltsstoffe (Laborbericht 12.01.2024, Probennahme: 20./23.11.2023)	20
Tab. 7: Ergebnisse der Laboranalysen der organischen Inhaltsstoffe (Laborbericht 12.01.2024)	22

### **IV Verzeichnis Abbildungen**

Abbildung 1: Niederschlagsverläufe 2022	11
Abbildung 2: Niederschlagsverläufe 2023	11
Abbildung 3: Vergleich der Grundwasserstände 2005 – 2023	12
Abbildung 4: Darstellung der Ionenverhältnisse im Piper-Diagramm (Michelbach)	15

## V Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

AOX	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen
BTEX	monoaromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol)
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf, der zur Oxidation der in 1 l Wasser gelösten, organischen Substanz (zu CO <sub>2</sub> und H <sub>2</sub> O) erforderlich ist
DOC	der in 1 l Wasser gelöste, organische gebundene Kohlenstoff
GW	Grundwasser
GWM	Grundwassermessstelle
LCKW / LHKW	leichtflüchtige chlorierte / halogenierte Kohlenwasserstoffe
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
POX	ausblasbare organische Halogene (Brom , Chlor, Fluor, Jod)
TVO	Trinkwasserverordnung



## 1 Veranlassung

Die Verwaltung der Stadt Marburg erfasst seit 1985 die Altlasten im Stadtgebiet. Dabei wurden bis Ende 1991 insgesamt 60 ehemalige Mülldeponien ermittelt. Dazu gehört auch die ca. 3,5 ha große Altablagerung Michelbach / Flur 12. Von Anfang 1960 - ca. 1972/73 betrieben die Nachbargemeinden Michelbach und Marbach dort eine Hausmülldeponie. Die Altablagerung befindet sich in einem ehemaligen Steinbruch, in dem unterkarbonische Grauwacken und Schiefer der Elnhausen-Formation anstehen.

Aufgrund von Einlagerungen eines nahegelegenen pharmazeutischen Unternehmens kam in einer ersten Erkundungsphase durch die Stadt Marburg die bislang unbestätigte Vermutung auf, dort seien auch mit Milzbrandregnern belastete Abfälle abgelagert worden (siehe: "Umweltschutz in Marburg", Band 9 „Altlasten“, 1992).

Zur vorsorglichen Überwachung des Grundwasserpfadens hat das Umweltamt der Stadt Marburg 1989 bereits eine Grundwassermessstelle im Umfeld der Deponie eingerichtet. Diese Messstelle (im Folgenden „Pegel 7“ bezeichnet) und der im Abstrombereich der Altablagerung gelegene Trinkwasserbrunnen Michelbach wurden 1989 auf die im "Handbuch Altablagerungen" des Hessischen Landesamtes für Umwelt festgelegten Parameter und auf Milzbrand untersucht. Die Keime wurden damals in keiner der beiden Grundwasserproben nachgewiesen.

Die IKU INGENIEURKONTOR FÜR UMWELTPLANUNG GmbH hat 1995 im Rahmen der Erarbeitung eines Untersuchungskonzeptes eine Grundlagenermittlung insbesondere zur Milzbrandproblematik und erste geophysikalische Voruntersuchungen an der Altablagerung durchgeführt. Aus den Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen und der Grundlagenermittlung wurde ein detailliertes Untersuchungsprogramm zur Gefährdungsabschätzung an der Altablagerung erstellt.

1997 wurde ein Untersuchungsprogramm beschlossen, das die Einrichtung von drei Grundwassermessstellen vorsah, um das Emissionsverhalten der Deponie im Hinblick auf die Grundwassersituation und vor dem Hintergrund der Trinkwasserhaltung Michelbach zu klären.

Am 29.07.1998 wurde die IKU GmbH vom Magistrat der Universitätsstadt Marburg, vertreten durch das Amt für Grünflächen, Umwelt und Naturschutz, mit der Durchführung der Erkundung des Grundwasserpfadens gemäß o.g. Untersuchungsprogramm beauftragt.

In Nachfolge der IKU GmbH wurde das Vertragsverhältnis mit Schreiben vom 14.07.2000 auf die UMWELT INGENIEUR CONSULT GmbH (uic) übertragen. Seit Juni 2007 führt uic das Projekt nach einem Firmenzusammenschluss als IPP Ingenieurgesellschaft Possel u. Partner GmbH mit allen Rechten und Pflichten weiter.

Am 18.06.2001 wurde von uic das Gutachten „Altablagerung ehemaliger Gemeindemüllplatz Michelbach-Erkundung des Grundwasserpfadens“ vorgelegt.



Im Ergebnis der dort vorgelegten Grundwasser-Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass bei der Altablagerung Michelbach durchsickernde Niederschlagswässer Belastungskomponenten aus dem Ablagerungsinventar herauslösen. Zudem wird ein Teil der Deponate in Zeiten höherer Grundwasserstände nachweislich durchströmt. Hinzu können Stoffgruppen aus der landwirtschaftlichen Nutzung (Düngung) im unmittelbaren Umfeld auftreten. Gemäß den vorangegangenen Recherchen sowie den Grundwasseruntersuchungen liegen die Deponiesohle und ein Teil der Deponate im Grundwasserschwankungsbereich, so dass Stoffumwandlungen und Rückhaltungsfunktionen der ungesättigten Zone **nicht** in Ansatz gebracht werden können. Darüber hinaus existieren keine technischen Barrieren für Schadstoffrückhaltungen am Ort der Schadstoffherkunft. Gelöste Fremdstoffe werden in räumlicher und zeitlicher Verbreitung in das Grundwasser dispergiert, der weitere Verfrachtungspfad hängt von der Geometrie des grundwasserdurchlässigen Klufthohlrauminventars ab und dort von den theoretisch und praktisch möglichen Retardationsfaktoren. Diese bekannten, komplexen Mechanismen sind insbesondere abhängig von der Dauer der Verweilzeit des betrachteten Grundwasseranteils im Grundwasserleiter sowie von der zur Verfügungsstellung der Retardationsmechanismen (z. B. mechanische Filterung, Ausfällung, Mitfällung, Sorption, Abbau). Diese sind in Kluftgrundwasserleitern als sehr eingeschränkt zu bewerten.

Die Tatsache wurde umso gravierender bewertet, da im weiteren Grundwasserabstrom von der Altablagerung über GWM 3 nach Norden in einer Entfernung von ca. 800 m die Trinkwasserfassung Michelbach mit Pumpeneinsatz arbeitet. Hierdurch wird ein hydraulisch nicht unerheblicher Absenktrichter geschaffen, der das Grundwassergefälle zwischen Deponie, GWM 3 und Förderbrunnen versteilt und damit die Grundwasser- Abstandsgeschwindigkeit erhöht. Die potentielle Pfadverknüpfung durch hydraulische Anzapfung des dortigen Zechstein- Aquifers an den Grundwasser - oberstromigen Karbon- Aquifer ist hydraulisch relevant.

Als zusammenfassendes Ergebnis musste eine mögliche Grundwasserpfadnutzung durch nachteilige, persistente Grundwasserinhaltsstoffe, ausgehend von der Altablagerung dem Grundwassergefälle folgend und in den Entnahmetrichter der Trinkwasserfassung Michelbach gelangend, befürchtet werden. Milzbrandsporen wurden weder in den untersuchten Bodenproben noch im Grundwasser nachgewiesen.

Auf der Grundlage der am 18.06.2001 vorgelegten Untersuchungsergebnisse des Hauptgutachtens wurde in Hinblick auf die ausgesprochene potentielle Besorgnis bezüglich des Grundwasserschutzes mit Blick auf die Trinkwassergewinnung in Michelbach die turnusmäßige Grundwasserbeprobung in den vier Messstellen jeweils zum Ende des hydrologischen Halbjahres-d.h. erstmalig im November 2001 und im April 2002 empfohlen.

Mit Schreiben vom 24.09.2001 wurde uic mit den weiteren Arbeiten betraut.

In dem Bericht zum 1.Grundwasser-Monitoring vom 24.07.2002 wurden die Messergebnisse der Beprobung vom 13.11.2001 und 12.04.2002 vorgelegt und bewertet und im Zusammenhang mit den bereits bekannten Daten diskutiert.



In den hydrologischen Winterhalbjahren zeigte sich eine bemerkenswerte Aufhöhung der Grundwasserstände. Der Deponiefuß wurde in den Wintermonaten von Grundwasser durchströmt. Dabei war die Hauptabflussrichtung nach NNW in Richtung der Trinkwasserfassung Michelbach gegeben.

Zur fachlich notwendigen Einrahmung dieser Messungen wurden bereits im Frühjahr 2003 durch uic im Auftrag des Magistrats der Stadt Marburg die Kartierung der bestehenden Oberflächenabdeckung der Deponie sowie die Messungen der aktuellen Deponiegasemissionen durchgeführt. Vom Büro Dr. Haas sind ergänzend zu dieser Kampagne Redoxmilieu-Untersuchungen an den Deponie-Messstellen durchgeführt worden, die den Austrag von Deponie-Inhaltsstoffen in das Grundwasser belegen und in deren Ergebnis die Durchführung der o. g. weiteren Messungen als ebenfalls dringlich erforderlich angesehen werden.

Im Frühjahr 2006 wurde im Rahmen von weiterführenden Untersuchungen des Grundwasserpfad es die etwa 600 m nordwestlich gelegene ehemalige Bauschuttdeponie „Igelpfuhl“ untersucht (s. Bericht uic 2007). Unter anderem wurde auch eine neue Grundwassermessstelle „Igel 1“ im Abstrom der Altablagerung errichtet und beprobt. Die Messstelle wurde mit in das laufende Monitoring-Programm der Deponie Michelbach übernommen. Die Ergebnisse der Grundwasseranalytik in GWM „Igel 1“ wurden erstmals im Rahmen des 9. Berichtes gemeinsam mit den Untersuchungsergebnissen der Probennahme vom 12.10.2006 dargestellt. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass die gemessenen Wasserstände wie erwartet im Bereich der Herbstmessungen der Vorjahre lagen. Dabei zeigte sich wiederum im lateralen Abstrom gelegenen GWM 2 die größte Schwankungsbreite. Der Herbstpegel lag um fast 5 m tiefer als im Frühjahr. Ähnliche Schwankungen waren auch schon in den Vorjahren beobachtet worden.

Am 12. Mai 2010 wurde ein Ortstermin durchgeführt. Ziel des Ortstermins war eine Fachbegehung der aktuellen Verhältnisse vor Ort. Im Zuge der Straßenbaumaßnahme (Umverlegung und Teilneubau der L3092) und damit einhergehender Bodenbewegungen war die Situation betreffend der Lage der Deponie Michelbach zu den stattgefundenen Baumaßnahmen neu zu bewerten. Außerdem wurde der Zustand der zur Verfügung stehenden Grundwasser-Messstellen überprüft und die Notwendigkeit von weiterführenden Untersuchungen diskutiert. Im Ergebnis wurden zwei Protokolle erstellt, die zum einen dringend notwendige Sofortmaßnahmen in Bezug auf die Funktionstüchtigkeit der Messstelle Igel 1 und zum anderen fachlich erforderliche Untersuchungen im Rahmen des Grundwasser-Monitorings darstellen.

Im Feb.-März 2014 wurden im Rahmen der Untersuchung des Grundwasserpfad es drei neue Grundwassermessstellen errichtet. Es handelt sich um die Pegel „Igel 2“ und „Igel 4“ in der Umgebung der Bauschuttdeponie Igelpfuhl sowie um die „GWM 4“ als Ersatz für Pegel 7 im Süden des ehemaligen Gemeindemüllplatzes Michelbach. Pegel 7 wurde fachgerecht zurückgebaut und verfüllt. Außerdem wurde die Messstelle „Igel 1“, die in den vorangegangenen Messkampagnen nicht gemessen werden konnte, wieder gängig gemacht. Die Arbeiten erfolgten unter der Fachbauleitung von IPP – es wurde ein diesbezügliches Bautagebuch erstellt. Hierzu wird auf den Dokumentationsbericht von IPP vom 30.06.2014 verwiesen.



Für die folgenden Kampagnen stehen nunmehr insgesamt sieben Grundwassermessstellen zur Verfügung.

[...]

Im 41. Bericht wurden die Untersuchungsergebnisse der Probenahme vom 24.11.2022 vorgestellt und das hydrologische Sommerhalbjahr 2022 bewertet. Die Wasserstände lagen in den meisten Messstellen auf einem leicht niedrigeren Niveau als zur Vorjahresmessung. Die Ergebnisse der Messstellen IGEL 2 und IGEL 4 waren erneut nicht repräsentativ, da wegen des geringen Wasserdargebots nur Schöpfproben genommen werden konnte. Beide Messstellen sind beschädigt. Der Umfang der Analyseparameter wurde um Dioxine und Furane ergänzt, welche nicht oder nur im Bereich der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden konnten.

Die Bearbeitung des vorliegenden 43. Berichtes erfolgt auf Grundlage des Angebots von IPP vom 03.05.2023 sowie der Beauftragung durch die Stadt Marburg vom 22.08.2023. Die Untersuchungsergebnisse der Probenahme vom 20. und 23.11.2023 werden hiermit turnusgemäß vorgestellt und bewerten das hydrologische Sommerhalbjahr 2023.

## **2 Grundwasseruntersuchungsprogramm**

### **2.1 Stichtagsmessungen**

Zwischen dem 20.11.2023 und dem 23.11.2024 wurde von Mitarbeitern der Fa. Wartig in den Grundwassermessstellen GWM 1-4 sowie Igel 1, 2 und 4 vor der Grundwasserentnahme die jeweilige Stichtagsmessung mittels Lichtlot durchgeführt. Die Messstellen Igel 2 und 4 konnten vom Probenehmer auf Grund des geringen Wasserdargebotes wieder nur mittels Schöpfer beprobt werden. Die Ergebnisse werden daher im Weiteren unter Vorbehalt bewertet.

Der Trinkwasserbrunnen Michelbach wurde am 13.12.2023 beprobt.

Anhand der gemessenen GW-Pegelstände wurde ein aktueller Grundwassergleichenplan erstellt (s. Anlage 2).



## 2.2 Vor-Ort-Messungen

Die Grundwasser-Probenahmen aus den Messstellen (GWM 1-4 sowie Igel 1, 2 und 4) erfolgten zwischen dem 20.11.2023 und dem 23.11.2023 durch die Fa. Wartig Chemieberatung GmbH, Marburg, im Anschluss an die Stichtagsmessungen (Anmerkung: Beprobung des Trinkwasserbrunnens erst am 13.12.2023). Die Probennahme erfolgte (mit Ausnahme von Igel 2 und 4 sowie dem Trinkwasserbrunnen) mit einer Unterwasserpumpe unter Kontrolle der physikochemischen Vor-Ort-Parameter: pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt, Temperatur und Redoxpotential mittels Durchflussmesszelle.

Durch entsprechend langes Vorpumpen wurde das in den Messstellenrohren stehende Wasservolumen vor Beginn der Probennahme mehrfach ausgetauscht und erneuert, so dass sichergestellt war, repräsentative Proben zu gewinnen. Die Probennahmen erfolgten nach Erreichen der Leitfähigkeits- und Temperaturkonstanz.

Die Messstellen Igel 2 und 4 wurden mittels Schöpfgerät beprobt.

Über die Wasserprobennahme wurden Protokolle geführt, die in Anlage 3 beigefügt sind.

## 2.3 Laboruntersuchungen

Die analytischen Untersuchungen der Grundwasserproben erfolgten durch das Labor Wartig Chemieberatung GmbH, Marburg (akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC: 17025: 2018).

Die Grundwasserproben aus den Grundwassermessstellen (GWM 1-4, Igel 1, 2 und 4) und dem Trinkwasserbrunnen Michelbach wurden gemäß der Parameterliste der Stadt Marburg für Wasser (HLfU WA 3.1 und HLfU WA 3.2, Positionen 24-37, 52-56) analysiert. Zusätzlich wurden in dieser Messkampagne in Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Gießen (Schreiben vom 13.09.2022) wie in der vorhergehenden Messkampagne auch die Verdachtsp Parameter polychlorierte Dibenz-p-Dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F) untersucht. Die Analytik wurde von einem nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Labor analog zum Verfahren DIN 38407-F33 durchgeführt.

Die Laborberichte vom 12.01.2024 liegen ebenfalls als Anlage 3 bei.



Tab. 1: Parameterliste der Stadt Marburg für Wasser (HLfU WA 3.1)

Lf Nr	Parameter Nr.	Parameter	Lf Nr	Parameter Nr.	Parameter
01	10111	Wassertemperatur	23	11820	Blei
02	10614	pH-Wert	24	11800	Quecksilber
03	10710	Redox-Potential	25	11290	Kupfer
04	10810	El.-Leitfähigkeit	26	11480	Cadmium
05	12810	Sauerstoff in Wasser	27	11340	Selen
06	13310	Chlorid	28	11330	Arsen
07	13130	Sulfat	29	11050	Bor
08	12460	Nitrit	30	14320	Abdampfrückstand
09	12440	Nitrat	31	14350	Glührückstand
10	14710	Hydrogencarbonat	32	15320	CSB
11	12620	Phosphor, gesamt	33	13360	AOX
12	12480	Ammonium	34	15430	Kohlenwasserstoffe H18
13	11110	Natrium	35	15471	Phenol-Index
14	11190	Kalium	36	15240	DOC
15	11120	Magnesium	37	133600	POX
16	11200	Calcium	38	17955	Fluoranthen
17	11250	Mangan	39	17918	Benzo(b)fluoranthen
18	11260	Eisen, gesamt	40	17919	Benzo(k)fluoranthen
19	12310	Cyanid, gesamt	41	17927	Benzo(ghi)perylen
20	11240	Chrom, gesamt	42	17929	Benzo(a)pyren
21	11300	Zink	43	17957	Indeno(1,2,3-cd)pyren
22	11280	Nickel			



Tab. 2: Parameterliste der Stadt Marburg für Wasser (HLfU WA 3.2)

Lf Nr	Parameter Nr.	Parameter	Lf Nr	Parameter Nr.	Parameter
24	17116	Trichlormethan	52	17401	Benzol
25	17118	Tetrachlormethan	53	17402	Toluol
26	17122	1,1-Dichlorethan	54	17403	Ethylbenzol
27	17123	1,2-Dichlorethan	55	174035	Xylol
28	17124	1,1,1-Trichlorethan	56	17404	O-Xylol
29	17125	1,1,2-Trichlorethan			
30	17128	1,1,2,2-Tetrachlorethan			
31	17129	Hexachlorethan			
32	171310	Chlorethen			
33	17132	1,1-Dichlorethen			
34	171324	trans1,2-Dichlorethen			
35	171327	cis 1,2-Dichlorethen			
36	17134	Trichlorethen			
37	17135	Tetrachlorethen			

Tab. 3: Parameterliste der zusätzlich untersuchten polychlorierten Dibenzo-p-Dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)

<b>Parameter</b>
2,3,7,8 Tetra-CDD
1,2,3,7,8-Penta-CDD
1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD
1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD
1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD
1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD
Octa-CDD
2,3,7,8-Tetra-CDF
1,2,3,7,8-Penta-CDF
2,3,4,7,8-Penta-CDF
1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF
1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF
1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF
2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF
1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF
1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF
Octa-CDF



### 3 Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

#### 3.1 Stichtagsmessungen

Die Ergebnisse der Stichtagsmessung vom 20. – 23.11.2023 repräsentieren die Grundwassermorphologie am Ende des hydrologischen Sommerhalbjahres 2023.

Tab. 4: Grundwasserstände 2005-2023

<b>Wasserstand [m u. MP]</b>											
Messstelle	Höhe Messpkt	16.3.05	13.10.05	29.3.06	12.10.06	21.3.07	1.10.07	31.3.08	18.11.08	7.4.09	30.9.09
GWM 1	296,43	5,60	4,89	4,57	4,96	4,22	4,38	4,50	4,82	4,58	5,12
GWM 2	296,57	4,10	9,48	4,17	9,33	4,30	4,84	3,90	9,64	3,97	9,83
GWM 3	270,53	5,90	7,43	6,50	7,22	5,68	5,62	5,53	6,85	5,63	7,49
GWM 4	303,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pegel 7	297,65	11,53	12,63	11,82	12,70	10,40	11,70	9,88	11,62	10,80	11,97
Igel 1	256,43	-	-	-	22,37	14,49	17,89	14,25	21,05	18,18	22,66
Igel 2	252,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Igel 4	255,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Höhe Grundwasserstand [NN+m]</b>											
GWM 1	296,43	290,83	291,54	291,86	291,47	292,21	292,05	291,93	291,61	291,85	291,31
GWM 2	296,57	292,47	287,09	292,40	287,24	292,27	291,73	292,67	286,93	292,60	286,74
GWM 3	270,53	264,63	263,10	264,03	263,31	264,85	264,91	265,00	263,68	264,90	263,04
GWM 4	303,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pegel 7	297,65	286,12	285,02	285,83	284,95	287,25	285,95	287,77	286,03	286,85	285,68
Igel 1	256,43	-	-	-	234,06	241,94	238,54	242,18	235,38	238,25	233,77
Igel 2	252,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Igel 4	255,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



<b>Wasserstand [m u. MP]</b>											
Mess- stelle	Höhe Messpkt [NN+m]	12.4.10	26.11.10	18.4.11	14.10.11	19.3.12	24.9.12	6.3.13	16.10.13	7.4.14	27.10.14
GWM 1	296,43	4,65	5,05	5,00	5,55	5,42	5,19	4,92	4,90	4,58	4,50
GWM 2	296,57	4,05	8,41	5,81	9,99	7,49	8,65	4,12	8,67	5,47	8,21
GWM 3	270,53	5,65	6,48	6,45	7,64	6,25	6,91	5,50	7,05	6,14	5,89
GWM 4	303,11	-	-	-	-	-	-	-	-	10,12	10,41
Pegel 7	297,65	10,05	11,52	11,58	11,83	10,72	10,99	9,87	10,72	-	-
Igel 1	256,43	16,05	-	-	-	-	-	-	-	16,61	19,43
Igel 2	252,13	-	-	-	-	-	-	-	-	11,37	11,45
Igel 4	255,04	-	-	-	-	-	-	-	-	12,75	13,09
<b>Höhe Grundwasserstand [NN+m]</b>											
GWM 1	296,43	291,78	291,38	291,43	290,88	291,01	291,24	291,51	291,53	291,85	291,93
GWM 2	296,57	292,52	288,16	290,76	286,58	289,08	287,92	292,45	287,90	291,10	288,36
GWM 3	270,53	264,88	264,05	264,08	262,89	264,28	263,62	265,03	263,48	264,39	264,64
GWM 4	303,11	-	-	-	-	-	-	-	-	292,99	292,70
Pegel 7	297,65	287,60	286,13	286,07	285,82	286,93	286,66	287,78	286,93	-	-
Igel 1	256,43	240,38	-	-	-	-	-	-	-	239,82	237,00
Igel 2	252,13	-	-	-	-	-	-	-	-	240,76	240,68
Igel 4	255,04	-	-	-	-	-	-	-	-	242,29	241,95
Mess- stelle	Höhe Messpkt	24.4.15	16.10.15	4.4.16	26.9.16	07.04.17	26.10.17	19.03.18	06.09.18	10.04.19	18.11.19
GWM 1	296,43	4,28	5,05	4,50	5,80	5,57	5,19	4,68	5,05	5,26	5,62
GWM 2	296,57	4,45	9,82	4,50	9,46	9,51	8,07	3,95	9,47	5,42	10,06
GWM 3	270,53	5,73	7,54	5,40	7,42	6,29	6,11	6,45	7,13	5,82	7,60
GWM 4	303,11	9,54	12,90	9,85	12,01	12,02	11,07	10,10	11,56	11,11	12,63
Pegel 7	297,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Igel 1	256,43	15,24	21,93	16,35	21,68	23,70	21,64	15,43	21,04	19,59	25,32
Igel 2	252,13	9,84	12,67	10,34	13,55	12,90	12,92	10,22	-	12,62	-
Igel 4	255,04	12,10	-	12,55	13,39	13,85	14,13	12,43	13,09	13,27	14,32
GWM 1	296,43	292,15	291,38	291,93	290,63	290,86	291,24	291,75	291,38	291,17	290,81
GWM 2	296,57	292,12	286,75	292,07	287,11	287,06	288,50	292,62	287,10	291,15	286,51
GWM 3	270,53	264,80	262,99	265,13	263,11	264,24	264,42	264,08	263,40	264,71	262,93
GWM 4	303,11	293,57	290,21	293,26	291,10	291,09	292,04	293,01	291,55	292,00	290,48
Pegel 7	297,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Igel 1	256,43	241,19	234,50	240,08	234,75	232,73	234,79	241,00	235,39	236,84	231,11
Igel 2	252,13	242,29	239,46	241,79	238,58	239,23	239,21	241,91	-	239,51	-
Igel 4	255,04	242,94	-	242,49	241,65	241,19	240,91	242,61	241,95	241,77	240,72



Wasser-stand									
Mess- stelle	Höhe Messpkt	19.03.20	12.11.20	22.04.21	05.10.21	08.03.22	24.11.22	07.03.23	20.11.23
GWM 1	296,43	5,04	5,83	5,46	5,55	5,37	5,68	5,09	4,95
GWM 2	296,57	4,03	10,94	4,28	9,42	5,58	10,27	5,82	6,30
GWM 3	270,53	5,14	7,78	6,00	7,31	5,44	7,48	5,63	5,00
GWM 4	303,11	9,35	12,86	11,28	12,31	10,63	12,66	10,66	11,33
Pegel 7	297,65	-	-	-	-	-	-	-	-
Igel 1	256,43	14,51	24,60	20,29	23,99	18,76	24,83	18,04	21,16
Igel 2	252,13	-	-	-	13,68	11,39	12,63	11,81	11,31
Igel 4	255,04	10,28	14,03	13,41	14,33	12,43	14,22	13,19	14,96
GWM 1	296,43	291,39	290,60	290,97	290,88	291,06	290,75	291,34	291,48
GWM 2	296,57	292,54	285,63	292,29	287,15	290,99	286,30	290,75	290,27
GWM 3	270,53	265,39	262,75	264,53	263,22	265,09	263,05	264,90	265,53
GWM 4	303,11	293,76	290,25	291,83	290,80	292,48	290,45	292,45	291,78
Pegel 7	297,65	-	-	-	-	-	-	-	-
Igel 1	256,43	241,92	231,83	236,14	232,44	237,67	231,60	238,39	235,27
Igel 2	252,13	-	-	-	238,45	240,74	239,50	240,32	240,82
Igel 4	255,04	244,76	241,01	241,63	240,71	242,61	240,82	241,85	240,08

Die aktuelle Messung vom 20.11.2023 wurde **rot** hervorgehoben.

Die Wasserspiegel in den vier Grundwassermessstellen GWM 1 - 4 liegen allesamt etwa in der gleichen Größenordnung wie im Frühjahr. Damit weisen sie ein deutlich höheres Niveau auf als zuletzt im Herbst 2022. Eigentlich wäre auf Grund von geringeren Niederschlagsmengen im Sommer sowie der höheren Verdunstungsraten und des höheren Pflanzenverbrauchs ein deutliches Absinken des Grundwasserspiegels anzunehmen gewesen – wie in den bisherigen Messkampagnen dokumentiert. Dies ist aber wohl den ergiebigen Niederschlägen im Herbst diesen Jahres sowie dem relativ späten Zeitpunkt der Stichtagsmessung zu verdanken.

Die folgenden Abbildungen zeigen im Hinblick auf die jährliche Grundwasserneubildung die Niederschlagsverläufe der Jahre 2022 und 2023.

Abbildung 1 zeigt, dass die Jahresniederschlagssumme von 556,1 l/m<sup>3</sup> an der Messstation Marburg-Mitte im Jahr 2022 deutlich unter dem langjährigen Mittelwert von 652,6 l lag.

Der Verlauf der Niederschlagswerte für das Jahr 2023 zeigt einen besonders trockenen Februar – außerdem waren Mai und Juni ebenfalls sehr niederschlagsarm. Demgegenüber sind im August sowie November starke Niederschläge zu verzeichnen gewesen. Die Gesamt-Niederschlagssumme für das Jahr 2023 liegt mit 753,9 l / m<sup>2</sup> nicht nur deutlich über dem Vorjahr, sondern auch um über 100 l höher als im langjährigen Mittel.



Abbildung 1: Jahresverlauf der Niederschläge 2022 für die Wetterstation Marburg-Mitte (Quelle: wettereule.de)

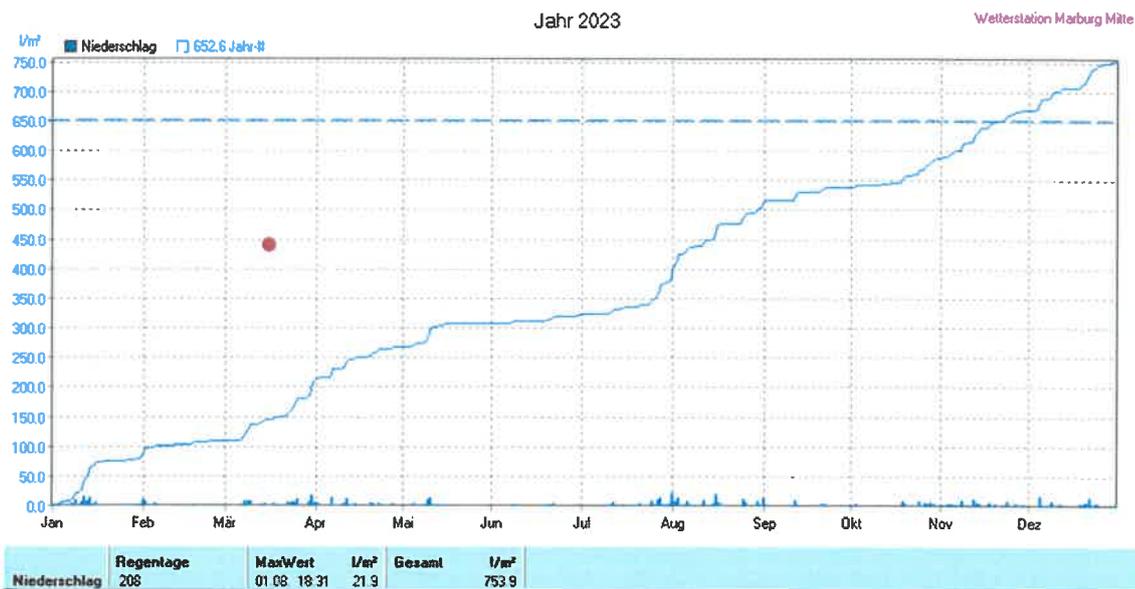


Abbildung 2: Jahresverlauf der Niederschläge 2023 für die Wetterstation Marburg-Mitte (Quelle: Wettereule.de)

Die grafische Auswertung der Grundwasserstände von GWM 1 bis 4 und IGEL 1 sind in den Diagrammen in Abbildung 3 dargestellt. Die jahreszeitlich bedingte normale Schwankung mit höheren Grundwasserständen im Frühjahr und niedrigeren Wasserständen im Herbst ist eindeutig zu erkennen.



Insgesamt zeichnet sich außerdem über den Zeitraum von 2005 bis 2023 in allen Messstellen die Tendenz zur Abnahme des Grundwasserspiegels ab (vgl. eingeblendete Trendlinien) - das Maß liegt je nach Messstelle zwischen etwa 0,30 und 4,0 m.

Die Grundwasserstände in GWM 2 zeigen einen stark schwankenden Verlauf von einem Unterschied von bis zu ca. 6 m, GWM 1 zeigt einen gleichmäßigeren Gang mit maximalen Unterschieden von ca. 1,50 m.

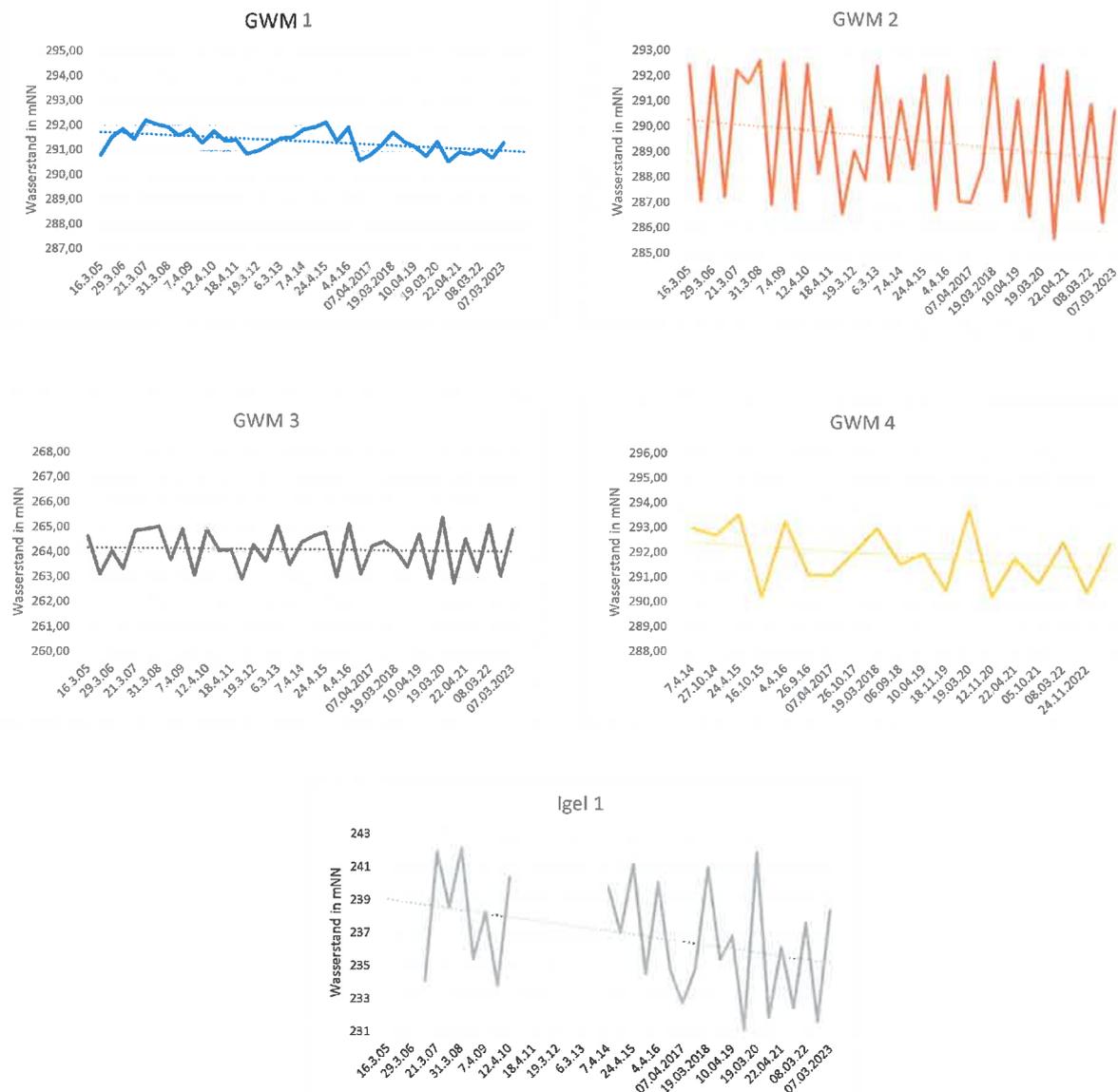


Abbildung 3: Vergleich der Grundwasserstände 2005 - 2023

Die Wasserstände in den zur Verfügung stehenden Messstellen sollten in den folgenden Messkampagnen weiter beobachtet und überprüft werden (möglicher Einfluss des Klimawandels).



In der Erlaubniserteilung des Regierungspräsidiums Gießen (Abteilung IV Umwelt – Dezernat 41.4) vom 27.03.2018 zur Grundwasserentnahme zur öffentlichen Trinkwasserversorgung aus dem Tiefbrunnen „Michelbach“, Gemarkung Michelbach, Flur 16, Flurstück 52/3 wird neben einer Gefährdungsabschätzung (für die Altablagerungen Michelbach und Dachspfuhl/Igelpfuhr – liegen inzwischen vor: IPP 2019) die Beibehaltung des halbjährigen Grundwassermonitorings aus fachlicher Sicht zur Auflage gemacht.

Die Auswertung der Stichtagsmessung vom 20.11.2023 und der aus den Grundwasserständen abgeleitete Grundwassergleichenplan (siehe Anlage 2) repräsentieren die Grundwasserströmungsverhältnisse zum Beginn der Grundwasser-Probennahme: die Grundwasseroberfläche orientiert sich demnach analog zu den vorangegangenen Messungen im Wesentlichen an den topographischen Verhältnissen.

Die in älteren Messkampagnen im Untersuchungsgebiet postulierte Grundwasserscheide im Zentralbereich der Altablagerung ist nicht mehr nachweisbar. GWM 4 ist somit als Anstrom-Messstelle zu betrachten. Die Strömungsrichtung ist demnach von der Altablagerung im Bereich zwischen den Messstellen GWM 1-3 maßgeblich mit etwa  $i=0,1$  nach NNW (Richtung Trinkwasserbrunnen Michelbach) gerichtet. Mit deutlich geringerem Gradienten (etwa  $i = 0,01$ ) und leicht anderer Richtung strömt das Grundwasser zwischen GWM 4 und der Altablagerung ebenfalls in Richtung NW.

Die Grundwasserstände im Bereich des Igelpfuhs sind ebenfalls in Anlage 2 ersichtlich. Entsprechend den ermittelten Grundwasserständen strömt das oberflächennahe Grundwasser ebenfalls grob in Richtung des Trinkwasserbrunnens Michelbach.

Auf Grund der hydraulisch z.T. extremen Grundwasserbewegungen im Jahresverlauf – dokumentiert durch das Pegelnetz – sind weiterführende Messungen essenziell.



### 3.2 Grundwasserbeschaffenheit

Bei der Auswertung der hydrochemischen Analysendaten wurde schrittweise wie folgt vorgegangen:

- Hydrochemische Typisierung des Grundwassers anhand der gelösten Hauptinhaltsstoffe
- Definition hydrochemischer Beschaffenheitsmuster für die Differenzierung des An- und Abstroms einschließlich der Charakterisierung der beobachtbaren Emissionen auf dem Grundwasserpfad anhand von Ionenverhältnissen und Einzelstoffdiskussionen

Die chemische Beschaffenheit von Grundwässern hängt von Versickerungs-/Lösungsinhalten und von der löslichen chemisch- petrographischen Beschaffenheit des durchflossenen Grundwasserleiters ab. Alles wird überprägt durch unterschiedlichste anthropogene Einflüsse. Denkansatz ist, dass die Beschaffenheit von Grundwasser, also die in einer Analyse wiedergegebenen Ionengehalte, das Ergebnis von physikalisch-chemischen Prozessen in Richtung auf einen Gleichgewichtszustand sind.

Daher sind Analysen nur punktuell zu werten und nur zeitlich-regional dynamisch zu verstehen. Hierzu geben die an acht verschiedenen Orten (GWM 1-4, Igel 1, 2, 4, Trinkwasserbrunnen Michelbach) vorliegenden Grundwasseranalysen Hinweise wie folgt:

#### Typisierung des Grundwassers

FURTAK & LANGGUTH (1967) stellten ein Vierstoff-Diagramm zur qualitativen Charakterisierung der Wässer nach Kennzahlenintervallen vor. Dafür wird die Konzentration der im Grundwasser enthaltenen Ionen und Anionen in ein Piper-Diagramm eingetragen. Dieses wird in die verschiedenen Kennzahlen-Felder unterteilt. Die jeweiligen Feldergruppen, in Klammern die chemischen Kennzahlen in der Folge Erdalkalien / Hydrogencarbonat / Chlorid (Einheit: Äqui.-%) lauten:

##### Normal erdalkalische Wässer

- |    |                                  |                          |
|----|----------------------------------|--------------------------|
| a) | überwiegend hydrogencarbonatisch | ( > 80 // > 60 / < 10 )  |
| b) | hydrogencarbonatisch-sulfatisch  | ( > 80 // 40-60 / < 10 ) |
| c) | überwiegend sulfatisch           | ( > 80 // < 40 / < 10 )  |

##### Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt

- |    |                                  |                          |
|----|----------------------------------|--------------------------|
| d) | überwiegend hydrogencarbonatisch | ( 50-80 // > 50 / < 20 ) |
| e) | überwiegend sulfatisch           | ( 50-80 // < 50 / < 20 ) |
|    | überwiegend chloridisch          | ( 50-80 // < 50 / > 50 ) |

##### Alkalische Wässer

- |    |                                     |                         |
|----|-------------------------------------|-------------------------|
| f) | überwiegend (hydrogen-)carbonatisch | ( < 50 // > 50 / < 50 ) |
| g) | überwiegend sulfatisch-chloridisch  | ( < 50 // < 50 / > 50 ) |
|    | überwiegend chloridisch             | ( < 50 // < 20 / > 70 ) |



Der weitaus größte Teil aller süßen Grundwässer der Welt sind in der Feldergruppe a anzutreffen. So sind auch die hier analysierten Grundwässer als „normal erdalkalische, überwiegend hydrogen-carbonatische Wässer“ einzuordnen.

Die im Trinkwasserbrunnen Michelbach geförderten Wässer sind dem Grundwassertyp des Depone-Abstrombrunnens GWM 3 ähnlich, ein Beweis der hydraulischen Verbindung der Grundwasservorkommen beider Aquifere.

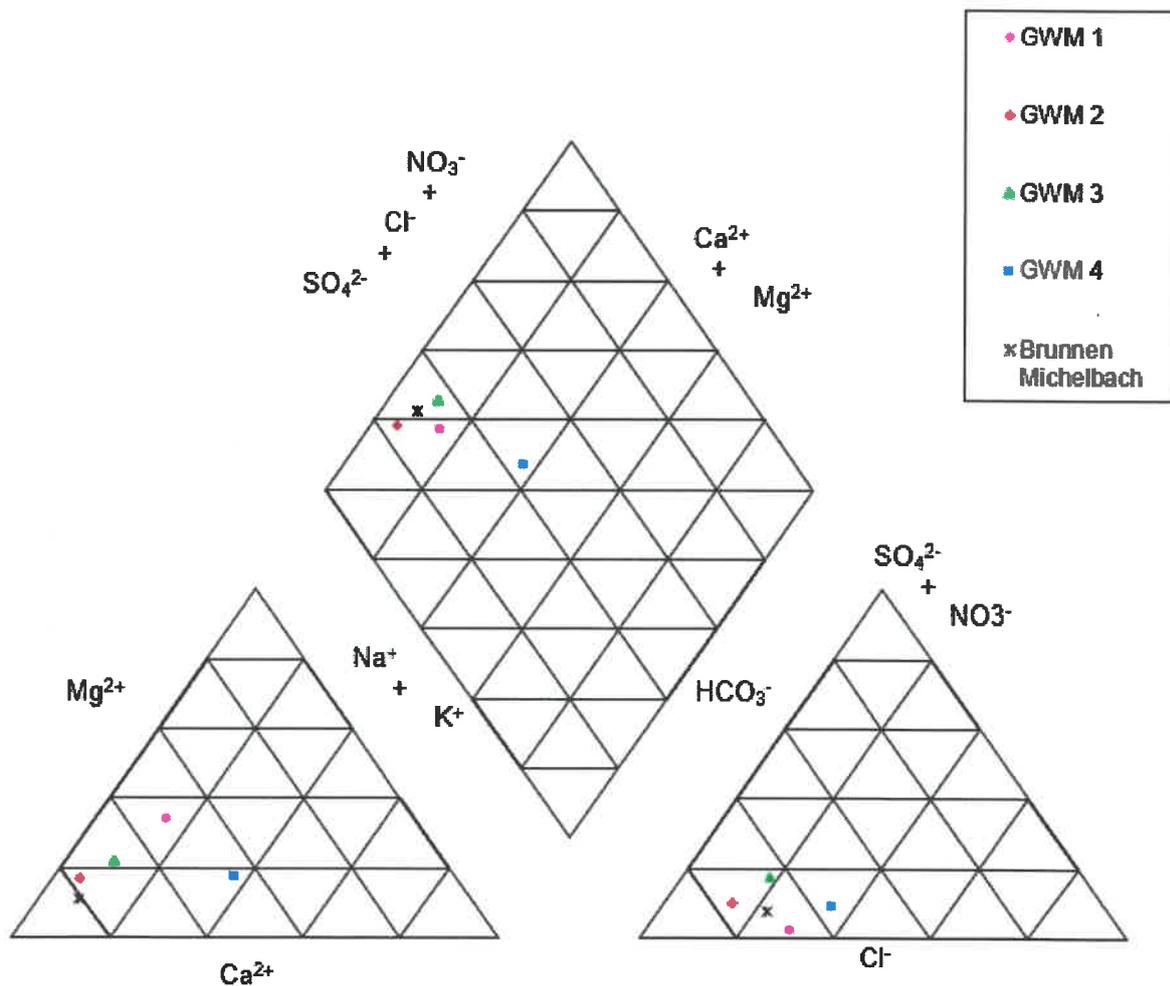


Abbildung 4: Darstellung der Ionenverhältnisse im Piper-Diagramm für den 20.11.2023 - Bereich ehemaliger Gemeindepfandplatz Michelbach

Im Vergleich zur vorigen Messkampagne im Frühjahr 2023 hat sich der Chemismus in GWM 4 wiederum am deutlichsten verändert – die Varianz in Chemismus und Wasserstand in GWM 4 ist mittlerweile hinreichend dokumentiert. Die anderen untersuchten Grundwässer weisen nur geringfügige Veränderungen zur Vormessung auf.

Auf die Darstellung der Ionenverhältnisse für den Bereich Igelpfuhl wird verzichtet, da hier seit längerem nur nicht repräsentative Schöpfproben (IGEL 2 und IGEL 4) entnommen worden sind.



### 3.3 Analytik

#### 3.3.1 Bewertungsgrundlagen

Die im Grundwasser gemessenen Konzentrationen wurden insbesondere in Anbetracht der derzeitigen und geplanten Nutzung mit den Richtwerten der nachfolgend diskutierten Bewertungsmaßstäbe analog der Vorgehensweise im Hauptgutachten vom 18.06.01 verglichen:

- Das **Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)** ist am 01.03.1999 in Kraft getreten. In der **Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)** vom 12.07.1999 werden Vorsorgewerte für verschiedene Bodenarten sowie Prüf- und Maßnahmewerte für verschiedene Nutzungsarten genannt. Gemäß Definition der Vorsorgewerte besteht bei Überschreitung dieser die Besorgnis einer schädlichen Bodenverunreinigung, so dass künftige, zusätzliche Bodenbelastungen vermieden werden sollen.
- Bei Überschreitung der Prüfwerte ist eine weitergehende Einzelfallprüfung notwendig und die Feststellung, ob eine schädliche Bodenveränderung vorliegt oder eine Altlast. Im vorliegenden Fall sind die Vorsorgewerte für Sand bzw. Humus < 8% sowie die Nutzung als Industrie- und Gewerbegrundstücke relevant. Zusätzlich ist eine Sickerwasserprognose für die von der Verdachtsfläche ausgehenden Gefahren für das Grundwasser zu erstellen.
  - Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt)

Direkter Kontakt mit belastetem Boden kann zur direkten (oral, inhalativ) und dermalen Aufnahme von Schadstoffen führen und damit zu einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit. Im Unterschied zu anderen Gefährdungspfaden kommt es dabei weniger auf die Möglichkeit der Freisetzung und der Ausbreitung von Schadstoffen an als vielmehr auf die Möglichkeiten des Zugangs zum Schadstoffinventar. Gefährdet sind Personen, die z. B. bei Baumaßnahmen Kontakt mit dem Boden haben. Die Stoffe können dabei durch Verschlucken oder über die Haut aufgenommen werden.

- Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze

Bei den Böden im Untersuchungsgebiet handelt es sich im Wesentlichen um anthropogen veränderte, d. h. aufgebrachte oder umgesetzte, Bodenmaterialien sowie um Böden im Sinne der Bodenkunde, die durch die anthropogene Vornutzung überprägt wurden. Die oberste Bodenschicht im Untersuchungsgebiet dient zum Teil als Pflanzenstandort. Dabei spielt im Untersuchungsgebiet die Wirkung fester und flüssiger Schadstoffe im Boden auf Pflanzen, insbesondere Futterpflanzen für die beheimatete Tierwelt, eine wesentliche Rolle. Hierbei ist zu beachten, dass nicht nur der unmittelbare Bereich der Kontaminationsbereiche mit Schadstoffen belastet sein kann, sondern dass auch die Möglichkeit von Schadstoffeinträgen in Böden der Umgebung insbesondere durch Verwehungen, Abschwemmungen und Umlagerungen besteht.



○ Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Der Grundwasserpfad ist besonders sensibel für Verunreinigungen. Die Stoffwanderung in Boden und Grundwasser erfolgt physikalisch mit der Schwerkraft, wobei z. B. versickerndes Niederschlagswasser als Transportmedium dient, und der Grundwasserströmung. Außerdem findet ein nicht unmittelbar an ein Transportmedium gekoppelter, physikochemischer Stofftransport in Richtung eines Konzentrationsgefälles (Diffusion) statt. Das Migrationsverhalten von Stoffen im Boden und Grundwasser hängt von einer Vielzahl an Einzelfaktoren ab. Der Stofftransport wird außerdem durch die geologische und hydrogeologische Situation, insbesondere durch die hydraulische Durchlässigkeit des Aquifers bestimmt. Das Grundwasser kann im betrachteten Fall demnach dadurch verunreinigt werden, dass

- Niederschlagswässer Schadstoffe auf dem Wege durch die ungesättigte Bodenzone aufnehmen und als belastetes Sickerwasser in das Grundwasser gelangen oder
  - die Kontaminationen vom Grundwasser direkt durchströmt und wasserlösliche Inhaltsstoffe durch Auslaugung gelöst und transportiert werden.
- **Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe** (Trinkwasserverordnung TVO) vom 01.01.2003 (novelliert 2011). Die Verordnung regelt die Qualität und Güte des Trinkwassers. Danach muss Trinkwasser frei sein von Krankheitserregern. In Trinkwasser dürfen die in der Anlage 2 der TVO festgesetzten Grenzwerte für chemische Stoffe nicht überschritten werden. Andere als die in der Anlage 2 aufgeführten Stoffe und radioaktive Stoffe darf das Trinkwasser nicht in Konzentrationen enthalten, die geeignet sind, die menschliche Gesundheit zu schädigen. Konzentrationen von chemischen Stoffen, die das Trinkwasser verunreinigen oder die Beschaffenheit des Trinkwassers nachteilig beeinflussen können, sollen so niedrig gehalten werden, wie dies nach dem Stand der Technik mit vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalles möglich ist. Um einer nachteiligen Beeinflussung des Trinkwassers vorzubeugen und um eine einwandfreie Beschaffenheit des Trinkwassers sicherzustellen, dürfen im Trinkwasser die in Anlage 2 festgesetzten Grenzwerte nicht überschritten werden. Des Weiteren sind in der TVO sogenannte „Indikatorparameter“ festgelegt, bei denen eine Überschreitung des jeweiligen Grenzwertes eine Überprüfung der Ursachen nach sich zieht.

Hinweis: Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die TVO hier nicht zur Qualitätsbewertung der in Frage kommenden Grundwässer herangezogen wird. Sie wird lediglich ergänzend diskutiert, um eine eventuelle Relevanz der Lage der Altablagerung in der Trinkwasserschutzzone IIIa der Wasserfassung Michelbach zu berücksichtigen.

- **„Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden“** der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) von 1994. Die LAWA-Empfehlungen stellen eine Leitlinie für den wasserrechtlichen Vollzug dar, anhand dieser der Einzelfall individuell bewertet werden kann.



Im Anhang werden ausschließlich Orientierungswerte, d. h. neben Prüfwerten für Basisparameter zur Vor- und Hauptuntersuchung von Grundwasser auch Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte für einige Leitparameter der Hauptuntersuchung von Grundwasser sowie Orientierungswerte (Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte) für Bodenbelastungen mit leichtflüchtigen und lipophilen organischen Stoffen definiert:

**Referenz- bzw. Hintergrundwerte** geben den geogenen Hintergrund an.

**„Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (LAWA, Dez. 2004 – Aktualisierte und überarbeitete Fassung von 2016)“:** Zur einheitlichen Bewertung von Grundwasserverunreinigungen werden nachvollziehbare Bewertungskriterien benötigt. Ein hierfür von der LAWA als geeignet angesehener Maßstab ist die Geringfügigkeitsschwelle (GFS). Sie bildet die Grenze zwischen einer geringfügigen Veränderung der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers und einer schädlichen Verunreinigung.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Gehalte der untersuchten Inhaltsstoffe den o. g. Grenz-, Prüf- und Maßnahmenschwellenwerten vergleichend gegenübergestellt. Die Schadstoffgehalte, die die Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der LAWA, die Grenzwerte der TVO oder die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser der BBodSchV überschreiten, sind fett hervorgehoben.

### 3.4 Grundwasser

#### 3.4.1 Vor-Ort-Parameter

Bei den gemessenen Vor-Ort-Parametern lässt sich folgendes feststellen:

Tab. 5: Ergebnisse der Messung der Vor-Ort-Parameter

Messstelle			GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 4	Michelbach	Igel 1	Igel 2*	Igel 4*
Parameter	Einheit	TVO								
<b>20./23.11.2023</b>										
Färbung			farblos	farblos	farblos	braun-rosa	farblos	farblos	rosabraun	rotbraun
Trübung			klar	klar	ohne	trüb	klar	klar	trüb	stark trüb
Geruch			ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Temperatur	°C		10,8	9,50	10,4	10,0	11,2	10,0	9,80	8,00
pH-Wert		$\geq 6,5$ und $\leq 9,5$	6,79	7,0	7,37	6,69	7,1	7,10	7,12	7,41
elektr. Leitf.	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2790 bei 25 °C	636	418	607	496	612	658	1.300	371
Redoxpotential	mV		539	598	439	436	542	561	505	252
Sauerstoff	mg/l		0,41	4,7	5,5	1,7	7,3	5,8	5,7	2,3

\*: Igel 2 und 4: Schöpfprobe



Die Werte in den beiden Messstellen Igel 2 und Igel 4 werden auf Grund der durchgeführten Schöpfbeprobung nicht näher betrachtet – hier sorgt der geringe Grundwassernachfluss dafür, dass das analysierte Wasser nicht repräsentativ ist und die Ergebnisse der chemischen Laborergebnisse nur eingeschränkt verwertbar sind.

Auch die Wasserprobe aus GWM 4 ist trüb und verfärbt - außerdem sank der Sauerstoffgehalt in dieser Messstelle auf den niedrigsten Wert seit mehreren Jahren (1,7 mg/l). Zudem sank das Redoxpotential in den Proben aus GWM 3 und GWM 4 stark. Ansonsten weisen die Ergebnisse der physiko-chemischen Vor-Ort-Parameter aber keine Auffälligkeiten in dieser GWM auf.

Die gemessenen Temperaturen von 9,5 – 11,2 °C im Grundwasser stellen typische Werte für oberflächennahes Grundwasser in diesem Jahresabschnitt dar - die Werte liegen im Bereich der bisherigen Messungen.

Die pH-Werte der Grundwässer liegen allgemein im neutralen Bereich um pH 7 (pH 6,69 bis 7,37).

Die elektrische Leitfähigkeit der Wässer, die ein orientierendes Maß für die Konzentration an gelösten Ionen sind und temperaturabhängig auf 25°C bezogen werden, liegt für GWM 1 auf dem bekannten hohen Niveau bei 636 µS/cm. Die Werte von GWM 3, GWM 4, Igel 1 und dem Brunnen Michelbach liegen in einem ähnlichen Bereich wie in den Vormessungen, die aktuelle Messung zeigt Werte zwischen 496 und 658 µS/cm. Die geringste Leitfähigkeit wurde, wie in den vorherigen Messungen, in GWM 2 nachgewiesen (418 µS/cm).

Die Sauerstoffgehalte der Grundwässer lagen in der aktuellen Herbstmessung 2023 zwischen 0,41 und 7,3 mg/l und somit auf einem ähnlichen Niveau wie in der Frühjahrmessung 2023. In GWM 1 ist zum wiederholten Mal der geringste Sauerstoffgehalt festzustellen (0,41 mg/l, Frühjahr 2023 0,67 mg/l) – hier sind sauerstoffzehrende mikrobiologische Prozesse zu vermuten.

Oxidation und Reduktion sind im Grundwasser verbreitete, wesentliche geo-hydrochemische Prozesse. Das Redoxpotential ( $E_h$ ) bestimmt zusammen mit dem pH-Wert die Löslichkeit bzw. Mobilität einiger relevanter Schadstoffe. Oxidierende Bedingungen sind gekennzeichnet durch erhöhte Sauerstoffgehalte (> 5 mg/l) oder Eh-Werte > 100 mV, andernfalls liegen reduzierende Bedingungen vor. In der aktuellen Messkampagne liegt das Redoxpotential in allen Messstellen ähnlich hoch wie in der Frühjahrmessung – dort waren Maximalwerte der letzten drei Jahre festgestellt worden. Im Laufe des Sommers 2023 hat sich an diesen Verhältnissen offensichtlich nichts grundlegend geändert. Die Verhältnisse sind als oxidierend einzustufen – in GWM 1 und GWM 4 bei geringem Sauerstoffgehalt.



### 3.4.2 Laboranalytik

Im Grundwasser wurden die nachfolgend aufgelisteten, **anorganischen** Inhaltstoffe (u. a. Kationen, Anionen, Schwermetalle) analysiert:

Tab. 6: Ergebnisse der Laboranalysen der anorganischen Inhaltstoffe (Laborbericht 12.01.2024, Probennahme: 20./23.11.2023)

Messstelle		LAWA GFS	TVO	BBod SchV *	GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 4	Brunnen Michel- bach	Igel 1	Igel 2**	Igel 4**
Parameter	Einheit											
Hydrogen- carbonat	mg/l				290	190	220	160	240	270	290	330
Chlorid	mg/l	250	250		45	7,7	25	37	22	37	<b>210</b>	11
Sulfat	mg/l	250	250		8,1	20	48	20	22	26	31	28
Nitrit	mg/l		0,5		< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,099	< 0,04	< 0,04	0,099	0,69
Nitrat	mg/l		50		53	23	<b>38</b>	39	<b>38</b>	<b>37</b>	17	18
Phosphor, ges.	mgP/l				<0,01	< 0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	0,12	< 0,01
Bor	mg/l	0,18	1		<0,10	< 0,10	<0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cyanid, ges.	mg/l	0,01	0,05	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<0,005	< 0,005	0,02
Ammonium- N	mgN/l		0,5		0,05	<0,04	< 0,04	<b>0,09</b>	< 0,04	0,04	0,82	<b>2,4</b>
Natrium	mg/l		200		21	4,7	12	36	8,4	33	110	5,8
Kalium	mg/l				2,8	1,0	1,7	1,9	1,1	1,3	2,3	1,5
Magnesium	mg/l				29	8,2	15	9,2	7,2	4,3	10	5,2
Calcium	mg/l				68	62	77	40	83	85	100	110
Eisen, ges.	mg/l		0,2		<b>&lt;0,02</b>	0,036	0,049	<b>0,058</b>	< 0,02	0,031	0,02	0,026
Mangan	mg/l		0,05		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01	0,17
Arsen	mg/l	0,0032	0,01	0,01	< 0,001	0,001	0,0023	< 0,001	0,003	0,0035	0,0017	0,001
Selen	mg/l	0,003	0,01	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Quecksilber	mg/l	0,0001	0,001	0,001	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink	mg/l	0,060		0,5	< 0,05	<0,05	< 0,05	<0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Blei	mg/l	0,0012	0,01	0,025	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Chrom, ges.	mg/l	0,0034	0,05	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Kupfer	mg/l	0,054	2	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>&lt;0,005</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Nickel	mg/l	0,007	0,02	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>&lt;0,005</b>	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,0065
Cadmium	mg/l	0,0003	0,003	0,005	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002

TVO: Trinkwasserverordnung

GFS: Geringfügigkeitsschwellenwert nach LAWA

\* Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser

\*\* Igel 4: Schöpfprobe, mit Bodensatz – Igel 2 Schöpfprobe, mit Bodensatz, Messstelle stark beschädigt



Die Werte der untersuchten Wasserproben zeigen für alle Messstellen außer GWM 4 eine ähnliche Mineralisation mit Anionen, Erdalkali- und Alkali-Kationen untereinander und im Vergleich zur letzten Messung (vgl. Piper-Diagramm, Abb.3). GWM 4 ist hierbei als Anstrommessstelle augenscheinlich anders mineralisiert als die drei Abstrommessstellen der Deponie.

Im Chemismus von GWM 4 wurden deutlich erhöhte Eisenwerte nachgewiesen – dieser Befund korreliert mit dem organoleptischen Hinweis „trübe – braun-rosa Färbung“. GWM 4 ist augenscheinlich als Anstrombrunnen eher nicht durch die Altablagerung sondern von den hydrogeochemischen Bedingungen im Anstrombereich im Süden beeinflusst (vgl. auch die Darstellung des Grundwasser-Chemismus im Piper-Diagramm, Abb. 3).

GWM 1 zeigte über die letzten Jahre eine generell höhere Konzentration von Magnesium und Kalium im Vergleich zu den übrigen Messstellen. In der Frühjahrmessung 2023 fielen diese Werte auf das Niveau der anderen Pegel ab – nun sind sie wieder angestiegen. Auch die in der Frühjahrmessung 2023 gesunkene Chlorid- und Natrium-Konzentration ist in der GWM1 wieder angestiegen.

Die reduzierte Stickstoffverbindung Ammonium konnte erneut in der Wasserprobe aus GWM 4 in geringer Konzentration nachgewiesen werden.

Wie bereits in einigen vorangehenden Beprobungen wurde erneut in allen Messstellen außer GWM 2 erhöhte Nitrat-Werte nachweisen, was weiterhin auf einen Sickerwassereinfluss durch landwirtschaftlich belastetes Wasser hindeutet („Nitrat-Problematik“). GWM 1 überschreitet in dieser Messung den Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l.

Zum wiederholten Mal konnte in der GWM 3 und IGEL 1 Arsen nachgewiesen werden - möglicherweise handelt es sich um geogene Quellen. Auch im Trinkwasserbrunnen waren Spuren von Arsen nachweisbar.

Wie bereits bei der Beprobung im Frühjahr 2023 wurde in keiner der Messstellen nennenswerte Schwermetallmuster oder Gesamtcyanide in den analysierten Grundwässern nachgewiesen. Diese Ergebnisse müssen durch folgende Messungen bestätigt werden.

**Die Ergebnisse der chemischen Wasseranalyse aus der Schöpfprobe aus Igel 2 und Igel 4 werden wieder lediglich unter Vorbehalt betrachtet – es handelt sich nicht um repräsentative Grundwasserproben.**



Im Grundwasser wurden die in Tabelle 6 aufgelisteten, **organischen** Inhaltstoffe analysiert:

Tab. 7: Ergebnisse der Laboranalysen der organischen Inhaltstoffe (Laborbericht 12.01.2024)

Messstelle		LAWA GFS	TVO	BBod SchV*	GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 4	Brunnen Michel- bach	Igel 1	Igel 2**	Igel 4**
Parameter	Einheit											
CSB	mg/l											
DOC	mgC/l				5,2	5,3	1,3	14	1,1	5,6	8,7	7,8
AOX	mgCl/l				<0,01	<0,01	< 0,01	0,02	0,01	< 0,01	0,02	0,01
POX	mg/l											
Phenolindex	mg/l	0,008		0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
KW	mg/l	0,1		0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PAK nach TVO***	mg/l	0,000032	0,0001		0,000034	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo-(a)pyren	mg/l	0,00001	0,00001		<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
1,2-Dichlo- rethan	mg/l	0,003	0,003									
Tetrachlor- ethen + Tri- chlorethen	mg/l	0,01	0,01		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vinylchlorid	mg/l	0,0005	0,0005		<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
LHKW	mg/l	0,02		0,01	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Benzol	mg/l	0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
BTEX	mg/l	0,02		0,02	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB	mg/l				n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

TVO: Trinkwasserverordnung

GFS: Geringfügigkeitsschwellenwert nach LAWA

\* Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser

\*\* Messstelle Igel 4: Schöpfprobe mit Bodensatz, Messstelle Igel 2: Schöpfprobe, m. Bodensatz, Messstelle stark beschädigt

\*\*\* Summe aus Benzo(b)fluoranthen; Benzo(k)fluoranthen; Benzo(ghi)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren

Die organischen Schadstoffparameter AOX, Kohlenwasserstoffe (KW), Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW), der Summenparameter BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol), PCB und Werte für den Phenolindex konnten nicht oder nur im Bereich der jeweiligen Nachweisgrenze nachgewiesen werden.

In GWM 1 wurden PAKs (0,0034 mg/l) nachgewiesen

An **allen** Messstellen konnten erneut Werte für den gelösten Kohlenstoffanteil (DOC) festgestellt werden (1,1 – 14 mg/l). Die Konzentrationen liegen in allen Messstellen außer im Trinkwasserbrunnen Michelbach auf einem höheren Niveau als in den Vorjahren. Der DOC-Wert in der GWM 4 ist mit 14,0 mg pro Liter in dieser Messkampagne extrem hoch.



In dieser Messkampagne wurden die Grundwasserproben zum dritten Mal auf Grundlage der Forderungen im Schreiben des Regierungspräsidiums Hessen, Frau Piper vom 13.09.2022 auch auf Dioxine und Furane untersucht. Die Analytik wurde von einem nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Labor analog zum Verfahren DIN 38407-F33 durchgeführt. Nachdem in der Messung im Herbst 2022 keiner der Parameter nachweisbar war, wurden Anfang 2023 Spuren des Einzelparameters Octa-CDD in zwei der Messstellen (GWM 1 und GWM 2) sowie im Rohwasser des Trinkwasserbrunnens gefunden. Bei der aktuellen Beprobung im Herbst 2023 ließen sich dann in GWM 3 und 4 Dioxine nachweisen.

Bei den nachgewiesenen Dioxinen handelt es sich in GWM 4 (Anstrommessstelle) wieder um Octa-CDD (0,018 pg WHO-TEQ/l - Toxizitätsäquivalente nach WHO).

In GWM 3 wurde drei unterschiedliche Einzelstoffe nachgewiesen: neben dem auch in GWM 4 vorkommenden Octa-CDD waren dies 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD (0,063 pg WHO-TEQ/l) und 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF (0,088 pg WHO-TEQ/l). Die Gehalte liegen allesamt im Bereich der jeweiligen Bestimmungsgrenze.

Somit wurden nunmehr in allen Grundwassermessstellen Spuren des Dioxin-Einzelparameters Octa-CDD nachgewiesen. Octa-CDD ist einer der am geringsten löslichen Einzelparameter – es ist theoretisch möglich, dass er an Trübstoffe gebunden war und die Wasserprobe vor der Laboranalytik nicht ausreichend abfiltriert worden ist.

Diese Laborbefunde bezüglich Dioxinspuren im Grundwasser müssen in der nächsten Messkampagne im Frühjahr 2024 überprüft werden. Hierbei sollte sicherheitshalber ein zweites Labor eingeschaltet werden, um eine Validierung der Laborbefunde zu ermöglichen. Außerdem sollten möglichst auch die dioxin-ähnliche PCBs mit untersucht werden.

Furane wurden auch in der zweiten Messkampagne nicht nachgewiesen.

**Die Ergebnisse der chemischen Wasseranalyse aus der Schöpfprobe Igel 2 und Igel 4 werden lediglich unter Vorbehalt betrachtet – es handelt sich nicht um repräsentative Grundwasserproben.**



## 4 Gefährdungsabschätzung

Die ökotoxikologischen Bewertungen der festgestellten Problemstoffe sind in dem Gutachten der UIC vom 18.06.2001 ausführlich dargelegt.

Es wurde insbesondere darauf verwiesen, dass Schwankungstendenzen von maßgeblichen Grundwasserinhaltsstoffen regelmäßig zu überprüfen sind, denn diese geben den ersten begründeten und konkreten Hinweis auf Durchströmung (bzw. Nicht-Durchströmung) des Deponiefußes bei entsprechenden Grundwasserständen.

Besondere Auffälligkeiten mit Nachweis von bedenklichen Verschmutzungsindikatoren betrafen in der Analytik des Hauptgutachtens die Grundwässer des Abstrombrunnens GWM 3 und des Lateralbrunnens GWM 1. Die Situation hat sich an den bisherigen Beprobungsterminen bis 2021 dahingehend nicht geändert - die durchgehend hohe Gesamtmineralisation im Grundwasser des Abstrompegels GWM 3 und des Lateralbrunnens GWM 1 ist Fakt.

Es muss jedoch immer wieder betont werden, dass es im Kluftaquifer des grundwasserführenden Untergrundes zunächst nicht relevant ist, ob die nachgewiesenen wechselnden Grundwasserbelastungsmuster nur für den Abstrombrunnen beweisaussagend sind, die weitgehend unbekanntem Fließvorgänge im Untergrund lassen auch belastete Grundwässer im Lateralbereich der Deponie z.B. in Hauptabflussrichtungen übertreten und umgekehrt.

Bewiesen ist die Pfadverknüpfung des Zechsteinaquifers (in dem der Trinkwasserbrunnen Michelbach fördert) mit dem Grundwasser-oberstromigen karbonischen Kluftaquifer, in welchem sich der Deponiefuß sowie die Grundwasser-Beobachtungsbrunnen befinden (siehe Hauptgutachten vom 18.06.2001).

Als Adressat des nachgewiesenen betroffenen Schutzgutes Grundwasser verbleibt daher weiterhin die Trinkwasser-Gewinnungsanlage Michelbach. Die Entfernung zu der Anlage beträgt ab der Deponie sowie dem Igelpfuhl je ca. 800 m. Der potenziell nachteilige Wirkungspfad über das Grundwasser im Grundwassergefälle und im Entnahmetrichter der Brunnenanlage ist relevant. Die Feststellung einer Besorgnis eines Übertrittes von Problemstoffen aus der Deponie in das geförderte Grundwasser und folgend in das zur Nutzung bereitgestellte Trinkwasser bleibt bestehen.

Da die GWM 3, genau wie der Trinkwasserbrunnen Michelbach, in der von der Deponie nach NNW gerichteten Grundwasserfließrichtung liegt, ist ein Einfluss vom ehemaligen Gemeindemüllplatz wahrscheinlich und weitere Beobachtungen unerlässlich (**Fortführung des GW-Monitorings**).

Mit dem Neubau von GWM 4 (ca. 20 m östlich von Pegel 7) wurde ersichtlich, dass das Grundwasser mit leichtem Gradienten von Süden über → GWM 4 in Richtung → Deponiekörper → GWM 3 → Brunnen Michelbach strömt – die bisherigen Beprobungen von GWM 4 lassen nicht mehr den Schluss auf eine Beeinflussung durch die Deponie zu.



Die im Umfeld der Altablagerung Igelpfuhl fertiggestellten Pegel Igel 2, der seit einiger Zeit verstopft und nicht zugänglich war, und Igel 4 sowie der wieder nutzbare Pegel Igel 1 zeigen in einer engbegrenzten Grundwasserlandschaft den eindeutigen Abstrom etwa Richtung Trinkwasserbrunnen Michelbach. Obgleich in einer vergleichenden Analytik der drei Beobachtungspegel bislang keine typischen und gravierenden Indikatoren auf Deponieeinfluss einer mutmaßlichen Bauschuttdeponie festgestellt werden konnten, kann im Fall der Altablagerung Igelpfuhl eine vergleichbare Situation der potenziellen Gefährdung durch Verfrachtung belasteter Sickerwässer in das genutzte Grundwasservorkommen nicht ausgeschlossen werden.

Die Begründung hierfür ist einmal in der vergleichbaren topographischen Nähe vom Igelpfuhl zum Brunnenstandort Michelbach (800 m), der topographischen Tiefenlage von Igelpfuhl (ca. 257 m), der Höhendifferenz von ca. 20 m zum Standort Trinkwasserbrunnen und der indirekten Verknüpfung durch ein E-W verlaufendes Bachtal mit der Grundwasserabflussrichtung, welches hinsichtlich des Bachtals zwanglos einem gleich orientierten Kluftsystem zugeordnet werden kann. Im tieferen Untergrund hat der Aufstoß druckentlasteter saliner Zechsteinwässer die Verbindung zu tiefgreifenden Grundwasservorkommen bewiesen (Igel 1 - Analytik 02.06.2006 und Bericht Igelpfuhl vom 15.06.2007 sowie Igel 2 Voranalytik vom 10.03.2014 und Analytik vom 07.04. und 25.11.2014), die hydraulische Verknüpfung zu oberflächennahen Grund- und Sickerwässern sowie zu Oberflächenstauwässern am Deponierand ist zwingend logisch. Jedoch sind Filter- und Absorptionsprozesse bei Sickerwässern aus dem Deponiekörper mit bisher unbekannter Tiefenlage in das Grundwasser, bedingt durch die auffallend tiefe Grundwasseroberfläche (Igel 4: ca. 13 m u.MP), positiv zu bewerten.

Im vorgelegten **IPP-Bericht „Einzelfallrecherche gem. HLNUG der ehem. Bauschuttdeponie Igelpfuhl/Dachspfuhl“ (13.12.2018)** konnten keine weiteren Hinweise auf eine Schadstoffbelastung festgestellt werden.



## 5 Feststellung des Handlungsbedarfs

Aus gutachterlicher Sicht und der ausgesprochenen, weiterhin bestehenden potenziellen Besorgnis im Hinblick auf den Grundwasserschutz in Bezug auf die Trinkwassergewinnung in Michelbach – **auch vor dem Hintergrund des sich wandelnden Klimas mit schwankenden Grundwasserständen und Extremwetterlagen** - wird folgende Vorgehensweise anempfahlen:

- Fortsetzung des Grundwasser-Monitoring-Programms, d.h. Wiederholungsmessungen (Stichtagsmessungen und Grundwasserprobennahmen) sollten weiterhin im hydrologischen Jahr jeweils zu Ende des hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahres durchgeführt werden, um insbesondere die Schwankungstendenzen der Konzentration von maßgeblichen Wasserinhaltsstoffen, die mit der nachgewiesenen Durchströmung des unteren Deponiekörpers zusammenhängen, zu systematisieren. Die Fortsetzung des Grundwassermonitorings Michelbach und Igelpfuhl wird vom Regierungspräsidium Gießen gemäß dem Schreiben vom 27.03.2018 als Auflage im Zuge der Erlaubniserteilung zur Grundwasserentnahme zur öffentlichen Trinkwasserversorgung (befristet bis 27.03.2048) gefordert. Des Weiteren wurde im Schreiben vom 13.09.2022 erneut auf die Notwendigkeit der Fortführung des Grundwassermonitorings hingewiesen.

Auf die **exakte Einhaltung der Mess- und Analysetermine** im hydrologischen Jahr wird hingewiesen, d.h. die Messungen und Beprobungen sind zeitlich eng orientiert an die **Termine zu Ende Oktober bzw. Ende April** des Jahres durchzuführen. Die Zeitspanne zwischen Probenahme und Laborbericht sollte durch geeignete Organisation deutlich verkürzt werden.

In den Messstellen IGEL 2 und IGEL 4 können seit langem nur noch Schöpfproben durchgeführt werden, was zu nicht repräsentativen Ergebnissen der Analyseparameter führt. Gemäß dem Schreiben des Regierungspräsidiums Gießen vom 13.09.2022 sollen die Messstellen IGEL 2 und IGEL 4 instandgesetzt werden. Falls dies nicht ohne erheblichen Aufwand möglich sein sollte sind ggf. zumindest eine neue Grundwassermessstelle zu errichten. Die Instandsetzung wird auch vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie empfohlen (Schreiben vom 30.08.2022). Mit Schreiben vom 24.01.2024 können die beiden Messstellen zunächst im Monitoring-Messprogramm ausgespart bleiben.

Um belastbarere Aussagen für eine Sickerwasserprognose zu gewinnen, wurde durch IPP die Errichtung von zwei weiteren Messstellen im Anstrom und im Abstrom der Altablagerung vorgeschlagen. Das Regierungspräsidium Gießen bezeichnet diese Maßnahme als sinnvoll und unerlässlich (Schreiben vom 13.09.2022) und favorisiert, wie auch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Schreiben vom 30.08.2022) einen stationären Ausbau, um die Messstellen auch in das langfristige Grundwassermonitoring zu integrieren.

Diese Aussage wurde inzwischen sowohl vom Regierungspräsidium Gießen (24.01.2024) als auch vom Landkreis Marburg Biedenkopf (04.12.2024) nochmals bestätigt.

Auf die Untersuchung des Vorhandenseins von Milzbrandsporen auf dem ehem. Gemeindemüllplatz Michelbach wird verzichtet (siehe Kurzstellungnahme zur Milzbrandthematik, IPP, 31.05.2022 und Schreiben des Regierungspräsidiums Gießen vom 13.09.2022).



**Als nächste Schritte sind zeitnah folgende Tätigkeiten umzusetzen:**

- Fortsetzung des Grundwasser-Monitorings mit der Messkampagne im Frühjahr 2024
- Abstimmung der anstehenden Messkampagne im Frühjahr 2024 mit allen Beteiligten vorab
- Überprüfung der schwachen Dioxin-Befunde durch erneute Beprobung / Analyse und Vergleichslabor
- zusätzliche Laboranalytik auf dioxin-ähnliche PCBs
- Instandsetzung der Messstellen IGEL 2 und IGEL 4 oder Errichtung zumindest einer neuen Messstelle am Igelpfuhl – solange dies nicht der Fall ist, können die beiden Messstellen im Monitoringprogramm zeitweilig ausgespart bleiben
- Erweiterung des Messstellennetzes um zwei weitere stationäre Grundwassermessstellen (GWM 5, GWM 6)

Laut Schreiben des Regierungspräsidiums in Gießen vom 24.01.2024 sollen aus Vorsorgegründen die Parameter Dioxine und Furane (Hinweis: möglichst inklusive der dioxin-ähnlichen PCBs) über die nächsten 3-4 Jahre (bis 2027) mit analysiert und bewertet werden.

Sämtliche Aussagen und Bewertungen basieren auf den dokumentierten Untersuchungen und wurden nach bestem fachlichem Wissen und Gewissen erarbeitet.

  
**JIPP** Ingenieure für Bau, Umwelt  
und Stadtentwicklung  
JIPP Ingenieurgesellschaft Fössel & Partner GmbH  
Reichshungerstraße 196-199, D-41113 Klei  
Tel. +49 (431) 6 49 59 0, Fax +49 (431) 6 49 59 59  
i.V. Dipl.-Geol. Andreas Völs  
(Sachbearbeitung)

# Anlage 1

## Übersichtslageplan 1:10.000



## Anlage 2

# Grundwassergleichenplan 1:2.000



## Anlage 3

# Probenahmeprotokolle und Laborprüfberichte

**Probenummer:** 232485-008  
**Probenbezeichnung:** GWM 1

**Prüfzeitraum:** 20.11.2023 - 12.01.2024

**vor-Ort-Parameter**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Probenahme von Grundwasser	DIN 38402-A 13:1985			20.11.2023
Pumpbeginn (h)	DIN 38402-A 13:1985			8:40
Pumpende (h)	DIN 38402-A 13:1985			9:20
Ruhewasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		4,950
abgesenkter Wasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		7,910
Probenahmeart	DIN 38402-A 13:1985			Tauchpumpe MP1
Entnahmetiefe (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		18
Förderstrom (l/min)	DIN 38402-A 13:1985			8
Fördermenge (l)	DIN 38402-A 13:1985			240
Farbe	DIN 38402-A 13:1985			farblos
Trübung	DIN 38402-A 13:1985			klar
Bodensatz	DIN 38402-A 13:1985			nein
Geruch	DIN 38402-A 13:1985			ohne
Temperatur	DIN 38402-A 13:1985	°C		10,8
pH-Wert	DIN 38402-A 13:1985			6,79
Leitfähigkeit	DIN 38402-A 13:1985	µS/cm	20	636
Redoxpotential	DIN 38402-A 13:1985	mV		539
Sauerstoff	DIN 38402-A 13:1985	mg/l	0,1	0,41

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Laboranalytik**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
pH-Wert	DIN EN ISO 10523:2012			6,9
Leitfähigkeit	DIN EN 27888:1993	µS/cm		636
Glührückstand	DIN 38409-H 1:1987	mg/l		270
Abdampfrückstand 180 Grad	DIN 38409-H 1:1987	mg/l	5	370
Säurekapazität pH 4,3	DIN 38409-7:2005	mmol/l	0,1	4,7
Hydrogencarbonat gelöst	DIN 38409-7:2005	mg/l		290
DOC	DIN EN 1484:2019	mgC/l	1	5,2
Mineralölkohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2:2001	mg/l	0,1	<0,100
Phenolindex	DIN 38409-H 16:1984	mg/l	0,01	<0,01
AOX	DIN EN ISO 9562:2005	mgCl/l	0,01	<0,01
Cyanid gesamt	DIN 38405-D 13:2011	mg/l	0,005	<0,005
Ammonium-N	DIN 38406-E 5:1983	mgN/l	0,04	0,05
Nitrit	DIN EN 26777:1993	mg/l	0,04	<0,04
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	2,2	53
Phosphor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10

**Probenummer: 232485-008**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	8,1
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	45
Arsen	DIN EN ISO 11969:1996	mg/l	0,001	<0,001
Bor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Blei	DIN 38406-E 6:1998	mg/l	0,002	<0,002
Calcium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	68
Cadmium	DIN EN ISO 5961:1995	mg/l	0,0002	<0,0002
Chrom	DIN EN 1233:1996	mg/l	0,005	<0,005
Eisen	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,02	<0,02
Kalium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	2,8
Kupfer	DIN 38406-E 7:1991	mg/l	0,005	<0,005
Magnesium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,7	29
Mangan	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,01	<0,01
Natrium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	21
Nickel	DIN 38406-E 11:1991	mg/l	0,005	<0,005
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012	mg/l	0,0002	<0,0002
Selen	DIN 38405-23:1994	mg/l	0,001	<0,001
Zink	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,05	<0,05
Benzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Toluol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Ethylbenzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
m,p-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
o-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Summe BTEX	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Dichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
cis-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
trans-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Vinylchlorid	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,0005	<0,0005
Summe LHKW	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(b)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20

**Probenummer: 232485-008**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Benzo(k)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(g,h,i)perylen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Chrysen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Dibenz(a,h)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Naphthalin	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	34
Phenanthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Summe PAK	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l		34
PCB-28	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-52	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-101	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-138	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-153	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-180	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
Summe PCB in Wasser	DIN 38407-F 3:2006	µg/l		n.n.

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Kommentare:**

Dioxinanalytik: Alle Einzelverbindungen lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze (in Klammern angegeben).

2,3,7,8 Tetra-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,7,8-Penta-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l) ,  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD (< 5 pg/l),  
 Octa-CDD (< 10 pg/l)  
 2,3,7,8-Tetra-CDF (< 2,5 pg/l)  
 1,2,3,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l) ,  
 2,3,4,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l)  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 Octa-CDF (< 10 pg/l).

**Probenummer:** 232485-006  
**Probenbezeichnung:** GWM 2

**Prüfzeitraum:** 20.11.2023 - 12.01.2024

**vor-Ort-Parameter**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Probenahme von Grundwasser	DIN 38402-A 13:1985			20.11.2023
Pumpbeginn (h)	DIN 38402-A 13:1985			12:35
Pumpende (h)	DIN 38402-A 13:1985			13:05
Ruhewasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		6,300
abgesenkter Wasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		8,950
Probenahmeart	DIN 38402-A 13:1985			Tauchpumpe MP1
Entnahmetiefe (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		18
Förderstrom (l/min)	DIN 38402-A 13:1985			10
Fördermenge (l)	DIN 38402-A 13:1985			300
Farbe	DIN 38402-A 13:1985			farblos
Trübung	DIN 38402-A 13:1985			klar
Bodensatz	DIN 38402-A 13:1985			nein
Geruch	DIN 38402-A 13:1985			ohne
Temperatur	DIN 38402-A 13:1985	°C		9,50
pH-Wert	DIN 38402-A 13:1985			7,0
Leitfähigkeit	DIN 38402-A 13:1985	µS/cm	20	418
Redoxpotential	DIN 38402-A 13:1985	mV		598
Sauerstoff	DIN 38402-A 13:1985	mg/l	0,1	4,7

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Laboranalytik**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
pH-Wert	DIN EN ISO 10523:2012			7,5
Leitfähigkeit	DIN EN 27888:1993	µS/cm		382
Glührückstand	DIN 38409-H 1:1987	mg/l		180
Abdampfrückstand 180 Grad	DIN 38409-H 1:1987	mg/l	5	220
Säurekapazität pH 4,3	DIN 38409-7:2005	mmol/l	0,1	3,1
Hydrogencarbonat gelöst	DIN 38409-7:2005	mg/l		190
DOC	DIN EN 1484:2019	mgC/l	1	5,3
Mineralölkohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2:2001	mg/l	0,1	<0,100
Phenolindex	DIN 38409-H 16:1984	mg/l	0,01	<0,01
AOX	DIN EN ISO 9562:2005	mgCl/l	0,01	<0,01
Cyanid gesamt	DIN 38405-D 13:2011	mg/l	0,005	<0,005
Ammonium-N	DIN 38406-E 5:1983	mgN/l	0,04	<0,04
Nitrit	DIN EN 26777:1993	mg/l	0,04	<0,04
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	2,2	23
Phosphor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10

**Probenummer: 232485-006**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	20
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	7,7
Arsen	DIN EN ISO 11969:1996	mg/l	0,001	0,001
Bor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Blei	DIN 38406-E 6:1998	mg/l	0,002	<0,002
Calcium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	62
Cadmium	DIN EN ISO 5961:1995	mg/l	0,0002	<0,0002
Chrom	DIN EN 1233:1996	mg/l	0,005	<0,005
Eisen	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,02	0,036
Kalium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	1,0
Kupfer	DIN 38406-E 7:1991	mg/l	0,005	<0,005
Magnesium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,7	8,2
Mangan	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,01	<0,01
Natrium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	4,7
Nickel	DIN 38406-E 11:1991	mg/l	0,005	<0,005
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012	mg/l	0,0002	<0,0002
Selen	DIN 38405-23:1994	mg/l	0,001	<0,001
Zink	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,05	<0,05
Benzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Toluol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Ethylbenzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
m,p-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
o-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Summe BTEX	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Dichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
cis-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
trans-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Vinylchlorid	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,0005	<0,0005
Summe LHKW	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(b)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20

**Probenummer: 232485-006**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Benzo(k)fluoranthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(g,h,i)perylen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Chrysen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Dibenz(a,h)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Naphthalin	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Phenanthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Summe PAK	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l		n.n.
PCB-28	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-52	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-101	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-138	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-153	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-180	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
Summe PCB in Wasser	DIN 38407-F 3:2006	µg/l		n.n.

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

#### Kommentare:

Dioxinanalytik: Alle Einzelverbindungen lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze (in Klammern angegeben).

2,3,7,8 Tetra-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,7,8-Penta-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l) ,  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD (< 5 pg/l),  
 Octa-CDD (< 10 pg/l)  
 2,3,7,8-Tetra-CDF (< 2,5 pg/l)  
 1,2,3,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l) ,  
 2,3,4,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l)  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 Octa-CDF (< 10 pg/l).

**Probennummer:** 232485-002  
**Probenbezeichnung:** GWM 3

**Prüfzeitraum:** 23.11.2023 - 12.01.2024

**vor-Ort-Parameter**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Probenahme von Grundwasser	DIN 38402-A 13:1985			23.11.2023
Pumpbeginn (h)	DIN 38402-A 13:1985			10:55
Pumpende (h)	DIN 38402-A 13:1985			11:25
Ruhewasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		5,000
Probenahmeart	DIN 38402-A 13:1985			Tauchpumpe MP1
Entnahmetiefe (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		18
Förderstrom (l/min)	DIN 38402-A 13:1985			10
Fördermenge (l)	DIN 38402-A 13:1985			300
Farbe	DIN 38402-A 13:1985			farblos
Trübung	DIN 38402-A 13:1985			ohne
Bodensatz	DIN 38402-A 13:1985			nein
Geruch	DIN 38402-A 13:1985			ohne
Temperatur	DIN 38402-A 13:1985	°C		10,4
pH-Wert	DIN 38402-A 13:1985			7,37
Leitfähigkeit	DIN 38402-A 13:1985	µS/cm	20	607
Redoxpotential	DIN 38402-A 13:1985	mV		439
Sauerstoff	DIN 38402-A 13:1985	mg/l	0,1	5,5

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Laboranalytik**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
pH-Wert	DIN EN ISO 10523:2012			7,1
Leitfähigkeit	DIN EN 27888:1993	µS/cm		577
Glührückstand	DIN 38409-H 1:1987	mg/l		300
Abdampfrückstand 180 Grad	DIN 38409-H 1:1987	mg/l	5	380
Säurekapazität pH 4,3	DIN 38409-7:2005	mmol/l	0,1	3,7
Hydrogencarbonat gelöst	DIN 38409-7:2005	mg/l		220
DOC	DIN EN 1484:2019	mgC/l	1	1,3
Mineralölkohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2:2001	mg/l	0,1	<0,100
Phenolindex	DIN 38409-H 16:1984	mg/l	0,01	<0,01
AOX	DIN EN ISO 9562:2005	mgCl/l	0,01	<0,01
Cyanid gesamt	DIN 38405-D 13:2011	mg/l	0,005	<0,005
Ammonium-N	DIN 38406-E 5:1983	mgN/l	0,04	<0,04
Nitrit	DIN EN 26777:1993	mg/l	0,04	<0,04
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	2,2	38
Phosphor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	48

**Probenummer: 232485-002**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	25
Arsen	DIN EN ISO 11969:1996	mg/l	0,001	0,0023
Bor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Blei	DIN 38406-E 6:1998	mg/l	0,002	<0,002
Calcium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	77
Cadmium	DIN EN ISO 5961:1995	mg/l	0,0002	<0,0002
Chrom	DIN EN 1233:1996	mg/l	0,005	<0,005
Eisen	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,02	0,049
Kalium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	1,7
Kupfer	DIN 38406-E 7:1991	mg/l	0,005	<0,005
Magnesium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,7	15
Mangan	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,01	<0,01
Natrium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	12
Nickel	DIN 38406-E 11:1991	mg/l	0,005	<0,005
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012	mg/l	0,0002	<0,0002
Selen	DIN 38405-23:1994	mg/l	0,001	<0,001
Zink	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,05	<0,05
Benzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Toluol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Ethylbenzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
m,p-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
o-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Summe BTEX	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Dichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
cis-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
trans-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Vinylchlorid	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,0005	<0,0005
Summe LHKW	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(b)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(k)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20

Probenummer: **232485-002**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Benzo(g,h,i)perylen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Chrysen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Dibenz(a,h)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Naphthalin	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Phenanthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Summe PAK	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l		n.n.
PCB-28	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-52	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-101	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-138	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-153	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-180	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
Summe PCB in Wasser	DIN 38407-F 3:2006	µg/l		n.n.

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

#### Kommentare:

Dioxinanalytik: Die Bestimmungsgrenze ist in den Klammern angegeben.

2,3,7,8 Tetra-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,7,8-Penta-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l) ,  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
**1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD 6,3 pg/l, 0,063 pg WHO-TEQ/l,**  
**Octa-CDD 37 pg/l, 0,011 pg WHO-TEQ/l,**  
 2,3,7,8-Tetra-CDF (< 2,5 pg/l)  
 1,2,3,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l) ,  
 2,3,4,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l)  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
**1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF 8,8 pg/l, 0,088 pg WHO-TEQ/l,**  
 1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 Octa-CDF (< 10 pg/l).

**Probenummer:** 232485-007  
**Probenbezeichnung:** GWM 4

**Prüfzeitraum:** 20.11.2023 - 12.01.2024

**vor-Ort-Parameter**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Probenahme von Grundwasser	DIN 38402-A 13:1985			20.11.2023
Pumpbeginn (h)	DIN 38402-A 13:1985			13:40
Pumpende (h)	DIN 38402-A 13:1985			14:05
Ruhewasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		11,13
abgesenkter Wasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		13,18
Probenahmeart	DIN 38402-A 13:1985			Tauchpumpe MP1
Entnahmetiefe (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		14
Förderstrom (l/min)	DIN 38402-A 13:1985			6 →3
Fördermenge (l)	DIN 38402-A 13:1985			100
Farbe	DIN 38402-A 13:1985			braun-rosa
Trübung	DIN 38402-A 13:1985			trüb
Bodensatz	DIN 38402-A 13:1985			ja
Geruch	DIN 38402-A 13:1985			ohne
Temperatur	DIN 38402-A 13:1985	°C		10,0
pH-Wert	DIN 38402-A 13:1985			6,69
Leitfähigkeit	DIN 38402-A 13:1985	µS/cm	20	496
Redoxpotential	DIN 38402-A 13:1985	mV		436
Sauerstoff	DIN 38402-A 13:1985	mg/l	0,1	1,7

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Laboranalytik**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
pH-Wert	DIN EN ISO 10523:2012			6,8
Leitfähigkeit	DIN EN 27888:1993	µS/cm		463
Glührückstand	DIN 38409-H 1:1987	mg/l		220
Abdampfrückstand 180 Grad	DIN 38409-H 1:1987	mg/l	5	290
Säurekapazität pH 4,3	DIN 38409-7:2005	mmol/l	0,1	2,6
Hydrogencarbonat gelöst	DIN 38409-7:2005	mg/l		160
DOC	DIN EN 1484:2019	mgC/l	1	14
Mineralölkohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2:2001	mg/l	0,1	<0,100
Phenolindex	DIN 38409-H 16:1984	mg/l	0,01	<0,01
AOX	DIN EN ISO 9562:2005	mgCl/l	0,01	0,02
Cyanid gesamt	DIN 38405-D 13:2011	mg/l	0,005	<0,005
Ammonium-N	DIN 38406-E 5:1983	mgN/l	0,04	0,09
Nitrit	DIN EN 26777:1993	mg/l	0,04	0,099
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	2,2	39
Phosphor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10

Probenummer: **232485-007**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	20
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	37
Arsen	DIN EN ISO 11969:1996	mg/l	0,001	<0,001
Bor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Blei	DIN 38406-E 6:1998	mg/l	0,002	<0,002
Calcium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	40
Cadmium	DIN EN ISO 5961:1995	mg/l	0,0002	<0,0002
Chrom	DIN EN 1233:1996	mg/l	0,005	<0,005
Eisen	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,02	0,058
Kalium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	1,9
Kupfer	DIN 38406-E 7:1991	mg/l	0,005	<0,005
Magnesium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,7	9,2
Mangan	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,01	<0,01
Natrium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	36
Nickel	DIN 38406-E 11:1991	mg/l	0,005	<0,005
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012	mg/l	0,0002	<0,0002
Selen	DIN 38405-23:1994	mg/l	0,001	<0,001
Zink	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,05	<0,05
Benzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Toluol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Ethylbenzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
m,p-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
o-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Summe BTEX	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Dichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
cis-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
trans-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Vinylchlorid	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,0005	<0,0005
Summe LHKW	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(b)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20

Probenummer: 232485-007

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Benzo(k)fluoranthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(g,h,i)perylen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Chrysen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Dibenz(a,h)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Naphthalin	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	49
Phenanthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Summe PAK	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l		49
PCB-28	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-52	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-101	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-138	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-153	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-180	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
Summe PCB in Wasser	DIN 38407-F 3:2006	µg/l		n.n.

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

#### Kommentare:

Dioxinanalytik: Die Bestimmungsgrenze ist in den Klammern angegeben.

2,3,7,8 Tetra-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,7,8-Penta-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l) ,  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD (< 5 pg/l),  
**Octa-CDD 60 pg/l, 0,018 pg WHO-TEQ/l,**  
 2,3,7,8-Tetra-CDF (< 2,5 pg/l)  
 1,2,3,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l) ,  
 2,3,4,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l)  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 Octa-CDF (< 10 pg/l).

**Probennummer:** 232485-001  
**Probenbezeichnung:** TW Michelbach

**Prüfzeitraum:** 13.12.2023 - 12.01.2024

**vor-Ort-Parameter**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Probenahme von Grundwasser	DIN 38402-A 13:1985			13.12.2023
Pumpbeginn (h)	DIN 38402-A 13:1985			12:00
Probenahmeart	DIN 38402-A 13:1985			Zapfprobe
Fördermenge (l)	DIN 38402-A 13:1985			5 l
Farbe	DIN 38402-A 13:1985			farblos
Trübung	DIN 38402-A 13:1985			klar
Bodensatz	DIN 38402-A 13:1985			nein
Geruch	DIN 38402-A 13:1985			ohne
Temperatur	DIN 38402-A 13:1985	°C		11,2
pH-Wert	DIN 38402-A 13:1985			7,1
Leitfähigkeit	DIN 38402-A 13:1985	µS/cm	20	612
Redoxpotential	DIN 38402-A 13:1985	mV		542
Sauerstoff	DIN 38402-A 13:1985	mg/l	0,1	7,3

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Laboranalytik**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
pH-Wert	DIN EN ISO 10523:2012			7,1
Leitfähigkeit	DIN EN 27888:1993	µS/cm		547
Glührückstand	DIN 38409-H 1:1987	mg/l		250
Abdampfrückstand 180 Grad	DIN 38409-H 1:1987	mg/l	5	400
Säurekapazität pH 4,3	DIN 38409-7:2005	mmol/l	0,1	3,9
Hydrogencarbonat gelöst	DIN 38409-7:2005	mg/l		240
DOC	DIN EN 1484:2019	mgC/l	1	1,1
Mineralölkohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2:2001	mg/l	0,1	<0,100
Phenolindex	DIN 38409-H 16:1984	mg/l	0,01	<0,01
AOX	DIN EN ISO 9562:2005	mgCl/l	0,01	0,01
Cyanid gesamt	DIN 38405-D 13:2011	mg/l	0,005	<0,005
Ammonium-N	DIN 38406-E 5:1983	mgN/l	0,04	<0,04
Nitrit	DIN EN 26777:1993	mg/l	0,04	<0,04
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	2,2	38
Phosphor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	22
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	22
Arsen	DIN EN ISO 11969:1996	mg/l	0,001	0,003
Bor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Blei	DIN 38406-E 6:1998	mg/l	0,002	<0,002

**Probenummer: 232485-001**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Calcium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	83
Cadmium	DIN EN ISO 5961:1995	mg/l	0,0002	<0,0002
Chrom	DIN EN 1233:1996	mg/l	0,005	<0,005
Eisen	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,02	<0,02
Kalium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	1,1
Kupfer	DIN 38406-E 7:1991	mg/l	0,005	<0,005
Magnesium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,7	7,2
Mangan	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,01	<0,01
Natrium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	8,4
Nickel	DIN 38406-E 11:1991	mg/l	0,005	<0,005
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012	mg/l	0,0002	<0,0002
Selen	DIN 38405-23:1994	mg/l	0,001	<0,001
Zink	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,05	<0,05
Benzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Toluol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Ethylbenzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
m,p-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
o-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Summe BTEX	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Dichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
cis-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
trans-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Vinylchlorid	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,0005	<0,0005
Summe LHKW	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(b)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(k)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(g,h,i)perylen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Chrysen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Dibenz(a,h)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20

**Probenummer: 232485-001**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Naphthalin	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Phenanthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Summe PAK	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l		n.n.
PCB-28	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-52	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-101	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-138	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-153	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-180	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
Summe PCB in Wasser	DIN 38407-F 3:2006	µg/l		n.n.

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Kommentare:**

Dioxinanalytik: Alle Einzelverbindungen lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze (in Klammern angegeben).

2,3,7,8 Tetra-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,7,8-Penta-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l) ,  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD (< 5 pg/l),  
 Octa-CDD (< 10 pg/l)  
 2,3,7,8-Tetra-CDF (< 2,5 pg/l)  
 1,2,3,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l) ,  
 2,3,4,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l)  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 Octa-CDF (< 10 pg/l).

**Probennummer:** 232485-003  
**Probenbezeichnung:** IGEL 1

**Prüfzeitraum:** 20.11.2023 - 12.01.2024

**vor-Ort-Parameter**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Probenahme von Grundwasser	DIN 38402-A 13:1985			20.11.2023
Pumpbeginn (h)	DIN 38402-A 13:1985			11:10
Pumpende (h)	DIN 38402-A 13:1985			11:40
Ruhewasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		21,16
abgesenkter Wasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		21,50
Probenahmeart	DIN 38402-A 13:1985			Tauchpumpe MP1
Entnahmetiefe (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		30
Förderstrom (l/min)	DIN 38402-A 13:1985			8
Fördermenge (l)	DIN 38402-A 13:1985			240
Farbe	DIN 38402-A 13:1985			farblos
Trübung	DIN 38402-A 13:1985			klar
Bodensatz	DIN 38402-A 13:1985			nein
Geruch	DIN 38402-A 13:1985			ohne
Temperatur	DIN 38402-A 13:1985	°C		10,0
pH-Wert	DIN 38402-A 13:1985			7,1
Leitfähigkeit	DIN 38402-A 13:1985	µS/cm	20	658
Redoxpotential	DIN 38402-A 13:1985	mV		561
Sauerstoff	DIN 38402-A 13:1985	mg/l	0,1	5,8

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Laboranalytik**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
pH-Wert	DIN EN ISO 10523:2012			7,0
Leitfähigkeit	DIN EN 27888:1993	µS/cm		608
Glührückstand	DIN 38409-H 1:1987	mg/l		310
Abdampfrückstand 180 Grad	DIN 38409-H 1:1987	mg/l	5	360
Säurekapazität pH 4,3	DIN 38409-7:2005	mmol/l	0,1	4,4
Hydrogencarbonat gelöst	DIN 38409-7:2005	mg/l		270
DOC	DIN EN 1484:2019	mgC/l	1	5,6
Mineralölkohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2:2001	mg/l	0,1	<0,100
Phenolindex	DIN 38409-H 16:1984	mg/l	0,01	<0,01
AOX	DIN EN ISO 9562:2005	mgCl/l	0,01	<0,01
Cyanid gesamt	DIN 38405-D 13:2011	mg/l	0,005	<0,005
Ammonium-N	DIN 38406-E 5:1983	mgN/l	0,04	0,04
Nitrit	DIN EN 26777:1993	mg/l	0,04	<0,04
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	2,2	37
Phosphor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10

Probenummer: 232485-003

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	26
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	37
Arsen	DIN EN ISO 11969:1996	mg/l	0,001	0,0035
Bor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Blei	DIN 38406-E 6:1998	mg/l	0,002	<0,002
Calcium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	85
Cadmium	DIN EN ISO 5961:1995	mg/l	0,0002	<0,0002
Chrom	DIN EN 1233:1996	mg/l	0,005	<0,005
Eisen	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,02	0,031
Kalium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	1,3
Kupfer	DIN 38406-E 7:1991	mg/l	0,005	<0,005
Magnesium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,7	4,3
Mangan	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,01	<0,01
Natrium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	33
Nickel	DIN 38406-E 11:1991	mg/l	0,005	<0,005
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012	mg/l	0,0002	<0,0002
Selen	DIN 38405-23:1994	mg/l	0,001	<0,001
Zink	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,05	<0,05
Benzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Toluol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Ethylbenzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
m,p-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
o-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Summe BTEX	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Dichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
cis-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
trans-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Vinylchlorid	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,0005	<0,0005
Summe LHKW	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(b)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20

**Probenummer: 232485-003**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Benzo(k)fluoranthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(g,h,i)perylen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Chrysen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Dibenz(a,h)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Naphthalin	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Phenanthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Summe PAK	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l		n.n.
PCB-28	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-52	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-101	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-138	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-153	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-180	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
Summe PCB in Wasser	DIN 38407-F 3:2006	µg/l		n.n.

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

#### Kommentare:

Dioxinanalytik: Alle Einzelverbindungen lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze (in Klammern angegeben).

2,3,7,8 Tetra-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,7,8-Penta-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l) ,  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD (< 5 pg/l),  
 Octa-CDD (< 10 pg/l)  
 2,3,7,8-Tetra-CDF (< 2,5 pg/l)  
 1,2,3,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l) ,  
 2,3,4,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l)  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 Octa-CDF (< 10 pg/l).

**Probennummer:** 232485-004  
**Probenbezeichnung:** IGEL 2

**Prüfzeitraum:** 20.11.2023 - 12.01.2024

**vor-Ort-Parameter**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Probenahme von Grundwasser	DIN 38402-A 13:1985			20.11.2023
Witterung	DIN 38402-A 13:1985			10:30
Ruhewasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		11,31
Probenahmeart	DIN 38402-A 13:1985			Schöpfprobe
Farbe	DIN 38402-A 13:1985			rosa-braun
Trübung	DIN 38402-A 13:1985			trüb
Bodensatz	DIN 38402-A 13:1985			ja
Geruch	DIN 38402-A 13:1985			ohne
Temperatur	DIN 38402-A 13:1985	°C		9,80
pH-Wert	DIN 38402-A 13:1985			7,12
Leitfähigkeit	DIN 38402-A 13:1985	µS/cm	20	1300
Redoxpotential	DIN 38402-A 13:1985	mV		505
Sauerstoff	DIN 38402-A 13:1985	mg/l	0,1	5,7

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Laboranalytik**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
pH-Wert	DIN EN ISO 10523:2012			7,1
Leitfähigkeit	DIN EN 27888:1993	µS/cm		1042
Glührückstand	DIN 38409-H 1:1987	mg/l		730
Abdampfrückstand 180 Grad	DIN 38409-H 1:1987	mg/l	5	800
Säurekapazität pH 4,3	DIN 38409-7:2005	mmol/l	0,1	4,8
Hydrogencarbonat gelöst	DIN 38409-7:2005	mg/l		290
DOC	DIN EN 1484:2019	mgC/l	1	8,7
Mineralölkohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2:2001	mg/l	0,1	<0,100
Phenolindex	DIN 38409-H 16:1984	mg/l	0,01	<0,01
AOX	DIN EN ISO 9562:2005	mgCl/l	0,01	0,02
Cyanid gesamt	DIN 38405-D 13:2011	mg/l	0,005	<0,005
Ammonium-N	DIN 38406-E 5:1983	mgN/l	0,04	0,82
Nitrit	DIN EN 26777:1993	mg/l	0,04	0,099
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	2,2	17
Phosphor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	0,12
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	31
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	210
Arsen	DIN EN ISO 11969:1996	mg/l	0,001	0,0017
Bor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Blei	DIN 38406-E 6:1998	mg/l	0,002	<0,002

**Probenummer: 232485-004**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Calcium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	100
Cadmium	DIN EN ISO 5961:1995	mg/l	0,0002	<0,0002
Chrom	DIN EN 1233:1996	mg/l	0,005	<0,005
Eisen	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,02	0,05
Kalium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	2,3
Kupfer	DIN 38406-E 7:1991	mg/l	0,005	<0,005
Magnesium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,7	10
Mangan	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,01	<0,01
Natrium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	110
Nickel	DIN 38406-E 11:1991	mg/l	0,005	<0,005
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012	mg/l	0,0002	<0,0002
Selen	DIN 38405-23:1994	mg/l	0,001	<0,001
Zink	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,05	<0,05
Benzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Toluol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Ethylbenzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
m,p-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
o-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Summe BTEX	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Dichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
cis-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
trans-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Vinylchlorid	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,0005	<0,0005
Summe LHKW	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(b)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(k)fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(g,h,i)perylen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Chrysen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Dibenz(a,h)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20

**Probenummer: 232485-004**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Naphthalin	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Phenanthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Summe PAK	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l		n.n.
PCB-28	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-52	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-101	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-138	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-153	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-180	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
Summe PCB in Wasser	DIN 38407-F 3:2006	µg/l		n.n.

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Kommentare:**

Dioxinanalytik: Alle Einzelverbindungen lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze (in Klammern angegeben).

2,3,7,8 Tetra-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,7,8-Penta-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l) ,  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD (< 5 pg/l),  
 Octa-CDD (< 10 pg/l)  
 2,3,7,8-Tetra-CDF (< 2,5 pg/l)  
 1,2,3,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l) ,  
 2,3,4,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l)  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 Octa-CDF (< 10 pg/l).

Probennummer: 232485-005  
Probenbezeichnung: IGEL 4

Prüfzeitraum: 23.11.2023 - 12.01.2024

#### vor-Ort-Parameter

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Probenahme von Grundwasser	DIN 38402-A 13:1985			23.11.2023
Pumpbeginn (h)	DIN 38402-A 13:1985			12:00
Ruhewasserspiegel (m)	DIN 38402-A 13:1985	m		14,96
Probenahmeart	DIN 38402-A 13:1985			Schöpfprobe
Farbe	DIN 38402-A 13:1985			rotbraun
Trübung	DIN 38402-A 13:1985			stark trüb
Bodensatz	DIN 38402-A 13:1985			ja
Geruch	DIN 38402-A 13:1985			ohne
Temperatur	DIN 38402-A 13:1985	°C		8,00
pH-Wert	DIN 38402-A 13:1985			7,41
Leitfähigkeit	DIN 38402-A 13:1985	µS/cm	20	371
Redoxpotential	DIN 38402-A 13:1985	mV		252
Sauerstoff	DIN 38402-A 13:1985	mg/l	0,1	2,3

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

#### Laboranalytik

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
pH-Wert	DIN EN ISO 10523:2012			7,2
Leitfähigkeit	DIN EN 27888:1993	µS/cm		572
Glührückstand	DIN 38409-H 1:1987	mg/l		320
Abdampfrückstand 180 Grad	DIN 38409-H 1:1987	mg/l	5	350
Säurekapazität pH 4,3	DIN 38409-7:2005	mmol/l	0,1	5,5
Hydrogencarbonat gelöst	DIN 38409-7:2005	mg/l		330
DOC	DIN EN 1484:2019	mgC/l	1	7,8
Mineralölkohlenwasserstoffe	DIN EN ISO 9377-2:2001	mg/l	0,1	<0,100
Phenolindex	DIN 38409-H 16:1984	mg/l	0,01	<0,01
AOX	DIN EN ISO 9562:2005	mgCl/l	0,01	0,01
Cyanid gesamt	DIN 38405-D 13:2011	mg/l	0,005	0,02
Ammonium-N	DIN 38406-E 5:1983	mgN/l	0,04	2,4
Nitrit	DIN EN 26777:1993	mg/l	0,04	0,69
Nitrat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	2,2	18
Phosphor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	28
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009	mg/l	1	11
Arsen	DIN EN ISO 11969:1996	mg/l	0,001	0,001
Bor	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,1	<0,10
Blei	DIN 38406-E 6:1998	mg/l	0,002	<0,002

Probennummer: 232485-005

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Calcium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	110
Cadmium	DIN EN ISO 5961:1995	mg/l	0,0002	<0,0002
Chrom	DIN EN 1233:1996	mg/l	0,005	<0,005
Eisen	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,02	0,026
Kalium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	1,5
Kupfer	DIN 38406-E 7:1991	mg/l	0,005	<0,005
Magnesium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,7	5,2
Mangan	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,01	0,17
Natrium	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	1	5,8
Nickel	DIN 38406-E 11:1991	mg/l	0,005	0,0065
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012	mg/l	0,0002	<0,0002
Selen	DIN 38405-23:1994	mg/l	0,001	<0,001
Zink	DIN EN ISO 11885:2009	mg/l	0,05	<0,05
Benzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Toluol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Ethylbenzol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
m,p-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
o-Xylol	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Summe BTEX	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Dichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlormethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
cis-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
trans-1,2-Dichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Trichlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Tetrachlorethen	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,001	<0,001
Vinylchlorid	DIN 38407-43:2014	mg/l	0,0005	<0,0005
Summe LHKW	DIN 38407-43:2014	mg/l		n.n.
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(b)fluoranthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(k)fluoranthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(g,h,i)perylen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Benzo(a)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Chrysen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Dibenz(a,h)anthracen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20

**Probennummer: 232485-005**

Parameter	Verfahren	Einheit	BG	Ergebnis
Fluoranthen	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Fluoren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Naphthalin	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	56
Phenanthren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Pyren	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l	20	<20
Summe PAK	DIN EN ISO 17993:2004	ng/l		56
PCB-28	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-52	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-101	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-138	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-153	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
PCB-180	DIN 38407-F 3:2006	µg/l	0,005	<0,005
Summe PCB in Wasser	DIN 38407-F 3:2006	µg/l		n.n.

Legende: BG = Bestimmungsgrenze n.n. = nicht nachweisbar

**Kommentare:**

Dioxinanalytik: Alle Einzelverbindungen lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze (in Klammern angegeben).

2,3,7,8 Tetra-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,7,8-Penta-CDD (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l) ,  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD (< 5 pg/l),  
 Octa-CDD (< 10 pg/l)  
 2,3,7,8-Tetra-CDF (< 2,5 pg/l)  
 1,2,3,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l) ,  
 2,3,4,7,8-Penta-CDF (< 2,5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l)  
 1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF (< 5 pg/l),  
 Octa-CDF (< 10 pg/l).



**Dr. Maike Tünnermann**  
Projektleitung