

Zwischenbericht



Schwetzingen, Scheffelstraße 22
Altstandort Pfaudler-Areal
Objekt-Nr. 7415 und 2991
- Monitoring 01/2023 -



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim

TÖNIGES GmbH
Diplom- und Ingenieurgeologen
Mitglied im: VBI, DGGT, UKOM, IHK R-N
Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinsheim
Tel.: 07261 9211-0
Fax: 07261 9211-22
Internet: <http://www.toeniges-gmbh.de>
E-Mail: info@toeniges-gmbh.de

Baugrund- und Altlastengutachten,
Sanierung, Hydrogeologie,
Geoinformatik, Geothermie,
Erdstoffmanagement,
Beweissicherungsverfahren



Zweigstellen:

Am Teuerbrünne 119
D-74078 Heilbronn
Tel.: 07066 915560

Heuauer Weg 22
D-69124 Heidelberg
Tel.: 06221 7366730

Blumenstraße 16
D-74385 Pleidelsheim
Tel. 07144 286350

Zwischenbericht

Projekt Nr. P21-0462

Projekt Schwetzingen, Scheffelstraße 22, Altstandort Pfaudler-Areal
AS ehem. Emailierwerk, Obj.-Nr. 7415
AS Sägewerk Engelhorn, Obj.- Nr. 2991
Grundwasser-Monitoring 01/2023

Auftraggeber EPPLE Projekt Kurpfalz GmbH
Vangerowstr. 2
69115 Heidelberg

Lage TK 25 6617 Schwetzingen

<u>UTM-Koordinatensystem</u>	<u>Gauß-Krüger-Syst. (überholt)</u>
Ostwert/Rechtswert: 469.650	Rechtsw.: 3 469.710
Nordwert/Hochwert: 5 469.800	Hochwert: 5 471.550

Bearbeiter M. Schütz, Dipl. Geol.

Datum Sinsheim, den 27. März 2023



INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Unterlagen	2
3	Standortgegebenheiten und Untersuchungsbedarf	6
3.1	Allgemeine Standortdaten, geologische und hydrogeologische Verhältnisse	6
3.2	Nutzungshistorie und Verdachtsmomente.....	6
4	Monitoringprogramm	6
4.1	Entnahme von Pumpproben	6
4.2	Laboruntersuchungen	7
5	Untersuchungsergebnisse	9
5.1	Vor-Ort-Ergebnisse	9
5.2	Lokale geologische und hydrogeologische Verhältnisse	9
5.3	Fortschreibung der Laborergebnisse	10
6	Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit	14
6.1	Beurteilungsgrundlagen (ohne PFAS).....	14
6.2	Änderungen in der Grundwasserbeschaffenheit (ohne PFAS)	14
6.3	Arsen und Nickel.....	15
6.4	Wismut.....	15
6.5	Cyanide	15
6.6	LHKW	16
6.7	FCKW	16
6.8	PAK	16
6.9	PCB	16
6.10	PFAS	17
7	Zusammenfassende Bewertung mit Fortschreibung des Handlungsbedarfs	18
7.1	Fortschreibung der fachtechnischen Baubegleitung für die Kontaminationsverdachtsflächen (KVF)	18
7.2	Grundwassermonitoring und nachsorgender Grundwasserschutz	21

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 5-1:	Analysenergebnisse, Grundwasser, Anstrom u. ehem. Betriebsbrunnen ...	11
Tabelle 5-2:	Analysenergebnisse, Grundwasser, Messstellen GWM1_2021 bis GWM4_2021	122
Tabelle 5-3:	Analysenergebnisse, Grundwasser-Monitoring 01/2023: PFAS.....	12
Tabelle 6-1:	Auffällige Messwerte im Grundwasseranstrom und -abstrom im Vergleich	15



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure 74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22
info@toeniges-gmbh.de

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Lagepläne	
1.1	Übersichtsplan	Maßstab 1 : 10.000
1.2	Detailplan (GW-Fließrichtung und Fortschreibung der Analysenbefunde)	Maßstab 1 : 1.250
1.3	Lage der Kontaminationsverdachtsflächen	Maßstab 1 : 1.250
Anlage 2	Probenahmeprotokolle, Firma WST GmbH, Eppelheim	6 Seiten
Anlage 3	Laborberichte, Labor BVU GmbH, Markt Rettenbach	18 Seiten



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure 74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22
info@toeniges-gmbh.de

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die EPPLE Projekt Kurpfalz GmbH, Heidelberg, realisiert unter der Baubegleitung durch die CONCEPTAPLAN GmbH, Dossenheim, in Schwetzingen, auf dem rd. 68.750 m² großen Altstandort Pfaudler Areal mit dem ehemaligen Emailierwerk, Objekt-Nr. 7415 und mit dem Altstandort Sägewerk Engelhorn, Objekt -Nr. 2991, ein nachhaltiges und innovatives Wohnprojekt. Geplant ist der Neubau mehrerer Wohnanlagen mit Tiefgaragen, Gewerbeeinheiten, Parks, Straßen und Plätzen. Hierzu müssen die ehemaligen Gebäude, Lager- und Produktionshallen zum Großteil zurückgebaut werden.

Betroffen sind die Flurstücke Nr. 521, 662/2, 735/4, 746, 750, 1044, 1045, 1046, 1046/1 und Flurstück Nr. 1047/2.

Im Zuge des Genehmigungsverfahrens zum Rückbau des Gebäudebestands für den 1. Bauabschnitt (Flurstücke Nr. 1046 und 750) und bezüglich der Bauabschnitte 2 bis 7 bestehen seitens des Wasserrechtsamts des Rhein-Neckar-Kreises, aufgrund des Altlastenverdachts Bedenken, da sich im Plangebiet schädliche Bodenveränderungen gemäß § 2 Abs. 3 BBodSchG befinden. Diese haben im Bereich eines alten Heizölschadenfalls (sanziert 1964) zu einem Grundwasserschaden mit Mineralölkohlenwasserstoffen und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen geführt. Weitere schädliche Bodenveränderungen wurden bereichsweise in sechs weiteren kontaminationsverdächtigen Teilflächen festgestellt bzw. vermutet.

Das Schadensausmaß rechtfertigte die behördliche Forderung einer Detailuntersuchung, welche sich auf das gesamte Pfaudler Areal bezieht. Hierzu wurde durch unser Büro Töniges GmbH das Untersuchungskonzept vom 08.06.2021 erstellt und dieses mit der unteren Boden-schutzbehörde, vertreten durch Frau Jagow, abgestimmt.

Nach erfolgten wasserrechtlichen Erlaubnissen wurden im Abstrom der Altstandorte vier Grundwassermessstellen eingerichtet (GWM1_2021 bis GWM4_2021). Diese bilden zusammen mit den im Anstrom vorhandenen, südöstlich der Altstandorte befindlichen Grundwassermessstellen GWM 2 und GP 2 des Landratsamts Rhein-Neckar-Kreis, die Basis des Untersuchungsprogramms.

Die ehemaligen Werksbrunnen 1050/306-0 (rückgebaut im Jahr 2021) und 1067/306-5 (rückgebaut im Jahr 2023) wurden zeitweise mit untersucht.

Im Gutachten der Töniges GmbH vom 07.09.2022 wurden für die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt. Außer einem Wert für LHKW, der jedoch unterhalb des Geringfügigkeitsschwellenwertes lag und ursächlich nicht auf den Altstandort, sondern auf einen bekannten Schaden außerhalb des Pfaudler Areals zurückgeführt wird, waren alle Messwerte für die Gefährdungsbeurteilung nach Altlastenbeurteilung unauffällig. Somit konnte in Abstimmung mit der Behörde auf einen Immissionspumpversuch verzichtet werden.

Nach behördlichen Vorgaben soll während der Bauphase halbjährlich ein Monitoring am Grundwasser der Messstellen GWM 2 und GP 2 (Anstrom) sowie GWM1_2021 bis GWM4_2021 (Abstrom) stattfinden (s. Schreiben des Wasserrechtsamts vom 16.02.2022).



Der vorliegende Zwischenbericht umfasst die Ergebnisse des dritten Monitorings 01/2023 aus der Beprobung und den Untersuchungen vom März 2023 sowie die Fortschreibung der fachtechnischen Baubegleitung.

2 Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Unterlagen verwendet bzw. im Zuge der fachtechnischen Baubegleitung erstellt:

/1/ EPPLE KURPFALZ GMBH über CONCEPTAPLAN GMBH:

- Planungsunterlagen mit Projektbeschreibung und div. Lageplänen
- Altlastengutachten „Risikobewertung für Areal Pfaudler Werke, Schwetzingen“ vom 26.08.2016 der Re2area GmbH, Wieblinger Weg 21, 69123 Heidelberg
- Bericht „Kampfmittelvorerkundung, Schwetzingen Pfaudlerstraße“ mit Ergebniskarte vom Januar 2021 der Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH, Estenfeld
- Lage der Reptilienschutzzäune im „Übersichtslageplan Pfaudler Werke GmbH, Flächenbestimmung“ (CONCEPTAPLAN GmbH/aktuelle Version).

/2/ PFAUDLER GMBH:

- Lageplan zum Ölunfall 1964 / Sanierung durch Bodenaustausch
- Luftbild des Pfaudler Areals mit Sägewerk / Anfang der 1970er Jahre
- Analysenbefunde von Abwasseruntersuchungen von 1999
- Wasserrechtliche Erlaubnisse zur Entnahme von Grundwasser für die Brunnen Nr. 1 bis 4, ausgegeben am 22.01.2014.

/3/ TÖNIGES GMBH:

VORUNTERSUCHUNGEN, WASSERRECHTLICHE ERLAUBNISSE, DU

- E 20862 „Schwetzingen Pfaudler Areal – Baugrundgutachten“ vom 17.08.2021
- P21-0462 „Schwetzingen, Pfaudler Areal - Konzept zum weiteren Vorgehen“ vom 06.05.2021
- P21-0462 Schwetzingen, Pfaudler Areal/DU/Vorschlag Konzept zum Vor-Ort-Termin am Mittwoch den 12.05.2021
- P21-0462 „Schwetzingen, Pfaudler Areal – Vermerk Schacht mit Heizölgeruch“ vom 26.05.2021
- Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis vom 27.05.2021
- Untersuchungskonzept vom 08.06.2021
- Gutachten zu Bodenluftuntersuchungen im Bereich geplantes Kindermuseum vom 14.06.2021
- Gutachterliche Stellungnahme zu einem aufgefundenen, unterirdischen Tank vom 25.08.2021
- Gutachten zur Detailuntersuchung am Grundwasser vom 07.09.2021.



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure 74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22
info@toeniges-gmbh.de

GRUNDWASSERMONITORING

- Zwischenbericht 1. Grundwasser-Monitoring 01/2022 vom 08.06.2022
- Zwischenbericht 2. Grundwasser-Monitoring 02/2022 vom 06.12.2022

FACHTECHNISCHE BAUBEGLEITUNG IN BA1

- Vermerk „Schacht mit Heizöl/Diesel“ vom 26.05.2021
- Stell01 / BA1, Beweissicherung Baugrubensohle Labor- und TB-Gebäude vom 08.06.2021
- Stell02 / BA1, Beweissicherung, Untersuchungen am Bauschutt vom 08.06.2021
- Gutachten / BV Kindermuseum, Bodenluftuntersuchungen vom 14.06.2021
- Untersuchungskonzept aktualisiert / Stand 08.06.2021
- Gutachten/Detailuntersuchung, Wirkungspfad Boden-Grundwasser vom 07.09.2021
- Gutachterl. Stellungnahme / Nachbeprobung div. Haufwerke vom 30.06.2021
- Gutachterl. Stellungnahme / Untersuchung am abgesiebten Material vom 24.08.2021
- Gutachterl. Stellungnahme / Tank vom 25.08.2021
- Gutachterl. Stellungnahme / Tankausbau und Beweissicherung vom 28.10.2021
- Abschlussbericht / BA 1, Beweissicherung Baugrubensohle Rohplanum vom 05.11.2021
- Schreiben / BA1, Baugrund frei von Belastungen vom 04.04.2022.

FACHTECHNISCHE BAUBEGLEITUNG DES RÜCKBAUS DER FUNDAMENTE IN BA2 BIS BA7

- Schreiben an das LRA Rhein-Neckar-Kreis, Wasserrechtsamt, zum geplanten Rückbau der Fundamente vom 04.04.2022.
- Gutachterliche Stellungnahmen zu abfalltechnischen Untersuchungen und zur Beweissicherung BA2 bis BA7:
 - Stell01 Schurfbeprobung BA7 vom 04.03.2022
 - Stell02 Schurfbeprobung BA3 vom 04.03.2022
 - Stell03 Schurfbeprobung BA2 vom 07.03.2022
 - Stell04 Schurfbeprobung BA5 vom 07.03.2022
 - Stell05 Produktionsrückstände BA2 vom 04.03.2022
 - Stell06 MKW-Schaden Aufspanntisch BA2/Haufwerke Bauschutt und Auffüllung vom 09.03.2022
 - Stell07 MKW-Schaden Aufspanntisch BA2/Beweissicherung vom 19.04.2022
 - Stell08 Heizölschaden BA7/Entsorgung Container und Beweissicherung vom 30.09.2022



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure 74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22
info@toeniges-gmbh.de

- Stell08-01 Heizölschaden BA7/Beweissicherung Tanksohle vom 18.11.2022
- Stell08 Heizölschaden BA7/Entsorgung vom 30.09.2022
- Stell09 Schurfbeprobung Baumreihe an der Südtangente vom 17.11.2022
- Stell10 Beweissicherung BA2/Alte Rohbauhalle vom 17.11.2022
- Stell11 Beweissicherung BA2/Platz zw. Alte Rohbauhalle und Farb- und Lösemittellager vom 08.12.2022
- Stell10 Beweissicherung BA2/Alte Rohbauhalle vom 17.11.2022
- Stell12 Beweissicherung BA2/Platz südlich Alte Rohbauhalle vom 21.12.2022
- Prüfung der Ergebnisse der Schurfbeprobung vom 25. Oktober 2022 durch die Kolb Erdbau & Abbruch GmbH und Ortstermin zur Verwertung/Wiedereinbau von Z1.1-Material vom 24.01.2023
- Stell13 Absetzbecken KVF 7/Entsorgung des Schlammes vom 20.02.2023
- Stell14 Beweissicherung/Zufahrt zu BA1, BA2, KVF 7 vom 27.03.2023
- Stell15 Beweissicherung/Tankbecken / Zufahrt zu BA1, BA2, KVF 7 vom 27.03.2023
- Beweissicherung BA2, BA3, BA4 und BA5 (in Planung).

/4/ FACHBEHÖREN

LRA RHEIN-NECKAR-KREIS, WASSERRECHTSAMT:

- „Erhebung des ehem. Pfaudler-Areals, Schwetzingen. Obj.-Nr. 07415-000 vom 04.01.2021
- Auszug aus dem BAK, erstellt am 05.02.2021
- „Vollzug Bundesbodenschutzgesetz/Notwendigkeit einer Detailerkundung nach §9 Abs. 2...“ vom 01.02.2021
- „Abbruch baulicher Anlagen...Flurstück 1046 und 750...“ vom 08.02.2021
- „Schwetzingen, Scheffelstr. ...Stellungnahme zum Konzept vom 06.04.2021“ vom 15.04.2021
- „Schwetzingen...“ Aktenvermerk zur Videokonferenz vom 12.02.2021
- „Auszug aus dem BAK für Teilbereich in Schwetzingen“ vom 18.02.2021
- „Auszug aus dem Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg“ mit Lageplänen, Ausbaudaten und Beprobungsprotokollen von div. Grundwassermessstellen in Schwetzingen, erhalten am 18.02.2021
- Lagepläne und Ausbaudaten der GWM 1, GWM 2 und GP 1, GP 2 Südtangente, erhalten am 20., 23., 24. und 27.04.2021
- Aktenvermerk „Pfaudler Areal- Besprechung Konzept Detailuntersuchung“ zum Vororttermin vom 12.05.2021
- Wasserrechtlichen Erlaubnisse vom 08.06.2021 (GWM1_2021)



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure 74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22
info@toeniges-gmbh.de

- Wasserrechtlichen Erlaubnisse vom 03.07.2021 (GWM2_2021 bis GWM4_2021).
- Behördliche Baustellenbesuche und Besprechungen vor Ort mit dem Bauherrenvertreter am 07.07., 29.11., 09.12. und 21.12.2021 sowie am 24.01.2022 (Gutachter teilweise anwesend).
- Zwischenstellungnahme zur altlastengutachterlichen Begleitung und zur Detailuntersuchung vom 16.02.2022.
- Aktenvermerk „Technische Stellungnahme zum Zwischenbericht Grundwasser-Monitoring 02/2022 vom 06.12.2022 der Töniges GmbH“ vom 02.03.2023.

STADT SCHWETZINGEN BAUAMT:

- Kenntnisgabeverfahren nach § 51 Abs. 3 LBO „Abbruch baulicher Anlagen“ mit Bestätigung des Fachunternehmens KOLB Erdbau & Abbruch vom 01.09.2021 und des Bauherrn vom 14.09.2021.

- /5/ LGRB Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau: Kartenviewer, LGRB-Online.
- /6/ BBODSCHG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17.03.1998.
- /7/ BBODSCHV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12.07.1999.
- /8/ Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, Fortschreibung 1983 – 1998.
- /9/ LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2022): Sanierungsuntersuchungen von Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen, Leitfaden zur Untersuchung von Sanierungsverfahren.
- /10/ LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg (2017): Altlasten- und Grundwasserschadensfälle 47, Sickerwasserprognose in der Orientierenden Untersuchung, Arbeitshilfe für die strukturierte Sickerwasserprognose mit Excel-Tool SIWA-SP vom September 2017.
- /11/ LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg (2008): Untersuchungsstrategie Grundwasser, Leitfaden zur Untersuchung bei belasteten Standorten.
- /12/ LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg: Veröffentlichung im AlfaWeb - Altlasten- Fachinformationen: Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen (VwV Orientierungswerte) mit Hinweisen 1 bis 10 zur VwV vom 16. Sept. 1993, in der Fassung vom 01.03.1998.
- /13/ LAWA Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Ableitung von Geringfügigkeits-schwellenwerten für das Grundwasser; aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016.



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure 74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22
info@toeniges-gmbh.de

/14/ GRWV Verordnung zum Schutz des Grundwassers – Grundwasserverordnung 2010.

3 Standortgegebenheiten und Untersuchungsbedarf

Allgemeine Standortdaten, geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Das Baugebiet befindet sich südöstlich der Altstadt von Schwetzingen. Nach Süden und Südosten begrenzt die ‚Südtangente‘, nach Osten die ‚Scheffelstraße‘ das Baugebiet. Westlich verläuft die Bundesbahntrasse mit der Einfahrt zum Schwetzingener Bahnhof. Im Norden schließen sich Mehrfamilienwohnhäuser an das Baufeld an (s. Lageplan, Anlage 1.1).

Das Untersuchungsgebiet umfasst das rd. 68.750 m² große, ehemalige Pfaudler Areal.

Die regionalen geologische und hydrogeologische Verhältnisse sowie die hydrogeologischen Verhältnisse des Untersuchungsgebiets sind dem 1. Zwischenbericht vom 08.06.2022 zu entnehmen.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich nach dem LUBW-Onlinedienst für Umweltdaten und -karten in keiner Wasserschutzgebietszone.

Nutzungshistorie und Verdachtsmomente

Der Standort wurde von der Fa. Pfaudler von ca. 1907 bis 2018 im industriellen Maßstab zum Emaillieren von Großbehältern genutzt. Im nördlichen Teilbereich war bis ca. 1974 das Sägewerk Engelhorn ansässig. Dieser Teilbereich wurde in den 1970er Jahren von der Fa. Pfaudler als Parkplatz befestigt und als solcher genutzt. Der Altlastenverdacht für den Altstandort resultiert somit aus der über hundertjährige, gewerbliche Nutzung und aus dem Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.

Das Pfaudler Areal unterlag im 2. Weltkrieg Zerstörungen. Es herrschte, bis auf eine südlich befindliche Teilfläche, nahezu flächendeckend Kampfmittelverdacht. Vereinzelt wurden Bombentrichter ausgewiesen, welche mit Auffüllungen, bestehend aus Trümmer- und Brandschutt, verfüllt wurden.

In der Anlage 1.1 sind die derzeit bekannten kontaminationsverdächtigen Teilflächen (KVF) zeichnerisch dargestellt. Detaillierte Informationen zu den einzelnen Verdachtsflächen sind im Untersuchungskonzept, Tabelle 1, vom 08.06.2021 /3/ und im Gutachten zur Detailerkundung vom 07.09.2021 enthalten.

4 Monitoringprogramm

4.1 Entnahme von Pumpproben

Gemäß unserem Untersuchungskonzept vom 08.06.2021 und dem behördlichen Aktenvermerk „Pfaudler Areal- Besprechung Konzept Detailuntersuchung“ zum Vororttermin vom 12.05.2021 wurden aus den anströmigen Grundwassermessstellen GP2 und GWM2 sowie



aus den abströmigen Grundwassermessstellen GWM1_2021 bis GWM4_2021 am 07.03.2023 Pumpproben durch die WST GmbH entnommen.

Die gemäß den gemessenen Grundwasserständen ermittelten Grundwasserfließrichtungen sind in Anlage 1.2 und 1.3 dargestellt.

Die Probenahmeprotokolle der WST GmbH sind in Anlage 2 beigefügt.

Die Beprobungspunkte sind wie folgt positioniert (s. Anlage 1.1):

Messstellen im Grundwasseranstrom Pfaudler Areal

- **GWM 2:** Gehweg Scheffelstraße,
- **GP 2:** Gehweg Südtangente.

Messstellen im Grundwasserabstrom Pfaudler Areal

- **GWM 1_2021:** nordwestliche Ecke der Untersuchungsfläche; Messstelle im Grundwasserabstrom ehem. Sägewerk Engelhorn,
- **GWM 2_2021:** nordwestlicher Bereich des Pfaudler Areal; Messstelle im Grundwasserabstrom Pfaudler Areal,
- **GWM 3_2021:** nordwestlicher Bereich des Pfaudler Areal; Messstelle im Grundwasserabstrom Pfaudler Areal und Farb- und Lösemittellager (KVF 5) und
- **GWM 4_2021:** südwestlicher Bereich des Pfaudler Areal; Messstelle im Grundwasserabstrom Pfaudler Areal und Fläche mit schadstoffbelasteten Auffüllungen (KVF 7).

4.2 Laboruntersuchungen

Schadensverdachtsparameter aus der früheren Nutzung

Der Analyseumfang entspricht den behördlichen Vorgaben. Er umfasst die Basisparameter pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit. Die Schadensverdachtsparameter richten sich nach den früheren, gewerblichen Nutzungen, wie folgt:

- Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW),
- Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW inkl. FCKW und VC),
- Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX / Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole, Styrol),
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA, Naphthalin),
- Polychromierte Biphenyle (PCB),
- Phenole,
- Cyanide,
- Schwermetalle mit Antimon, Arsen, Kobalt, Wismut (Bismut) und Zinn.

Angaben zur Umweltrelevanz der o. g. Parameter sind dem Zwischenbericht zum 1. Grundwasser-Monitoring vom 08.06.2022 zu entnehmen.



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure 74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22
info@toeniges-gmbh.de

PFAS

Da der Bauherr plant, ggf. aus GWM1_2021 Grundwasser für die Bewässerung der Grünanlage zu entnehmen, wurde gutachterlicherseits Kontakt zum Wasserrechtsamt aufgenommen um das weitere Vorgehen hinsichtlich eines Pumpversuchs abzustimmen. Dabei zeigte sich, dass aus aktuellem Anlass (Presse und Fernsehen) bekannt geworden war, dass im Umfeld des Untersuchungsgebiets ein Schaden mit Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) vorliegen soll.

Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (englisch per- and polyfluoroalkyl substances, abgekürzt **PFAS**) sind aliphatische organische Verbindungen, bei denen an mindestens einem Kohlenstoffatom die Wasserstoffatome am Kohlenstoffgerüst vollständig durch Fluoratome ersetzt worden sind. Da sie oder ihre Abbauprodukte in der Umwelt sehr persistent sind, werden sie auch Ewigkeitschemikalien genannt. Einige PFAS stehen im Verdacht krebserregend zu sein (aus: Wikipedia).

Aus diesem Grund wurde nach Abstimmung mit dem LRA vorsorglich die Grundwassermessstellen GWM1_2021 und in Abstimmung mit dem Bauherrn auch die im Anstrom befindlichen Messstellen GWM2 und GP2 auf die 13 Parameter gemäß „Leitfaden zur PFAS-Bewertung“ des Umweltbundesamts (UBA) untersucht.

Das UBA begründet seine Parameterwahl wie folgt: „Die Stoffgruppe der PFAS umfasst eine Vielzahl verschiedener Einzelsubstanzen. Dieser Leitfaden bezieht sich im Wesentlichen auf die in der Tabelle 1 angeführten 13 Verbindungen, für die Geringfügigkeitsschwellen- (GFS) Werte bzw. gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) vorliegen und die nach DIN-Normen analysierbar sind. Für zahlreiche weitere Verbindungen liegt somit kein Bewertungsrahmen vor.“

Zwischenzeitlich werden die GFS-Werte auch als Trinkwasserleitwerte herangezogen (LGL Bayern, Band 13, 2019; u.a.).

In der nachfolgenden Abbildung sind die 13 Parameter der nach DIN-Normen analysierbaren PFAS, für welche GFS- und GOW-Werte vorliegen, dargestellt.

Tabelle 1: Nach DIN-Normen analysierbare PFAS

Substanz	Abkürzung	Summenformel	CAS-Nr.	Perfluorierte Kettenlänge
Perfluorbutansäure	PFBA	C ₄ HO ₂ F ₇	375-22-4	kurzkettig
Perfluorpentansäure	PFPeA	C ₅ HO ₂ F ₉	2706-90-3	
Perfluorhexansäure	PFHxA	C ₆ HO ₂ F ₁₁	307-24-4	
Perfluorheptansäure	PFHpA	C ₇ HO ₂ F ₁₃	375-85-9	
Perfluoroctansäure	PFOA	C ₈ HO ₂ F ₁₅	335-67-1	langkettig
Perfluorononansäure	PFNA	C ₉ HO ₂ F ₁₇	375-95-1	
Perfluordecansäure	PFDA	C ₁₀ HO ₂ F ₁₉	335-76-2	
Perfluorbutansulfonsäure	PFBS	C ₄ HO ₃ F ₉ S	375-73-5	kurzkettig
Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS	C ₆ HO ₃ F ₁₃ S	355-46-4	langkettig
Perfluorheptansulfonsäure	PFHpS	C ₇ HO ₃ F ₁₅ S	357-92-8	
Perfluoroctansulfonsäure	PFOS	C ₈ HO ₃ F ₁₇ S	1763-23-1	
6:2-Fluortelomersulfonsäure	6:2 FTSA (H4PFOS)	C ₈ H ₅ O ₃ F ₁₃ S	27619-97-2	
Perfluoroctansulfonamid	PFOSA	C ₈ H ₂ F ₁₇ NO ₂ S	754-91-6	

Abb. 4-1 13 PFAS nach UBA (2022)

5 Untersuchungsergebnisse

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse zusammengefasst.

5.1 Vor-Ort-Ergebnisse

Im Zuge der am 07.03.2023 durchgeführten Entnahme der Pumpproben aus GWM 2, GP 2 und GWM1_2021 bis GWM 4_2021 war das abgepumpte Wasser zum Zeitpunkt der Probenahme gemäß den beiliegenden Probenahmeprotokollen der WST GmbH farblos, klar und von neutralem Geruch.

5.2 Lokale geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Im Vorwege der Probenahmen werden an den bestehenden Messstellen Abstichmessungen (Abstand zwischen der Ablesekante und dem GW-Spiegel) durchgeführt.

Im Zuge der Abstichmessungen und im Zuge der Entnahme der Pumpproben wurde der Wasserspiegel durchschnittlich bei rd. 6,4 m u. GOK festgestellt.

Auf Basis der Abstichmessungen hat sich die lokale Grundwasserfließrichtung nach Nordwesten bestätigt (s. 2. Grundwassermonitoring).



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure 74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22
info@toeniges-gmbh.de

5.3 Fortschreibung der Laborergebnisse

Die analytisch-chemischen Untersuchungen erfolgten durch das unter der DAkkS-Registrierungsnummer D-PL-14583-01-00 akkreditierte Labor BVU Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH.

Die Ergebnisse sind in den Laborberichten (s. Anlage 3) einzusehen.

In den folgenden Tabellen sind die aktuellen Messwerte aus dem 3. halbjährlich durchzuführenden Monitoring 01/2023 sowie, falls eine Änderung zu verzeichnen ist, in Klammer die Messwerte aus dem 2. und/oder 1. Monitoring 2022 zusammengefasst.



Tabelle 5-1: Analysenergebnisse, Grundwasser, Anstrom: 3. Monitoring 01/2023 (2. / 1. Monitoring 2022)

Bez. der GWM BVU-Befund	GP 2 449/6770	GWM 2 449/6769	H-W VwV OW	GFS-Werte, Prüfwerte + sonst. Ver- gleichs- werte**	Quelle
Datum: 2. Monitoring (1. Monitoring)	07.03.2023 (28.09.2022/ 31.03.2022) Anstrom	07.3.2023 (28.09.2022/ 31.03.2022) Anstrom			
Parameter	Einheit				
pH-Wert		7,31 (7,22/8,03)	7,25 (7,29/7,24)	---	6,5 – 9,5 Ww
el. Leitf.	µS/cm	1002 (1006/972)	1105 (1133/1094)	---	1.600 / 2.790 Ww / TVO
Antimon	µg/l	< 1	< 1	---	5 GFS / TVO
Arsen	µg/l	< 1	1	3	3,2/10 GFS/BBodSchV
Bismut	µg/l	< 0,5	< 0,5	---	---
Blei	µg/l	< 0,5	< 0,5	4	1,2/25 GFS/BBodSchV
Cadmium	µg/l	< 0,1	< 0,1	1	0,35 GFS/BBodSchV
Chrom, ges.	µg/l	< 2	< 2	2	3,4/50 GFS/BBodSchV
Kobalt	µg/l	< 1	< 1	---	2,0 GFS
Kupfer	µg/l	< 2	< 2	5	5,4/50 GFS/BBodSchV
Nickel	µg/l	< 2	2 (< 2)	3	7/50 GFS/BBodSchV
Quecksilber	µg/l	< 0,05	< 0,05	0,05	0,1/1 GFS/BBodSchV
Zinn	µg/l	< 5	< 5	---	40 BBodSchV
Zink	µg/l	5	8(< 5)	150	60/500 GFS/BBodSchV
Phenole	µg/l	< 5	< 5	10	8/20 GFS/BBodSchV
Cyanid, ges.	µg/l	7,2 (7,4/12)	< 5 (11,6)	n.n.	10/50 GFS/BBodSchV
MKW- Index	µg/l	< 100	< 100	---	100/200 GFS/BBodSchV
LHKW	µg/l	1,7 (2,5/1,5)	7,6 (5,7)	n.n.	20/10 GFS/BBodSchV
Tri- und Per-Σ	µg/l	1,7 (2,5/1,5)	9,5 (7,6/5,7)	n.n.	10 GFS
FCKW	µg/l	n.n.	n.n.	n.n.	(10**/20**) GFS**/ BBodSchV**
Vinylchlorid	µg/l	< 1	< 1	n.n.	0,5 GFS
BTEX-Σ	µg/l	n.n.	n.n.	n.n.	20 GFS/BBodSchV
Benzol	µg/l	< 0,5	< 0,5	n.n.	1/2 GFS/BBodSchV
PAK-15	µg/l	n.n. (0,151/n.n.)	n.n. (n.n./ 0,066)	0,05	0,2 GFS/BBodSchV
Naphthalin	µg/l	0,01 (0,034/< 0,005)	0,01 (< 0,005)	0,05	2 GFS/BBodSchV
PCB (6) x 5	µg/l	n.n. (0,095/n.n.)	n.n.	---	0,01 GFS
PCB (6) x 5	µg/l	n.n. (0,095/n.n.)	n.n.	---	0,05 BBodSchV
PCB (7), ges.	µg/l	n.n. (0,019/n.n.)	n.n.	n.n.	---

Beurteilung hinsichtlich Wirkungspfad Boden-Grundwasser:

Fettschrift	Messwert > Hintergrundwert der VwV Orientierungswerte
Fettschrift	Messwert > GFS-Wert LAWA



Tabelle 5-2: Analysenergebnisse, Grundwasser, Abstrom: 3. Monitoring 01/2023 (2. / 1. Monitoring 2022)

Bez. der GWM BVU-Befund	GWM1_2021	GWM2_2021	GWM3_2021	GWM4_2021	H-W VwV OW	GFS-Werte, Prüfwerte + sonst. Ver- gleichs- werte**	Quelle
Datum: 2. Monitoring (1. Monitoring)	449/7858 07.03.2023 (28.09.2022/ 31.03.2022) Abstrom	449/7759 07.03.2023 (28.09.2022/ 31.03.2022) Abstrom	449/7760 07.03.2023 (28.09.2022/ 31.03.2022) Abstrom	449/7761 07.03.2023 (28.09.2022/ 31.03.2022) Abstrom			
Parameter	Einheit						
pH-Wert	77,25 (7,44/7,02)	7,40 (7,53/7,37)	7,28 (7,26/7,21)	7,05 (7,21/7,04)	---	6,5 – 9,5	Ww
el. Leitf.	µS/cm 1133 (1197/1228)	977 (970/893)	970 (657/864)	1263 (1250/1293)	---	1.600 / 2.790	Ww / TVO
Antimon	µg/l < 1	< 1	< 1	1	---	5	GFS / TVO
Arsen	µg/l < 1	1	1	1 (2/1)	3	3,2/10	GFS/BBodSchV
Bismut	µg/l 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	---	---	---
Blei	µg/l 13 (< 0,5)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	4	25	BBodSchV
Cadmium	µg/l < 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	1,2/5	GFS/BBodSchV
Chrom, ges.	µg/l 3 (2)	2 (< 2)	< 2 (3)	< 2	2	3,4/50	GFS/BBodSchV
Kobalt	µg/l < 1	< 1	< 1	< 1	---	2	GFS
Kupfer	µg/l < 2	< 2	< 2	2 (< 2)	5	5,4/50	GFS/BBodSchV
Nickel	µg/l 2 (3)	< 2	< 2	5 (3/4)	3	7/50	GFS/BBodSchV
Quecksilber	µg/l < 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	0,1/1	GFS/BBodSchV
Zinn	µg/l < 5	< 5	< 5	< 5	---	40	BBodSchV
Zink	µg/l 8 (< 5)	< 5	7 (< 5)	5 (7/< 5)	150	60/500	GFS/BBodSchV
Phenol- Index	µg/l < 5	< 5	< 5	< 5	10	8/20	GFS/BBodSchV
Cyanid, ges	µg/l < 5 (< 5/7)	< 5	< 5	< 5	n.n.	8/50	GFS/BBodSchV
MKW- Index	µg/l < 100	< 100	< 100	< 100	---	100/200	GFS/BBodSchV
LHKW*	µg/l 7,4 (6,1/7,4)	3,3 (3,8/3,5)	n.n. (1,2/(0,6))	n.n.	n.n.	20/10	GFS/BBodSchV
Tri- und Per-Σ	µg/l 7,4 (6,1/7,4)	3,3 (3,8/3,5)	1,2 (0,6)	n.n.		10	GFS
Vinylchlorid	µg/l < 1	< 1	< 1	< 1	n.n.	0,5	GFS
FCKW*	µg/l n.n.	n.n.	n.n.	7,43 (3,6/9,9) (Frig22)	n.n.	(10)**	GFS**/ BBodSchV**
BTEX	µg/l n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	20	GFS/BBodSchV
Benzol	µg/l < 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	n.n.	1	GFS/BBodSchV
PAK-15**	µg/l n.n.	0,047 (0,168 /n.n.)	0,01 (n.n.)	0,065 (0,137 /n.n.)	0,05	0,2	GFS/BBodSchV
Naphthalin	µg/l 0,019 (0,007/ < 0,005)	0,01 (0,031 < 0,005)	0,013 (0,007/ < 0,005)	0,021 (0,034/ < 0,005)	0,05	2	GFS/BBodSchV
PCB (6) x 5***	µg/l n.n.	n.n. (0,09 /n.n.)	n.n.	n.n. (0,04 /n.n.)	---	0,01	GFS
PCB (6) x 5	µg/l n.n.	n.n. (0,09 /n.n.)	n.n.	n.n. (0,04/n.n.)	---	0,05	BBodSchV
PCB (7), ges.	µg/l n.n.	n.n. (0,018 /n.n.)	n.n.	n.n. (0,008 /n.n.)	n.n.	---	---



Beurteilung hinsichtlich Wirkungspfad Boden-Grundwasser:

Fettschrift	Messwert > Hintergrundwert der VwV Orientierungswerte
Fettschrift	Messwert > GFS-Wert LAWA

Legende für Tabelle 5-1 und 5-2

- n.n.: nicht nachweisbar bzw. kleiner Bestimmungsgrenze
- : kein Prüfwert oder sonstiger Vergleichswert; falls kein Prüfwert genannt wird, wird auf andere Vergleichswerte zurückgegriffen.
- H-W VwV OW: Hintergrundwert für Sickerwasser und Grundwasser nach Verwaltungsvorschrift Orientierungswerte
- BBodSchV: Prüfwert nach BBodSchV (Vergleichswert)
- Ww: Warnwert LfU (LUBW)
- GFS: Geringfügigkeitsschwellenwert nach LAWA (2016)
- GOW: Gesundheitliche Orientierungswerte
- LHKW* FCKW* lt. Ableitung GFS, Anh. 2, Teil 2, Fußnote 2 für LHKW, gesamt: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d.h. Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe; einschließlich Trihalogenmethane. Die GFS-Werte zu Tri- und Tetrachlorethen, Dichlorethan und Chlorethen sind zusätzlich einzuhalten. (10 Σ Tri- und Tetrachlorethen, 10 Σ Sonstige LHKW)
- Per: Tetrachlorethen
- Frig22: Frigen 22 (Chlordifluormethan oder R-22)
- PCB (6) x 5** lt. Fußnote 3 für PCB-Summe, ohne PCB-118, multipliziert mit 5
- PAK-15***: lt. Fußnote 1 für PAK, berechnet aus Summe PAK nach EPA, ohne Naphthalin.

Tabelle 5-3: Analysenergebnisse, Grundwasser- Monitoring 01/2023: PFAS

Bez. der GWM BVU-Befund		GP 2 449/7763	GWM 2 449/7762	GWM1_2021 449/7758			
Datum: 2. Monitoring (1. Monitoring)		07.03.2023 Anstrom	07.03.2023 Anstrom	07.03.2023 Abstrom	GFS	GOW	Sonst.
Parameter	Einheit						
pH-Wert	-	7,31	7,27	7,25			
el. Leitf.	µS/cm	1002	1105	1133			
PFBA	µg/l	0,026	0,032	0,063	10,0		
PFPeA	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01		3,0	*
PFHxA	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,022	6,0		
PFHpA	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,052		0,3	*
PFOA	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1		
PFNoA	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,06		
PFDA	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,1	*
PFBS	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	6,0		
PFHxS	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1		
PFHpS	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,3	*
PFOS	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1		
H4PFOS	µg/l	0,112	2,054	0,017		0,1	
PFOSA	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,1	
PFC (13) ges.	µg/l	0,14	2,09	0,15		*	0,5¹/5,0²

* hier: keine Summe der Quotienten, da keine Mehrbelastungen von je ≤ 1 µg/l vorliegen
¹ UBA-Maßnahmenwerte für Säuglinge
² UBA-Maßnahmenwerte für Erwachsene



6 Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit

6.1 Beurteilungsgrundlagen (ohne PFAS)

Zur Beurteilung, ob durch das Bauvorhaben, insbesondere durch die Entsiegelungen, die Grundwasserbeschaffenheit sich verändert, werden die Messwerte im Grundwasser-Anstrom mit den Werten im Grundwasser-Abstrom verglichen und im zeitlichen Verlauf betrachtet.

Zur ersten Bewertung wird zunächst die **Verwaltungsvorschrift (VwV) über die Orientierungswerte** herangezogen. Sie besitzt, was den behördlichen Vollzug der Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg anbelangt, einen verbindlichen Charakter. In der VwV Orientierungswerte sind für das Grundwasser die sog. Hintergrundwerte (H-W-Werte) gelistet. Sie stehen für eine natürliche und anthropogene Grundbelastung des Grundwassers.

Wird eine Überschreitung festgestellt, sind gemäß /13/ die für die Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit 2016 überarbeiteten **Geringfügigkeitsschwellenwerte** (GFS-Werte) der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA aus 2017 anzuwenden. Eine Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte indiziert zunächst eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit, impliziert jedoch nicht notwendigerweise einen Sanierungsbedarf o.Ä.

6.2 Änderungen in der Grundwasserbeschaffenheit (ohne PFAS)

Die im Zuge des Grundwasser-Monitoring festgestellten Veränderungen werden in der nachfolgenden Tabelle sowie in Anlage 1.2 dargestellt.

Die gelisteten Parameter zeigen ein **Erreichen oder eine Überschreitung der Hintergrundbelastung bzw. der GFS-Werte**.

Die auffälligen Messwerte im Grundwasser der im Anstrom befindlichen Messstellen GWM2 und GP2 sowie im Grundwasser der im Abstrom befindlichen Messstellen GWM 1_2021 bis GWM 4_2021 sind mit zeitlichem Bezug wie folgt gelistet:

- Messwert des 3. Grundwassermonitoring Anfang März 2023
(ab 2023 Messwerte ohne Brunnen 1067/306-5)
- Messwert des 2. Grundwassermonitorings Ende September 2022 /
- Messwert des 1. Grundwassermonitorings Ende März 2022 /
- Ggf. Messwert der Detailuntersuchung Juni und Juli bzw. November 2021.



Tabelle 6-1: Auffällige Messwerte im Grundwasseranstrom und -abstrom im Vergleich

Parameter	Gehalte im Anstrom µg/l	Gehalte im Abstrom µg/l	VwV Orient. HW-wert µg/l	TVO µg/l	GFS-Wert µg/l
Arsen	1 / 1 / 1 / 3	1 / 3 / 3 / 3	10	10	3,2
Wismut	< 0,5 / 0,5/1,9	< 0,5 / 0,5/1,8	--	--	--
Nickel	2 / < 2 / < 2 / < 2	5 / 4 / 4 / 6	3	20	7
Cyanide, ge- samt	7,2 / 7,4 / 12 / 11,6	< 5 / < 5 / 7 / 13,2	n.n.	50	10
LHKW (nur Per)	7,6 / 7,6 / 5,7 / 5,1	7,4 / 6,1 / 7,4 / 3	n.n.	--	20
FCKW (nur Frig22)	n.n. / n.n. / n.n. / n.n.	7,53 / 3,6 / 9,9 / n.n.	n.n.	--	10
PAK-15 o. Napht.	n.n. / 0,151 / 0,066 / 0,066	0,065 / 0,168 / 0,005 / 0,026	0,05	0,1*	0,2
Naphthalin	0,011 / 0,034 / < 0,005 / 0,007	0,021 / < 0,005 / 0,031 / 0,016	0,05	--	2
PCB (6) x 5	n.n. / 0,095 / n.n. / n.n.	0,090 / n.n. / n.n.	--	--	0,01
PCB 138	<0,002 / 0,008 / n.n. / n.n	<0,002 / 0,010 / n.n. / n.n	--	--	0,0005
PCB 153	< 0,002 / 0,006 / n.n. / n.n	<0,002 / 0,008 / n.n. / n.n	--	--	0,0005
PCB 180	< 0,002 / 0,005 / n.n. / n.n	<0,002 / < 0,005 / n.n. / n.n	--	--	0,0005
PCB (7) ges.	n.n / 0,019 / n.n. / n.n.	n.n / 0,018 / n.n. / n.n.	n.n.	--	--

Legende Tabelle 6-1

0,1*: Gemäß TVO, Summe der PAK aus 6 Einzelparametern

6.3 Arsen und Nickel

Die Arsen- und Nickel-Gehalte zeigen im An- und Abstrom eine etwa gleichbleibende Größenordnung. Die Gehalte von Nickel im Abstrom liegen leicht erhöht über den Werten der VwV Orientierungswerte. Alle Werte jedoch unterhalb der entsprechenden GFS-Werte.

6.4 Wismut

Die Wismut-Gehalte zeigen im An- und Abstrom Gehalte, die aktuell unterhalb der labortechnischen Nachweisgrenze liegen. Es sind für Wismut keine Hintergrund-, GFS- oder Vergleichswerte bekannt.

6.5 Cyanide

Erhöhte Cyanid-Gehalte > 10 µg/l und somit über dem GFS-Wert wurden im Anstrom (im direkten Anstrom der Messstelle GWM1_2021) bereits in den Detailuntersuchungen festgestellt. Während sich der Wert für den Anstrom im 1. Monitoring bestätigte, sanken alle erhöhten



Werte im 2. Monitoring um rd. die Hälfte. Im Anstrom liegen aktuell die Cyanid-Gehalte mit 7,2 µg/l unter dem GFS-Wert, im Abstrom sind aktuell keine Cyanide nachweisbar.

6.6 LHKW

Die sowohl im An- als auch im Abstrom gemessenen Gehalte sind ausschließlich auf den Einzelstoff Tetrachlorethen (Per) zurückzuführen.

Alle erhöhten LHKW-Gehalte liegt aktuell unterhalb des GFS-Wertes von 20 µg/l. Da auf dem Altstandort kein Per eingesetzt wurde, und weil im Anstrom ein LHKW-Schaden bekannt ist, ist davon auszugehen, dass die gemessenen Gehalte in das Untersuchungsgebiet eingetragen wurden und dort nun eine „anthropogene Hintergrundbelastung“ darstellen (s. Bericht zur DU und Zwischenbericht zum 1. Monitoring).

6.7 FCKW

Der aktuell sowie bereits im Zuge des 1. und 2. Monitorings 2022 nur in GWM4_2021 gemessene FCKW-Gehalt ist ausschließlich auf den Parameter **Chlordifluormethan (Frigen 22 oder R-22)** zurückzuführen.

Laut Befund aus dem 3. Monitoring liegt der Wert aktuell bei 7,2 µg/l, was einen leichten Anstieg verglichen zum Wert des 2. Monitoring von rd. 5,8 µg/l darstellt. Der für „sonstige LHKW“ genannte GFS-Wert von 10 µg/l ist wird unterschritten.

Ausführlichere Angaben zur möglichen Herkunft der Verunreinigung sind dem Zwischenbericht zum 1. Monitoring zu entnehmen.

6.8 PAK

Die Summe der PAK (15) zeigt im zeitlichen Verlauf – sowohl für den Anstrom als auch für den Abstrom eine Abnahme der Gehalte und liegt nun in der Größenordnung einer Hintergrundbelastung. Die GFS-Werte werden in allen Proben deutlich unterschritten.

Die Naphthalin-Gehalte bestimmen weiterhin die PAK-Summen, liegen jedoch ebenfalls unter den GFS-Werten.

6.9 PCB

Die Summe der PCB sowie alle Einzelparameter liegen aktuell unter den labortechnischen Nachweisgrenzen (s.a. technische Stellungnahme der Fachbehörde vom 02.3.2023 zu den Befunden des Monitorings 02/2022).

Zusammenfassung

Aktuell liegen keine Hinweise auf schädlichen Veränderungen größer den GFS-Werten durch die standortspezifischen Schadstoffe im Grundwasser vor!

Der Konzentrationsverlauf muss insbesondere für die Parameter LHKW, FCKW, PAK und PCB weiter beobachtet werden!

6.10 PFAS

Aus aktuellem Anlass wurde, nach Abstimmung mit dem LRA vorsorglich in Grundwassermessstellen GWM1_2021 und in Abstimmung mit dem Bauherrn auch die im Anstrom befindlichen Messstellen GWM2 und GP2 auf die 13 Parameter gemäß „Leitfaden zur PFAS-Bewertung“ des Umweltbundesamts (UBA) untersucht. Zur Bewertung werden die Geringfügigkeitsschwellen (GFS) und die Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) des UBA herangezogen und um die vom LGL Bayern empfohlenen Trinkwasserleitwerte (= GFS) ergänzt:

Stoff	GFS-Werte* [µg/l]	GOW [µg/l]
Perfluorbutansäure, PFBA	10,0	
Perfluorpentansäure, PFPeA		3,0
Perfluorhexansäure, PFHxA	6,0	
Perfluorheptansäure, PFHpA		0,3
Perfluoroctansäure, PFOA	0,1	
Perfluornonansäure, PFNA	0,06	
Perfluordecansäure, PFDA		0,1
Perfluorbutansulfonsäure, PFBS	6,0	
Perfluorhexansulfonsäure, PFHxS	0,1	
Perfluorheptansulfonsäure, PFHpS		0,3
Perfluoroctansulfonsäure, PFOS	0,1	
6:2-Fluortelomersulfonsäure, 6:2 FTSA (H4PFOS)		0,1
Perfluoroctansulfonamid, PFOSA		0,1
Weitere PFAS mit R1-(CF2)n-R2, mit n>3		0,1

* Gellen gleichzeitig als Trinkwasserleitwerte nach Trinkwasserverordnung

Abb. 6-2 GFS- und GOW-Werte für PFAS im Grundwasser (aus UBA PFAS-Leitfaden 2022).

Tabelle 1: Empfehlungen zu Trinkwasserleit- (TW_{LW}) und gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW)²

Name, Abkürzung (CAS Nr.)	TW _{LW} [µg/l]	GOW [µg/l]
Perfluorbutansäure, PFBA (375-22-4)	10	-
Perfluorpentansäure, PFPeA (2706-90-3)	-	3,0
Perfluorhexansäure, PFHxA (307-24-4)	6	-
Perfluorheptansäure, PFHpA (375-85-9)	-	0,3
Perfluoroctansäure, PFOA (335-67-1)	0,1	-
Perfluornonansäure, PFNA (375-95-1)	0,06	-
Perfluordecansäure, PFDA (335-76-2)	-	0,1
Perfluorbutansulfonsäure, PFBS (375-73-5)	6	-
Perfluorhexansulfonsäure, PFHxS (355-46-4)	0,1	-
Perfluorheptansulfonsäure, PFHpA (375-92-8)	-	0,3
Perfluoroctansulfonsäure, PFOS (1763-23-1)	0,1	
H4-Polyfluoroctansulfonsäure, H4PFOS (27619-97-2)	-	0,1
Perfluoroctansulfonamid, PFOSA (754-91-6)	-	0,1

Abb. 6-3 TW_{LW}- und GOW-Werte (aus: Bayern, Bericht zum LGL-Sonderuntersuchungsprogramm „PFAS in Trinkwasser“, Heft 13, Dez. 2019)



Die Ergebnisse der PFAS-Untersuchungen zeigen folgenden Befund:

- In allen drei untersuchten Grundwassermessstellen wurden PFAS im GW nachgewiesen.
- Es liegen Mehrfachbelastungen vor. Für alle Einzelparameter liegen die Gehalte jedoch $< 1 \mu\text{g/l}$; somit ist keine Summenbildung aus den Quotienten notwendig.
- In GWM2, im direkten Anstrom von Anstrom GWM1_2021 wurde mit einem Gesamtgehalt von $2,09 \mu\text{g/l}$ der höchste Wert gemessen. Dieser Summen-Wert liegt über dem UBA-Maßnahmenwert für Säuglinge ($0,5 \mu\text{g/l}$) und unterhalb der UBA-Maßnahmenwert für Erwachsene ($5,0 \mu\text{g/l}$)
- In GP2 (Anstrom) und in der zur Entnahme für Bewässerungszwecke zu prüfenden GWM2 liegen die PFAS-Summen mit $0,14$ und $0,15 \mu\text{g/l}$ deutlich unter dem UBA-Maßnahmenwert für Säuglinge ($0,5 \mu\text{g/l}$).
- Alle gemessenen Einzelparameter liegen deutlich unterhalb der GFS- (= Trinkwasserleitwerte) und unterhalb der GWO-Werte.

Zusammenfassung

Gemäß den Befunden an den drei Grundwasserproben liegen die Einzelgehalte unterhalb den GFS- und GWO-Werten. Somit liegt keine schädliche Verunreinigung (Gefährdung) des untersuchten Grundwassers mit PFAS per derzeit gültiger Definition vor.

7 Zusammenfassende Bewertung mit Fortschreibung des Handlungsbedarfs

7.1 Fortschreibung der fachtechnischen Baubegleitung für die Kontaminationsverdachtsflächen (KVF)

KVF 1 bis KVF 5

Für den Rückbau der kontaminationsverdächtigen Teilflächen „Frühere MKW-Verunreinigung im Bereich des Brunnens 1050/306-0 (KVF 1)“ und „Ehemaliger Abscheider (KVF 2)“ fand eine fachgutachterliche Baubegleitung statt (s. Zwischenbericht zum 1. Grundwassermonitoring).

Der Werksbrunnen 150/306-0 ist rückgebaut und nicht weiter Gegenstand des Monitorings.

Der Schacht in KVF 3 wurde lt. Bauleitung, gemäß dem Protokoll der Fa. Orth GmbH, gereinigt und im Zuge der Einrichtung der Baustellenzufahrt rückgebaut.

Ebenfalls unter fachgutachterlicher Betreuung fand der Rückbau ölverunreinigter Teilflächen im Bereich der Montagehalle, für KVF 4 der Rückbau der **Heizöltanks Ost** an der Scheffelstraße sowie für einen Teilbereich der KVF 5 „Farben-, Lacke- und Lösemittellager“ die Beweissicherung in der Baugrubensohle im Bereich der Alten Rohbauhalle statt. Sensorisch



auffällige Bereiche wurden in Absprache mit der Bauleitung separiert und gesondert entsorgt (s. Stellungnahmen und Zwischenbericht zum 2. Grundwassermonitoring).

BA 2 bis BA 7

Die Baufeldfreimachung mit Entsiegelung und Rückbau der Fundamente und Bodenplatten ist weitestgehend erfolgt. Die entsiegelten Flächen werden weiterhin sukzessive bis zum Anstehenden ausgehoben und die Auffüllungen entsorgt. Anschließend fand und findet in den Baugrubensohle ein Beweissicherung am Anstehenden (Neckarsedimente) statt.

Heizöltank West (KVF 6) und KW-Geruch beim ehem. Betriebsbrunnen 1067/306-5

Die Abdeckung des betonierten Beckens für den Heizöltank West wurde geöffnet. Das dort befindliche, **sensorisch auffällige Tageswasser** wurde bauseitig beprobt und entsorgt. Das geleerte Betonbecken wurde dann auf Veranlassung durch die Bauleitung gereinigt und rückgebaut. Abschließend wurden unter fachgutachterlicher Betreuung Beweissicherungsproben aus der Tankbeckensohle und aus der Baugrube entnommen.

Zeitgleich mit dem Öffnen und Reinigen fand im Rahmen des 2. Grundwassermonitorings auch die Beprobung des **ehem. Betriebsbrunnens 1067/306-5** statt. Der ehemaligen Werksbrunnen liegt nur ca. 10 m nordwestlich vom „Heizöltank West“. **Der vom Probenehmer der WST GmbH festgestellte, sensorisch auffällige Geruch nach „KW“ wurde auf Nachfrage vom Probenehmer als Geruch nach „altem Diesel oder altem Heizöl“ beschrieben.** Er kann somit ursächlich auf den Geruch aus dem verunreinigten Tankbecken zurückzuführen sein. Das Becken war nachweislich an der Sohle und an den Seitenwänden dicht. **Somit ist es plausibel, dass keine MKW aus dem Becken gelangten und in der Grundwasserprobe keine Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) nachgewiesen wurden.**

Auch ein Eintrag aus dem Umfeld ist unwahrscheinlich, bzw. auszuschließen: **Aktuell ist aus dem Anstrom kein MKW-Schaden bekannt. Im direkten und weiteren Umfeld fanden kontinuierlich dem Rückbau angepasst, Beweissicherungen in der Baugrubensohle und unter der Tankbecken-Sohle statt. Es wurde dabei kein MKW-Geruch festgestellt und keine MKW in den Bodenproben analytisch nachgewiesen (s.o. KVF 1 bis KVF 5, KVF 6 und KVF 7).**

Auch das Umweltverhalten der Mineralölkohlenwasserstoffe lässt eine Belastung des tiefen Grundwassers mit MKW unwahrscheinlich erscheinen. Zudem wurden bei den Monitorings im ehemaligen Betriebsbrunnen 1067/306-5 bisher keinerlei Hinweise auf eine derartige Belastung oder Gerüche festgestellt.

MKW sind Gemische aus verschiedenen Kohlenwasserstoff-Verbindungen. Sie besitzen unterschiedlich lange C-Atom-Ketten, was direkte Auswirkungen auf ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften hat. Aus diesen Eigenschaften folgt beispielsweise, dass es bei entsprechend großer Eintragsmenge zur vertikalen Ausbreitung einer zusammenhängenden, nichtwässrigen, organischen Phase von MKW (als light non-aqueous phase liquid – LNAPL, in Tröpfchenform oder als große Phasenkörper) im Untergrund kommt. Die Ausbreitung erfolgt, solange die entsprechende Residualsättigung überschritten ist, und bis schlechte durchlässige Schichten, hier die Auenlehme (Poolbildung), oder das Grundwasser erreicht werden



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure 74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22
info@toeniges-gmbh.de

(laterale Ausbreitung einer aufschwimmenden MKW-Phase). Aus der aufschwimmenden MKW-Phase lösen sich zumeist über lange Zeiträume Kohlenwasserstoffe und bilden in Abhängigkeit von Alter und Zusammensetzung des eingedrungenen Mineralöls sowie von Schadstoffminderungsprozessen meist Schadstofffahnen mit einer geringen Länge (< 100 m) aus. Die Schadstofffahne gelöster MKW beschränkt sich weitgehend auf die oberen zwei bis vier Meter des Grundwasserleiters, und **in tieferen Grundwasserbereichen (Filterstrecke hier: 19 bis 29 m) sind meist keine Belastungen mit MKW festzustellen.** (Entnommen aus: *Altlastenprotal Österreich; Bundesministerium – Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie*, https://www.altlasten.gv.at/Ueber_Altlasten/fachthemen/schadstoffe.html).

Der vom Gutachter vorgeschlagene Pumpversuch galt den damaligen Planungen durch den Bauherrn, das Grundwasser aus dem Werksbrunnen für die Bewässerung zu nutzen. Dabei sollte neben der Förderrate vorsorglich auch der MKW-Geruch sowie ggf. die MKW-Gehalte auf Plausibilität geprüft werden.

Zwischenzeitlich wurde der ehem. Betriebsbrunnen 1067/306-5 rückgebaut. Der zeitnah geplante Rückbau der beiden Werksbrunnen war bereits Bestandteil unseres Konzepts zur DU vom 08.06.2021 und wurde seitens der Fachbehörde befürwortet und bestätigt (s. Aktenvermerk vom 12.05.2021).

Bombenrichter und Fläche mit schadstoffbelasteten Auffüllungen (KVF 7)

Gemäß unserem Rückbaukonzept für BA 2 bis BA 7 vom 04.04.2022 wurden zwischenzeitlich ein Großteil der Auffüllungen und der gewachsenen Schichten zwecks Entsorgungsmanagement bauseitig mit Schürfgruben untersucht. Die Lagepläne und die Analysenbefunde wurden uns zur Prüfung vorgelegt. Die **Auffüllungen** sind demgemäß inhomogen mit organischen und anorganischen Verbindungen belastet (Z 0* bis > Z 2). Sie sind inzwischen weitgehend ausgebaut und stehen zur Abfuhr bereit.

Nach erfolgtem Ausbau findet in naher Zukunft eine fachgutachterliche Beweissicherung in den gewachsenen Schichten statt.

Somit kann in den untersuchten Teilbereichen grundsätzlich der Bau der geplanten Straße, als Anschluss an die Scheffelstraße, aus fachgutachterlicher Sicht beantragt werden.

Zusammenfassung

Bisher waren in allen Kontaminationsverdachtsflächen sowie in allen sensorisch auffälligen Bereichen lediglich die Auffüllungen und untergeordnet die oberen Bereiche der Auenlehme von Verunreinigungen betroffen.

Alle gewachsenen und im Baugrund verbleibenden Neckarsedimente waren und sind sensorisch unauffällig.

Im Zuge der Sohlbeprobungen wurden keine Schadstoffgehalte über denen einer Hintergrundbelastung nachgewiesen. Somit sind die Baugrubensohlen als „unbelastet“ einzustufen.



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure 74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22
info@toeniges-gmbh.de

7.2 Grundwassermonitoring und nachsorgender Grundwasserschutz

Zur Klärung, ob eine schädliche Gewässeränderung des Grundwassers vorliegt oder zu erwarten ist, wurde das 3. Grundwassermonitoring turnusgemäß im März 2023 durchgeführt.

Die Bewertung der aktuellen Analysenbefunde ergab sowohl für den Anstrom als auch für den Abstrom, dass die Gehalte an standortspezifischen Schadstoffen und an PFAS unterhalb der GFS-Werte liegen. Somit liegen per derzeit gültiger Definition keine schädliche Veränderung und keine Gefährdung des untersuchten Grundwassers bezüglich der untersuchten Stoffe vor.

Wir empfehlen dennoch, von einem Pumpversuch und von einer Nutzung des Grundwassers aus GWM1_2021 zur Bewässerung von Grünanlagen abzusehen: Der Standort ist nachweislich von (Grundwasser-)Schäden im nahen Gleisbereich, einem LHKW-Schaden im Anstrom und von diversen weiteren Altstandorten und Grundwasserschäden umgeben. Bei einer kontinuierlichen Grundwasserentnahme muss deshalb damit gerechnet werden, dass Schadstoffe aus den vorgenannten Bereichen herangezogen werden!

Der Zwischenbericht zum 3. Grundwassermonitoring 01/2023 ist der Unteren Wasserbehörde des Rhein-Neckar-Kreises vorzulegen.

Das Grundwassermonitoring 02/2023 kann turnusgemäß im September 2023 stattfinden.

Töniges GmbH
Beratende Geologen und Ingenieure

PDF-Version ohne Unterschriften

Dirk Maaßen, Dipl.-Geol.

M. Schütz, Dipl. Geol.