

# Altdeponie Schirnsdorf, Markt Mühlhausen, Katasternummer 57200041

## Detailuntersuchung

**Ort:** Deponie Schirnsdorf, Markt Mühlhausen  
Flur-Nr. 249, Gemarkung Markt Mühlhausen

**Auftraggeber:** Markt Mühlhausen, Bahnhofstr. 19  
91315 Höchstadt a.d.Aisch

**Projektleiter:** Dipl.-Ing. Umweltsicherung A. Reinhart

**GMP-Projektnr.:** 222090\g2 Rei/fr

**Datum:** 24.07.2025

---

**GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG Beratende Ingenieure und Geologen** | Hedanstraße 17 | 97084 Würzburg  
Telefon: 0931 61 44-0 | Fax: 0931 61 44-200 | mail: mail@gmp-geo.de | web: www.gmp-geo.de

---

**GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG**  
Beratende Ingenieure und Geologen  
Würzburg,  
Amtsgericht Würzburg, HRA 6477

**Pers. haft. Gesellschafterin:**  
**GMP Ingenieurbeteiligungsgesellschaft mbH**  
Würzburg,  
Amtsgericht Würzburg, HRB 10485

**Geschäftsführer:**  
Dr.-Ing. Hans-Jörg Franke  
Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Johannsen  
Dr. Verena Herrmann

Akkreditiertes Prüflabor  
nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
**DAkS-Akkreditierungsnr.**  
**D-PL-14479-01-00**

- Anlagen:**
1. Übersichtslageplan, M = 1:25.000
  - 2.1 Lageplan der Aufschlüsse 1:100
  - 2.2 Grundwassergleichenplan Stichtagsmessung vom 03.06.2022, M = 1:100
  - 3.0 Allgemeines Legendenblatt
  - 3.1 - 3.5 Tiefenprofile der DN 50 Grundwasserbeobachtungspegel mit Ausbauplänen, M = 1:25
  - 3.6 – 3.7 Tiefenprofile der DN 125 Grundwassermessstellen mit Ausbauplänen, M = 1:30 / 1:10
  - 4.1 - 4.4 Luftbilder von 1964, 1976, 1980 und 1986, M = 1:1.250
  - 5.1 - 5.6 Pumpversuchsprotokoll; Protokolle GW-, Abwasser-, Protokoll Bohrgut-Probenahme Container
  - 6.1 – 6.2 Tätigkeitsberichte Süddeutsche Kampfmittelräumung

**Anhang: Prüfberichte Chemisches Labor Dr. Graser, Schonungen:**

- Prüfbericht 22/10/2237589 vom 14.10.2022
- Prüfbericht 2332382 vom 27.09.2023
- Prüfbericht 2339770 vom 29.11.2023

**Prüfberichte AGROLAB, Labor GmbH, Bruckberg:**

- Prüfbericht 3461307 vom 18.09.2023

## **Unterlagen:**

### **Gesetzliches und untergesetzliches Regelwerk:**

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG) vom 17.03.1998**
- /2/ Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 17.07.1999**
- /3/ Bayerisches Gesetz zur Ausführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BayBodSchG) vom 23.02.1999**
- /4/ Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern (BayBodSchVwV) vom 11.07.2000**

### **Landesspezifische Ausführungs- und Bewertungsgrundlagen zur Gefährdungsabschätzung**

- /5/ Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft:**  
Merkblatt Nr. 3.8/1 „Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen - Wirkungspfad Boden-Gewässer“; Stand 31.10.2001
- /6/ Bayerisches Landesamt für Umwelt:**  
Merkblatt Nr. 3.8/4 „Probenahme von Boden und Bodenluft bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Gewässer“; Stand 15.11.2017
- /7/ Bayerisches Landesamt für Umwelt:**  
Merkblatt Nr. 3.8/6 „Entnahme und Untersuchung von Wasserproben bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen Boden-Mensch und Boden-Gewässer“; Stand 17.02.2010
- /8/ Bayerisches Geologisches Landesamt:**  
Vollzugshilfe für den vorsorgenden Bodenschutz in Bayern - Hintergrundwerte von anorganischen und organischen Schadstoffen in den Böden Bayerns mit Bodenausgangsgesteinskarte von Bayern, M = 1:500.00, Stand März 2011
- /9/ Bayerische Vermessungsverwaltung:**  
BayernAtlas-plus (Bodeninformationssystem Bayern) - Wasserschutzgebiete, M = diverse; Internet-Angebot vom 06.07.2022

### **Geologische Karten**

**/10/ Bayerisches Geologisches Landesamt:**

Geologische Karte von Bayern mit Erläuterungen, M = 1:25.000, Blatt Nr. 6230 Höchststadt a. d. Aisch, Stand 1964

### **Fremdgutachten und Unterlagen:**

**/11/ Protect Umweltschutz GmbH, Erlangen:**

Altablagerung Mühlhausen, OT Schirnsdorf, Landkreis ERH; Orientierende Bodenuntersuchung (Bericht mit 5 Anlagen) vom 15.01.2007

**/12/ Markt Mühlhausen:**

Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnis, Detailuntersuchung Altdeponie Schirnsdorf vom 30.07.2021

### **Behördliche Unterlagen und Stellungnahmen:**

**/13/ Landratsamt Höchststadt a.d. Aisch:**

Erhebungsbogen Müllablagerungsplätze des LfU Bayern, Ausgefüllt von der KVB Höchststadt a.d. Aisch (3 Seiten) vom 06.05.1972

**/14/ Landratsamt Erlangen Höchststadt a.d. Aisch:**

Erhebungsbogen Müllablagerungsplätze im Landkreis Erlangen Höchststadt, Gemeinde Mühlhausen, Schuttplatz Schirnsdorf mit Aufzeichnungen vom 21.06.1977 bis 15.06.1978 (1 Seite)

**/15/ Markt Mühlhausen:**

Arbeits- und Sicherheitsplan nach TRGS 524, Detailuntersuchung der ehemaligen Deponie Schirnsdorf, Markt Mühlhausen (ohne Datum)

**/16/ Wasserwirtschaftsamt Nürnberg:**

Stellungnahme zum Zwischenbericht Detailuntersuchung (222090\g1 vom 24.07.2022) der ehemaligen Deponie Schirnsdorf, Markt Mühlhausen per E-Mail vom 17.08.2022

### **Plangrundunterlagen:**

**/17/ Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung:**

Bayernatlas Plus + Parzellenkarte mit Flurstücknummern, Stand 09.06.2022, M = 1:1.000

### **Eigengutachten und Aktenvermerke**

**/18/ GMP Geotechnik GmbH & Co. KG:**

Zwischenbericht Detailuntersuchung Altdeponie Schirnsdorf, Markt Mühlhausen, 222090\g1 vom 24.07.2022

**/19/ GMP Geotechnik GmbH & Co. KG:**

Arbeits- und Sicherheitsplan nach TRGS 524, Detailuntersuchung der ehemaligen Deponie Schirnsdorf, Markt Mühlhausen, Fortschreibung (Stand 03/2023)

**/20/ GMP Geotechnik GmbH & Co. KG:**

Bieterspiegel und Vergabeempfehlung für das Herstellen von zwei Grundwassermessstellen, Detailuntersuchung der ehemaligen Deponie Schirnsdorf, Markt Mühlhausen, Aktenvermerk Nr. 01 vom 16.05.2023

**/21/ GMP Geotechnik GmbH & Co. KG:**

Ergebnisdokumentation Deklaration Bohrgut, Detailuntersuchung der ehemaligen Deponie Schirnsdorf, Markt Mühlhausen, E-Mail vom 21.09.2023

**/22/ GMP Geotechnik GmbH & Co. KG:**

Ergebnisdokumentation Deklaration Abwasser, Detailuntersuchung der ehemaligen Deponie Schirnsdorf, Markt Mühlhausen, E-Mail vom 10.10.2023

### **Projektdokumentation:**

<b>Datum</b>	<b>Index</b>	<b>Thema</b>	<b>Gez.</b>	<b>Gepr.</b>
08.07.2022	g1-Entwurf	Zwischenbericht fertiggestellt, im Entwurf an AG	Rei	Eh
14.07.2022	g1	Zwischenbericht fertiggestellt	Rei	Eh
24.07.2025	g2	Gutachten Detailerkundung fertiggestellt	Rei	Eh

## Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Vorgang und Aufgabenstellung .....	7
2. Beschreibung des Untersuchungsgeländes .....	8
2.1 Lage und örtliche Verhältnisse.....	8
2.2 Historie, bereits durchgeführte Untersuchungen.....	9
2.3 Generelle geologische und hydrogeologische Verhältnisse.....	11
3. Durchgeführte Untersuchungen .....	11
3.1 Arbeits- und Gesundheitsschutz.....	11
3.2 Ortsbegehungen.....	12
3.3 Luftbildauswertung .....	12
3.4 Kampfmittel .....	12
3.5 Rammkernsondierungen.....	13
3.6 Errichtung DN 50 Grundwasserbeobachtungspegel .....	13
3.7 Errichtung DN 125 Grundwassermessstellen .....	14
3.8 Entnahme von Bodeneinzelproben.....	15
3.9 Grundwasseruntersuchungen .....	16
3.10 Chemische Analytik .....	17
3.11 Einmessung .....	18
3.12 Stichtagsmessung .....	18
4. Untersuchungsergebnisse.....	18
4.1 Luftbildauswertung .....	18
4.2 Kampfmittel .....	19
4.3 Einmessung .....	20
4.4 Untergrundverhältnisse .....	20
4.5 Grund-/Sickerwasser .....	21
4.5.1 Klarpumpen/Kurzpumpversuch Zustrompegel RFP 4.....	21
4.5.2 Grundwasserstände und Grundwasserfließrichtung.....	22
4.5.3 Hydrogeologische Kenndaten .....	24
4.5.4 Grundwasseranalysen.....	26
5. Schadstoffinventar.....	27
5.1 Art der festgestellten Schadstoffe .....	27
5.2 Schadstoffmengen .....	28
6. Schadstofffrachten.....	29
7. Bewertung .....	30
8. Empfehlungen .....	32

## 1. Vorgang und Aufgabenstellung

Im Zuge der Amtsermittlung wurde 2006 im Umgriff der Altdeponie Schirnsdorf, Markt Mühlhausen (Flurnummer 249, Gemarkung Schirnsdorf) eine orientierende Altlastenuntersuchung (OU) /11/ durchgeführt. Demnach liegen für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser Anhaltspunkte vor, die den hinreichenden Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast begründen.

Im Zuge der OU /11/ bzw. des Untersuchungskonzeptes Detailuntersuchung (DU) /12/ wurden in Abstimmung mit der Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern (GAB) und dem Wasserwirtschaftsamt Nürnberg (WWA) folgende Maßnahmen zur abschließenden Gefährdungsbeurteilung empfohlen:

- laterale und vertikale Abgrenzung der Altdeponie nach Norden, Osten und Westen;
- Erkundung der Grundwasserfließrichtung durch ca. 3 - 4 neu zu errichtende DN 50 Grundwasserbeobachtungspegel;
- Ausschreibung der Leistungen zur Herstellung der beiden DN 125 Grundwassermessstellen einschließlich gutachterliche Bohrbegleitung;
- Grundwasseruntersuchungen an den DN 125 Grundwassermessstellen;
- Erkundung potentieller Grundwasserverunreinigungen an den DN 125 Grundwassermessstellen im Zu- und Abstrom der Altdeponie.

Nach Herstellung der temporären DN 50 Grundwasserbeobachtungspegel und Durchführung von Stichtagsmessungen wurden die Ergebnisse mit einem Zwischenbericht /18/ mit Vorschlag zur Lage der geplanten Grundwassermessstellen dokumentiert und mit dem Projektbeteiligten (WWA, LRA, AG und GAB) abgestimmt.

Ziel der Detailuntersuchung ist eine möglichst abschließende Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich des Wirkungspfades Boden – Grundwasser zur Bewertung, ob ein weiterer Handlungsbedarf (z.B. Sanierung) erforderlich ist. Sämtliche Ergebnisse werden in diesem Bericht zur Detailuntersuchung dokumentiert und bewertet.

Die GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG wurde von der Verwaltungsgemeinschaft Höchststadt a. d. Aisch mit Schreiben vom 17.03.2022 mit der Durchführung der Detailuntersuchung gemäß des Angebotes A22001 vom 21.01.2022 mit Nachtrag per E-Mail vom 01.03.2022 beauftragt. Die per E-Mail vom 19.04.2022 angebotenen Leistungen zur ergänzenden Luftbildauswertung wurden per E-Mail vom 19.04.2022 beauftragt. Die per E-Mail vom 10.05.2022 angebotenen Leistungen zur Herstellung eines weiteren DN 50 Rammfilterpegels sowie die Durchführung des Kurzpumpversuchs an der Zustrommessstelle wurden per E-Mail vom 04.07.2022 beauftragt.

## **2. Beschreibung des Untersuchungsgeländes**

### **2.1 Lage und örtliche Verhältnisse**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bereich des Flurstücks Fl. Nr. 249 (Gemarkung Schirnsdorf). Der Ortsteil Schirnsdorf der Marktgemeinde Mühlhausen befindet sich ca. 320 m westlich der Altdeponie. Das Flurstück fällt von Südost (ca. 304 m NHN) nach Nordwest (ca. 293 m NHN).

Die Untersuchungsfläche ist in nordöstlicher Richtung von forstwirtschaftlich genutzten Flächen, ansonsten von ackerbaulich genutzten Flächen umgeben. Im Grundwasserzustrom der Altdeponie sind keine Nutzungen mit Grundwassergefährdungspotential (land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen) bekannt.

Entlang der nördlichen- und südwestlichen Grenze des Flurstücks befinden sich Entwässerungsgräben, die zum Untersuchungszeitpunkt ab der Höhe von RKS 02 bzw. RKS 3 /11/ Wasser führten. An der westlichen Flurstückecke werden die beiden Gräben zusammengeführt. Der Graben verläuft weiter nach Westen in Richtung Schirnsdorf. Östlich der Deponie befindet sich ein kleinerer, flacher Teich, der nach Angabe eines Zeitzeugen im Zuge der Abdeckung der Deponie geschaffen wurde. Am östlichen Rand des Flurstücks befindet sich ein Fischteich.

Nach den GMP vorliegenden Unterlagen /11/ bis /15/ wurden auf der ca. 3.300 m<sup>2</sup> großen Deponie Hausmüll und Gewerbeabfälle abgelagert. Die Auffüllungshöhe beträgt ca. 3 m.



Die augenscheinlich höchste Auffüllungsmächtigkeit bzw. die bzgl. der ursprünglichen Geländeoberfläche höchsten Auffüllungen befindet sich nach Angaben der OU /11/ entlang der südwestlichen Flurstückgrenze. Nach Angabe der OU wird der zentrale Bereich der Altablagerung (Grünfläche) als Holzlagerplatz genutzt. Die Restfläche ist mit Hecken bzw. niedrigem Baumbewuchs bewachsen. Die Böschung des nördlichen Grabens wurde vermutlich im Frühjahr 2022 entbuscht. Hier waren Ablagerungsmaterialien sichtbar. Das Oberflächenwasser in diesem Graben fiel durch eine starke Rostfärbung auf.

Die großräumige Lage der Untersuchungsfläche ist im Übersichtslageplan der Anlage 1 farbig markiert.

## **2.2 Historie, bereits durchgeführte Untersuchungen**

Gemäß „Erhebungsbogen Müllablagerungsplätze“ vom 06.05.1972 /13/ hat die Deponie eine noch verfügbare Gesamtfläche von ca. 1.800 m<sup>2</sup>.

Die Altdeponie umfasst nach dem „Erhebungsbogen Müllablagerungsplätze im Landkreis Erlangen Höchstadt vom 15.06.1978 /14/ 3.300 m<sup>2</sup>. Demnach wurde die Deponie 1977 abgedeckt und planiert, danach als Bauschuttdeponie verwendet.

Die im Zuge der orientierenden Bodenuntersuchung der Protect Umweltschutz GmbH, /11/ durchgeführten Untersuchungen sowie die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- 4 Rammkernsondierungen bis maximal 5 m;
- Ausbau RKS 1 zu temporärer DN 50 Grundwassermessstelle (5m)
- Entnahme von Boden- und einer Grundwasserschöpfprobe (RKS 1)
- Entnahme von 4 Bodenluftproben (Headspace)
- Untersuchung von 4 Bodenproben gem. LfW 3.8/1 Anhang 3, Tab. 1;
- Untersuchung von 2 Bodenproben im S-4 Eluat (Barium, Zink sowie Blei)
- Untersuchung von 4 Bodenluftproben auf BTEX und LHKW
- Untersuchung einer Grundwasserprobe gem. LfW 3.8/1 Anhang 3, Tab. 4;
- Auffüllungen an RKS 1 mit Bauschutt und Verbrennungsrückständen, ohne Hausmüll
- Auffüllungen an RKS 2, 3, 4 (Hausmüll, Bauschutt, Holz und Grünabfälle) bis 2,8 m u. GOK
- Darunter vermutlich Basisletten des Burgsandstein (kbm)

- Grundwasser zwischen 2,35 und 3,3 m u. GOK
- GW-Fließrichtung vermutlich in nordwestlicher Richtung
- Analysenergebnisse:
  - RKS 2 (0,2 – 2,4m) Barium 410 mg/kg
  - RKS 3 (0,6 – 2,8m) PAK 19,4 mg/kg; Naphthalin 2,8 mg/kg (keine Eluatuntersuchung)
  - RKS 4 (1,0 – 2,0m) Blei 140 mg/kg; S4-Eluat 77 µg/l (> Prüfwert)
  - Deponiegase in allen RKS (RKS1-3 Methan bis max. 3,1 Vol-%)
  - BTEX und LHKW nicht nachweisbar
  - Wasserprobe RKS 1 Barium 1.000 µg/l; Zink 790 µg/l (> Stufe-1-Wert; Blei + Phenole unauffällig) evtl. geogen
  - Probenahmeprotokolle liegen nicht bei

Aufgrund der Ergebnisse wurde der Gefahrenverdacht erhärtet. Es wurden weitere Maßnahmen empfohlen.

Gemäß Stellungnahme WWA Nürnberg per E-Mail vom 07.02.2007 ist die Durchführung einer Detailuntersuchung (DU) erforderlich. Es sollen zwei DN 125 GWM im Zu- und Abstrom der Deponie hergestellt werden. Die Wasserproben sollen gem. LfW-Merkblatt 3.8/1 Anhang 3, Tab. 4 untersucht werden.

Im Untersuchungskonzept DU des Büros Dr. Eberlein & Eckstein /12/ wurden folgende Untersuchungen vorgeschlagen:

- Deponiegrenzen nach Norden, Osten und Westen definieren
- Durchführen von 3-4 RKS
- Errichtung von 2 DN 125 GWM (ca. 10 m tief)

Durch die Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern (GAB) wurden am 15.09.2021 folgende Anmerkungen zum Untersuchungskonzept des Büros Dr. Eberlein & Eckstein ergänzt:

- Herstellen von 3 - 4 temporäre Grundwasserpegel aus RKS zur Ermittlung der Grundwasserfließrichtung
- Grundwassergleichenplan, Zwischenbericht, dann
- 2 GWM (Zu- und Abstrom)

Das Wasserwirtschaftsamt WWA Nürnberg bekundete mit seiner Stellungnahme per E-Mail vom 18.10.2021 Einverständnis bzgl. der Lage der temporären Grundwasserpegel.

## **2.3 Generelle geologische und hydrogeologische Verhältnisse**

Die Geologische Karte von Bayern, Blatt 6230 Höchstadt a. d. Aisch von 1964 /10/ weist im Untersuchungsbereich Festgesteine des Mittleren Keupers aus. Im Bereich der Altdeponie stehen unter quartären Talfüllungen die Basisletten des Mittleren Burgsandstein (kbn) im Übergang zum Unteren Burgsandstein (kbu) an. Vor Beginn der Ablagerungen war demnach vermutlich eine vernässte Muldenstruktur auf den Basisletten ausgebildet, die teilweise mit quartären Talfüllungen gefüllt war.

Auf den Basisletten staut sich das Schichtwasser des mittleren Burgsandstein und bildet so den Wasserzufluss des Fischteiches.

Aufgrund der topographischen Verhältnisse kann angenommen werden, dass im Untersuchungsbereich vorhandenes quartäres Grundwasser in nordwestlicher Richtung (zur „Reichen Ebrach“ hin) abfließt.

Gemäß BayernAtlas-plus /9/ liegt die Untersuchungsfläche außerhalb ausgewiesener Wasserschutzgebiete. Das nächstgelegene Wasserschutzgebiet (WSG Mühlhausen, M; Gebietskennzahl 2210623000046) befindet sich ca. 450 m nordwestlich bzw. ca. 870 m nördlich der Untersuchungsfläche. Das Trinkwasserschutzgebiet Höchstadt-Birkach befindet sich ca. 800 m südwestlich der Altdeponie. Die Altdeponie befindet sich außerhalb von Hochwassergefahrenflächen.

## **3. Durchgeführte Untersuchungen**

### **3.1 Arbeits- und Gesundheitsschutz**

Die Belange des Arbeits- und Gesundheitsschutzes wurden durch den Auftraggeber in einem Arbeits- und Sicherheitsplan (A+S-Plan) für Arbeiten in kontaminierten Bereichen nach DGUV Regel 101-004 bzw. TRGS 524 /15/ dokumentiert. Die Vorgaben wurden durch GMP in eine tätigkeitsspezifische Betriebsanweisung umgesetzt. Die Mitarbeiter wurden vor Beginn der Arbeiten unterwiesen.

Der A+S-Plan wurde durch GMP fortgeschrieben /19/ und den an der Untersuchung beteiligten Firmen zur Gefährdungsbeurteilung bzw. zur Erstellung von tätigkeitsbezogenen Betriebsanweisungen zur Verfügung gestellt. Der A+S-Plan wurde bei der Ausschreibung der Bohrarbeiten zur Herstellung der DN 125 Grundwassermessstellen berücksichtigt.

Die Arbeiten wurden durch einen Koordinator gemäß DGUV Regel 101-004 bzw. TRGS 524 begleitet.

### **3.2 Ortsbegehungen**

Am 04.04.2022 wurde die Untersuchungsfläche mit einem Vertreter des Marktes Mühlhausen in Augenschein genommen. Die Lage der vier gemäß „Untersuchungskonzept DU“ /12/ vorgeschlagenen Aufschlusspunkte/Rammfilterpegel wurde festgelegt.

### **3.3 Luftbildauswertung**

Aufgrund des „morphologisch relativ deutlich abzugrenzenden Deponieumgriffs“ (Entwässerungsgräben, Wege, Aufschüttung) war von Seiten des AG bzw. der GAB eine Abgrenzung durch weitere Aufschlüsse nicht erforderlich/gewünscht.

Zur Erhöhung der Aussagekraft der „abschließenden Gefährdungsbeurteilung“ wurde nach Abstimmung mit dem AG eine Anfrage bezüglich gegebenenfalls vorhandener Luftbilder aus dem Verfüllzeitraum (1965 – 1977) beim Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung durchgeführt, um Sicherheit bezüglich der lateralen Ausdehnung der Deponie zu erlangen.

### **3.4 Kampfmittel**

Die Aufschlusspunkte wurden vor Beginn der Bohrarbeiten durch eine Fachfirma in der Kampfmittelbeseitigung (Süddeutsche Kampfmittelräumung, Weidenberg) freigegeben. Die Tätigkeitsberichte des Kampfmittelräumers liegen als Anlage 6 bei.

### **3.5 Rammkernsondierungen**

Zur Aufnahme der Bohrprofile gem. DIN EN ISO 14688, zur Erkundung der hydrogeologischen Standortverhältnisse sowie zur Entnahme von Bodeneinzelproben wurden durch einen fachkundigen Mitarbeiter der GMP am 09.05.2022 zunächst vier Rammkernsondierungen (RFP 1 bis RFP 4) mit einem Durchmesser von 80 mm niedergebracht.

An RFP 2 konnte in einer Tiefe von 1,95 m u. GOK kein Bohrfortschritt mehr erzielt werden (Sandstein). In dieser Tiefenlage wurde kein Grundwasser angetroffen. Deshalb wurde am 03.06.2022 ca. 20 m westlich von RFP 2 eine zusätzliche Rammkernsondierung (RFP 5) auf der Höhe des wasserführenden Grabens hergestellt.

Bis zum Erreichen der Endteufe wurde jeweils eine 1 m lange Rammsonde mit einem raupengestützten dieselbetriebenen Bohrgerät sukzessive in den Untergrund gerammt und anschließend wieder gezogen. Bei der Positionierung des fahrbaren Geräteträgers wurde berücksichtigt, dass keine Abgase in den Bereich der Rammsonde bzw. in Kontakt mit dem Probenmaterial gelangen.

Die Lage der Aufschlüsse ist im Lageplan der Anlage 2.1 eingezeichnet.

### **3.6 Errichtung DN 50 Grundwasserbeobachtungspegel**

Nach der Probenahme wurden die Rammkernsondierungen zu temporären DN 50 Grundwasserbeobachtungspegeln (Rammfilterpegeln) ausgebaut. Die Messstellenverrohrung erfolgte mit einer PE-Spitze und DN 50 PVC-Aufsatz/Filterrohren (Schlitzweite 0,3 mm). Die Rammfilterpegel wurden als Überflurmessstellen mit verschließbaren Abschlusskappen (Seba) hergestellt. Der Ringraum im Bereich der Filterrohre wurde mit Filterkies (2 – 3,15 mm) der Ringraum im Bereich der Vollrohre mit Quellton verfüllt und gewässert.

Die Lage der RFP 1 - 5 ist im Lageplan der Anlage 2.1 dargestellt. Der Schichtenaufbau sowie die Ausbaupläne liegen als Anlage 3.1 bis 3.5 bei.

### **3.7 Errichtung DN 125 Grundwassermessstellen**

Gemäß Untersuchungskonzept wurden die Arbeiten zur Herstellung von zwei DN 125 Grundwasserstellen im Grundwasserzustrom und im unmittelbaren Abstrom der Deponie ausgeschrieben. Die Arbeiten wurden an die nach DVGW W 120-1 zertifizierte Weikert Brunnenbau Bohrungen GmbH & Co. KG vergeben.

Vor der Errichtung der Messstellen wurde am 24.07.2023 eine Bohranzeige an das Landratsamt Erlangen-Höchstadt gestellt. Der Antrag wurde durch die Genehmigungsbehörde am 02.08.2023 genehmigt.

Die vorgeschlagene Lage der Grundwassermessstellen wurde in einem Zwischenbericht /18/ dokumentiert und mit den Projektbeteiligten (WWA, LRA, AG und GAB) abgestimmt /16/.

Die Festlegung der Bohransatzpunkte erfolgte am 05.09.2023 durch GMP mit einem Vertreter des der ausführenden Firma. Die Messstellen wurden durch die Firma Weikert Brunnenbau Bohrungen unter fachtechnischer Begleitung eines GMP Mitarbeiters hergestellt. Die Maßgaben bezüglich des Arbeits- und Gesundheitsschutzes wurden berücksichtigt.

Die Bohrung zur Herstellung der Grundwassermessstelle GMW 1 wurde bis 4,7 m u. GOK als Rammkernbohrung mit einem Mindestdurchmesser von 100 mm bis zum Festgestein (Burgsandstein kbu; kbm) ausgeführt. Anschließend wurde die Bohrung in den quartären Sedimenten mit einer Vollbohrung ohne durchgehende Kerngewinnung auf 324 mm aufgeweitet und bis 4,7 m u. GOK mit einer PVC-Verrohrung DN 125 zur Grundwassermessstelle im quartären Grundwasserleiter ausgebaut.

Die Bohrung zur Herstellung der Grundwassermessstelle GMW 2 wurde bis 5,2 m u. GOK als Rammkernbohrung mit einem Mindestdurchmesser von 100 mm bis zum Festgestein (Burgsandstein kbu; kbm) ausgeführt. Anschließend wurde die Bohrung in den quartären Sedimenten mit einer Vollbohrung ohne durchgehende Kerngewinnung auf 324 mm aufgeweitet und bis 5,2 m u. GOK mit einer PVC-Verrohrung DN 125 zur Grundwassermessstelle im quartären Grundwasserleiter ausgebaut.

Der Messstellenabschluss wurde jeweils Überflur mit einem Stahlüberschubrohr, einem Anfahrtsschutz aus Beton und einem Schutzdreieck hergestellt. Die Verrohrungen wurden mittels Seba-Abschlusskappe verschlossen.

Das Bohrgut wurde zur Deklaration bzw. zur Entsorgung in einem Container gesammelt. Die Messstellen wurden am 12.09.2023 durch die Bohrfirma klargepumpt. Das abgepumpte Grundwasser wurde in einem zweiten Container zur Deklaration bzw. zur Entsorgung gesammelt.

Die Lage und Höhe der Grundwassermessstellen wurde durch die Bohrfirma mit GPS bestimmt.

Die Lage der Grundwassermessstellen ist im Lageplan der Anlage 2.1 dargestellt. Der Schichtenaufbau sowie die Ausbaupläne sind den Anlagen 3.6 und 3.7 zu entnehmen.

### **3.8 Entnahme von Bodeneinzelpuben**

#### **Bodeneinzelpuben (Altlasten)**

Den Rammkernen und den Aufschlüssen zur Herstellung der Grundwassermessstellen wurden insgesamt 51 Bodeneinzelpuben entnommen. Da kein Verdacht auf leichtflüchtige Stoffe vorlag wurden die Proben nach dem Abstechen von randlichen bzw. nachgefallenem Material, der Bodenansprache und der Aufnahme des Bohrprofils bzw. der Schichtenfolge mittels Edelstahlprobenstecher entnommen. Die Probenahmen erfolgten schichtenbezogen aus Teufenabschnitten von in der Regel maximal 1 m Mächtigkeit. Die entnommenen Bodeneinzelpuben wurden in einer Edelstahlschüssel zu schichtenbezogenen Mischproben vereint.

Die Proben wurden in gasdicht verschließbare Glasgefäße (Volumen 1.000 ml) gefüllt. Aufgrund sensorischer Unauffälligkeit wurden sämtliche Proben im Rückstelllager der GMP eingelagert. Die Bohrschappen wurden jeweils nach Entnahme der Bodenproben gereinigt.

Die Probenahmen sind in den Schichtenprofilen der Anlage 3.1 - 3.7 links neben den Profilsäulen dokumentiert.

#### **Mischproben (Abfall)**

Das bei der Herstellung der Grundwassermessstellen angefallene Bohrgut wurde in einem Container zur Entsorgung bereitgestellt und durch einen Mitarbeiter der GMP (Sachkundiger Probenehmer gem. LAGA PN 98) am 12.09.2023 beprobt.

Angaben zu den Probenahmebedingungen sowie zur Bodenart etc. sind im Probenahmeprotokoll (Anlage 5.4) sowie in der Ergebnisdokumentation mit Anlagen /21/ dokumentiert. Es wurden keine sensorischen Auffälligkeiten festgestellt.

### **3.9 Grundwasseruntersuchungen**

#### **Kurzpumpversuch RFP 4**

Zur Prüfung, ob die DN 50 Messstelle gut an den Aquifer angebunden ist und in Abstimmung mit den Behörden (LRA, WWA) gegebenenfalls anstelle der geplanten Zustrom DN 125 GWM verwendet werden kann, wurde diese klar gepumpt und ein Kurzpumpversuch durchgeführt.

Der Grundwasserbeobachtungspegel RFP 4 wurden am 03.06.2022 zunächst mittels einer Saugpumpe durch mehrmaliges abpumpen und wiederansteigen lassen der Wassersäule klar gepumpt.

Danach wurde das Grundwasser in der DN 50 Messstelle ca. 15 Minuten mit einer Förderrate von 0,05 l/s (Comet-Unterwassertauchpumpe) permanent abgepumpt.

Das Pumpversuchprotokoll ist als Anlage 5.1 beigelegt.

#### **Grundwasserprobenahme**

Zur Untersuchung des Grundwassers wurde zunächst der DN 50 Grundwasserbeobachtungspegel RFP 4 am 04.10.2022 beprobt. Die Grundwassermessstellen GWM 1 und GWM 2 wurden am 08.11.2023 beprobt.

Die Grundwasser-Probenahme an der DN 50 Messstelle erfolgte mittels Comet-Unterwassertauchpumpe. Die Probenahme DN 125 Messstellen wurden jeweils mittels frequenzgesteuerter Unterwassertauchpumpe durchgeführt. Das abgepumpte Wasservolumen wurde mit einer Wasseruhr aufgezeichnet. Die Probenahmebedingungen wurden mittels Onlinemessung der elektrischen Leitfähigkeit, des Sauerstoffgehaltes, des Redoxpotentials sowie des pH-Wertes überwacht und dokumentiert. Die Probenahme erfolgte nach Erreichen der Messwertkonstanz.

Die Grundwasserproben wurden jeweils laminar in luftdicht verschließbare 1.000 ml Braunglas-, 250 ml Glasschliff- und 100 ml PE-Flaschen abgefüllt.



Die Protokolle der Grundwasserprobenahmen sind diesem Gutachten als Anlage 5.2 beigelegt.

### **3.10 Chemische Analytik**

#### **Grundwasserproben**

Die Grundwasserproben aus RFP 4 sowie GWM 1 und GWM 2 wurden auf die Differenzwerte für Basisparameter im Grundwasser gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1, Anhang 3, Tabelle 2 sowie auszugsweise auf die Leitparameter für Grundwasser gemäß Anhang 3 Tabelle 4 untersucht.

#### **Abfalltechnische Analysen**

Das bei der Herstellung der Grundwassermessstellen angefallene Bohrgut wurde in einem Container zur Entsorgung bereitgestellt und nach Abstimmung mit dem Entsorgungsbetrieb auf den Parameterumfang gem. Eckpunktepapier zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen Stand Juni 2021 untersucht.

Das im Zuge der Klarpumpversuche durch die Bohrfirma in einen zweiten Container abgepumpte Grundwasser wurde nach Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt auf den Parameterumfang gem. Merkblatte 4.5/15 „Einleitung kontaminierter Wasser“ Stand 07/2005 analysiert.

#### **Prüflabore**

Die Grund- und Abwasseranalysen wurden von dem Prüflabor CLG - Chemisches Labor Dr. Graser, Schonungen durchgeführt. Die abfalltechnische Analyse des Bohrgutes wurde durch das Prüflabor AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg durchgeführt.

Die Labore sind nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Prüfberichte der Labore sind diesem Gutachten als Anhang beigelegt. Angaben zu den Bestimmungsmethoden und Bestimmungsgrenzen sind den Prüfberichten zu entnehmen.

### **3.11 Einmessung**

Die Lage der DN 50 Grundwasserbeobachtungspegel und der Messpunkte Oberflächenwasser wurde durch GMP mittels GPS eingemessen. Die Höhe der Grundwasserbeobachtungspegel und der Oberflächenwasserspiegel in den Gräben und den Fischteichen wurden durch GMP zur Erhöhung der Messgenauigkeit geometrisch nivelliert. Die Rechts- und Hochwerte sowie die Höhen der DN 125 Grundwassermessstellen wurden durch die Bohrfirma mittels GPS eingemessen.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind im Lageplan der Anlage 2.1 eingezeichnet. Die Ansatzhöhen sowie die Rechts- und Hochwerte sind in den Ausbauplänen der Anlage 3 angegeben.

### **3.12 Stichtagsmessung**

Zur Ermittlung der Grundwasserfließrichtung wurden am 09.05.2022 und am 03.06.2022 Stichtagsmessungen der Wasserstände an RFP 1 - 4 bzw. RFP 5 mittels Kabellichtlot durchgeführt.

Am nördlichen Entwässerungsgraben wurden insgesamt vier, an den Oberflächengewässern (Tümpel neben Hütte; Fischteich klein; Fischteich groß) drei Messpunkte mittels geometrischem Nivellement eingemessen.

Die Lage sämtlicher Wasser-/Grundwassermessstellen ist im Grundwassergleichplan der Anlage 2.2 eingezeichnet.

## **4. Untersuchungsergebnisse**

### **4.1 Luftbildauswertung**

Nach Auswertung der vorhandenen Luftbilder von 1964, 1976, 1980 und 1987 sind lediglich im Luftbild von 1976 deutliche bauliche Veränderungen im westlichen Bereich der Untersuchungsfläche ersichtlich.

Im Luftbild von 1964 ist im Bereich des heutigen Fischteichs bereits ein durch einen Fahrweg zweigeteilter, etwas kleinerer Teich zu erkennen, der vermutlich von Südosten über einen offenen Zulauf (Graben) gespeist wird. Die Restfläche der heutigen Fl. Nr. 249 besteht vermutlich aus mit Gräben durchzogenen Feuchtwiesen. Der Entwässerungsgraben bzw. der Baumbestand an der Südseite der Altdeponie ist bereits zu erkennen.

Im Luftbild von 1976 sind südlich des Kreuzungsbereichs der Feldwege auf Fl. Nr. 211 und 249 deutliche, unmittelbar vor dem 02.04.1976 entstandene, bauliche Veränderungen (Aufschüttungen, Abgrabungen, Schüttkanten, Fahrspuren) zu erkennen. Im westlichen Bereich der Fl. Nr. 249 sind ebenfalls veränderte Geländestrukturen und Fahrspuren zu erkennen, die gegebenenfalls auf einen früheren Verfüllzeitraum schließen lassen. Im östlichen Bereich der Fl. Nr. 249 (jetzt kleiner Teich) ist noch immer Grünland (Feuchtwiese) zu erkennen. Der Teich wurde erweitert, der Fahrweg in der Mitte des Teichs rückgebaut. Auf den Flächen nördlich, westlich und südlich der Deponie sind keine baulichen Veränderungen zu erkennen.

Die Flächen werden land- bzw. forstwirtschaftlich genutzt. Der Umgriff der vermuteten Deponiefläche gemäß Luftbild von 1976 ist im Lageplan der Anlage 2.2 dargestellt. Demnach umfasst die Deponie eine Fläche von ca. 6.250 m<sup>2</sup>.

In den Luftbildern von 1980 und 1987 ist der kleine Teich westlich des großen Teichs zu erkennen, der nach Angabe eines Zeitzeugen zur Abdeckung der Deponie ausgehoben wurde. Die vermutete Deponiefläche erscheint weitestgehend eingeebnet.

Die Luftbilder sind als Anlage 4.1 bis 4.4 beigelegt.

## **4.2 Kampfmittel**

Sämtliche Aufschlusspunkte konnten oberflächlich mittels Magnetometer-Sonde freigegeben werden.

Eine flächige Kampfmittelfreigabe der Untersuchungsfläche kann aufgrund der punktuell ausgeführten Freimessungen nicht erfolgen.

Die Tätigkeitsberichte der Süddeutschen Kampfmittelräumung, Weidenberg liegen als Anlage 6 bei.

### **4.3 Einmessung**

Die Ansatzhöhen in m NHN sowie die Rechts- und Hochwerte sind den Schichtenprofilen in Anlage 3 zu entnehmen.

### **4.4 Untergrundverhältnisse**

#### **Schichtenabfolge**

Der im Zuge der Untersuchungen erkundete Untergrundaufbau kann vereinfacht mit folgenden Schichten dargestellt werden:

1. bodenähnliche Auffüllungen
2. quartäre Talfüllungen
3. verwitterter Ton- bzw. Sandstein (Keuper) des Mittleren- und Unteren Bursandstein (kbu; kbm)

Die genaue Schichtenfolge kann den Tiefenprofilen der Anlage 3 entnommen werden.

#### **Auffüllungen**

Mit Ausnahme der RFP 3 wurden an allen im Zuge der DU ausgeführten Aufschlüssen aufgefüllte, 0,15 bis 0,35 m mächtige, humose Oberböden aufgeschlossen.

Unter den Oberböden folgen, mit Ausnahme der RFP 2, 4 und GWM 2 (gewachsener Boden), bodenähnliche Auffüllungen mit geringen Anteilen an bauschutttypischen Fremdbestandteilen. Die Auffüllungen reichen an RFP 5 bis maximal 1,2 m unter Geländeoberkante. Hausmüll- bzw. Bauschuttagerungen wurden nicht aufgeschlossen.

Geruchliche Auffälligkeiten innerhalb der Auffüllungen wurden nicht festgestellt.

## **Quartäre Talfüllungen**

Unter den Auffüllungen folgen quartäre, oft wechselgelagerte Lehme bzw. Sande zum Teil mit organischen Anteilen bis maximal 4,8 m u. GOK (GWM 2). Im Bereich bzw. im Schwankungsbereich des Grundwassers sind die Sedimente überwiegend rötlich bis braun bzw. grau bis beige gefärbt.

Geruchliche Auffälligkeiten wurden in den quartären Sedimenten nicht festgestellt.

## **Verwitterte Ton- und Sandsteine**

Verwitterte bis vollständig verwitterte Sandsteine, zum Teil mit tonigen Schichten wurden an allen im Zuge der DU hergestellten Aufschlüssen festgestellt.

An RFP 2 wurden unmittelbar unter dem aufgefüllten Oberboden bis 1,5 m u. GOK verwitterte Tone/Lehme (vermutlich verwitterte Basisletten des mittleren Burgsandstein) aufgeschlossen. Darunter folgen ebenfalls verwitterte Sandsteine.

Geruchlichen Auffälligkeiten wurden ebenfalls nicht festgestellt.

## **4.5 Grund-/Sickerwasser**

### **4.5.1 Klarpumpen/Kurzpumpversuch Zustrompegel RFP 4**

Zur Prüfung, ob der Grundwasserbeobachtungspegel RFP 4 als Zustrommessstelle geeignet ist wurde dieser am 03.06.2022 zunächst mittels einer Saugpumpe durch mehrmaliges abpumpen und wiederansteigen lassen der Wassersäule klar gepumpt.

Danach wurde das Grundwasser in der DN 50 Messstelle ca. 15 Minuten mit einer Förderrate von 0,05 l/s (Comet-Unterwassertauchpumpe) permanent abgepumpt. Der Ruhewasserspiegel (1,89 m u. GOK) wurde hierbei um ca. 0,5 m auf 2,4 m abgesenkt.

Am Ende des Kurzpumpversuches wurde noch eine schwache Trübung sowie eine beige bis graue Färbung des Grundwassers festgestellt. Das Pumpversuchprotokoll ist als Anlage 5 beigelegt.

Grundwasseruntersuchungen an kleinkalibrigen DN 50 Grundwasserbeobachtungsmessstellen dienen gemäß LfW-Merkblatt 3.8/6 /7/ im Hinblick auf ihre Repräsentativität lediglich orientierende Betrachtungen. Nach dem Merkblatt kommen kleinkalibrige Messstellen für Grundwasserprobenahmen nur in Frage, wenn:

- sich die Untersuchungen auf flache und homogene Grundwasserleiter (oberes Stockwerk) beschränken,
- es sich um filterstabile Lockergesteine handelt,
- der Ausbau mit PVC- oder PE-HD-Rohren erfolgt.

#### **4.5.2 Grundwasserstände und Grundwasserfließrichtung**

Die Ergebnisse der am 09.05.2022 und am 03.06.2022 durchgeführten Stichtagsmessungen der Wasserstände an den DN 50 Rammfilterpegeln, an den Messpunkten an den Entwässerungsgräben sowie an den drei Oberflächengewässern (Tümpel neben Hütte; Fischteich klein; Fischteich groß) sind in der nachfolgenden Tabelle dokumentiert:

**Tabelle 1: Ergebnisse der Stichtagsmessungen**

Bezeichnung	Art	BP	Höhe BP [m NHN]	WSP (09.05.2022)		WSP (03.06.2022)	
				[m u. BP]	[m NHN]	[m u. BP]	[m NHN]
RFP 1	RFP	Seba	294,69	2,51	292,18	2,53	292,16
RFP 2	RFP	Seba	301,55	-	-	-	-
RFP 3	RFP	Seba	300,47	2,11	298,36	2,21	298,26
RFP 4	RFP	Seba	305,47	1,87	303,6	1,89	303,58
RFP 5	RFP	Seba	297,4	-	-	2,49	294,91
Teich 1 (Fischteich)	Teich	-	-	-	302,16	-	302,09
Teich 2 (klein)	Teich	-	-	-	300,32	-	299,83
Graben 1	Graben	-	-	-	298,11	-	-
Graben 1.1	Graben	-	-	-	-	-	295,54
Graben 2	Graben	-	-	-	293,88	-	-
Graben 3	Graben	-	-	-	291,98	-	-
Graben 4	Graben	-	-	-	291,42	-	-
Grube (neben Hütte)	Grube	-	-	-	303,19	-	-

**RFP:** DN 50 Rammfilterpegel  
**Seba:** Sebakappe  
**BP:** Bezugspunkt  
**WSP:** Wasserspiegel

Die Wasserspiegel an dem Zustrom-RFP 4 und dem Abstrom-RFP 1 waren demnach am 03.06.2022 um durchschnittlich 0,02 m niedriger als am 09.05.2022. An RFP 3 (unmittelbar südlich bzw. westlich der Teiche) war der Grundwasserspiegel um 0,1 m niedriger. An dem großen (westlichen) Fischteich (Teich 1) wurde am 03.06.2022 ein um 0,07 m niedrigerer Wasserspiegel gemessen. Der kleine Teich (Teich 2) war am 03.06.2022 abgelassen. Deshalb wurde ein um 0,49 m niedrigerer Wasserspiegel gemessen. An RFP 2 wurde bei keiner Stichtagsmessung Grundwasser angetroffen.

An GWM 1 wurde am 11.09.2023 ein Wasserspiegel von 1,8 m u. Geländeoberkante (291,55 m NHN) gemessen. An GWM 2 wurde am 07.09.2023 ein Wasserspiegel von 0,5 m u. Geländeoberkante (303,7 m NHN) gemessen.

Lediglich die Daten der Stichtagsmessung vom 03.06.2022 wurden aufgrund der besseren Datenqualität im Vergleich zur Stichtagsmessung vom 09.05.2022 (vier Grundwasseraufschlüsse; weniger Störeffekte durch Herstellung der RFP) mit der Software „Surfer“ (Interpolationsverfahren Kriging) als Grundwassergleichenplan dargestellt.

Die Wasserspiegel der Entwässerungsgräben sowie der Teiche wurden bei der Auswertung der Stichtagsmessung nicht berücksichtigt, da keine qualifizierten Angaben zur Anbindung der Oberflächengewässer an den quartären Grundwasserleiter getroffen werden können.

Nach Auswertung der Stichtagsmessungen fließt das Grundwasser im Bereich der vermuteten Altdeponie in nordwestlicher Richtung. Durch die Entwässerungsgräben entlang der nördlichen und südwestlichen Grenze der Deponie ist davon auszugehen, dass oberflächennahes Sicker-/Grundwasser bei höheren Wasserständen über den Graben nach Nordwesten abgeführt wird.

Unter Annahme der maximalen Ausdehnung der Deponiefläche (vgl. Anlage 2.2 „vermuteter Umgriff Deponiefläche gem. Luftbild 1976“) befindet sich GWM2 (sowie RFP 4) im Zustrom und GWM1 (sowie RFP 1) im vermuteten Grundwasserabstrom der Altdeponie. Die Abstrombreite des durch die Deponie fließenden Grundwassers beträgt zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung ca. 65 m.

Der Grundwassergleichenplan mit vermuteter Ausdehnung der Altdeponie sowie der Abstrombreite des potentiell verunreinigten Grundwassers ist in Anlage 2.2 beigelegt.

#### **4.5.3 Hydrogeologische Kenndaten**

Im Zuge der Grundwasserprobenahme konnte das Grundwasser aus GWM 1 mit einer Förderrate von durchschnittlich ca. 0,06 l/s um ca. 2,4 m abgesenkt werden. Im Zeitraum von ca. 34 Minuten wurden ca. 350 l Grundwasser abgepumpt. Ein Beharrungszustand des Wasserspiegels konnte aufgrund der geringen Ergiebigkeit nicht erreicht werden.

Das Grundwasser in der Grundwassermessstelle GWM 2 wurde ebenfalls mit einer Förderrate von ca. 0,06 l/s um ca. 3,7 m abgesenkt. Im Zeitraum von ca. 43 Minuten wurden ca. 460 l Grundwasser abgepumpt. Bei dieser Förderrate stellte sich über einen Zeitraum von ca. 20 Minuten ein Beharrungszustand ein.



Zur überschlägigen Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes im Zu- und Abstrom der Deponie wurde dieser für einen gespannten Grundwasserleiter mit folgender Formel „aus der Entnahmemenge nach Hölting“ ermittelt:

Für die Abstrommessstelle GWM 1 ergibt sich demnach folgender Durchlässigkeitsbeiwert:

$$k_f = Q / M * s$$

$k_f$ : Durchlässigkeitsbeiwert in m/s

$Q$ : Entnahmemenge in m<sup>3</sup>/s

$M$ : Mächtigkeit des genutzten Grundwasserleiters in m

$s$ : Absenkungsbetrag im Brunnen in m

$$k_{f(GWM1)} = 0,00006 \text{ m}^3/\text{s} / 3,2\text{m} * 2,4 \text{ m}$$

$$k_{f(GWM1)} = 7,8 * 10^{-6} \text{ m/s}$$

Für die Zustrommessstelle GWM 2 ergibt sich demnach folgender Durchlässigkeitsbeiwert:

$$k_{f(GWM2)} = 0,00006 \text{ m}^3/\text{s} / 4,45\text{m} * 3,7 \text{ m}$$

$$k_{f(GWM2)} = 3,4 * 10^{-6} \text{ m/s}$$

Die Probenahmeprotokolle liegen diesem Gutachten als Anlage 5.2 bei.

Unter Annahme der maximalen Ausdehnung der Deponiefläche (vgl. Anlage 2.2 „vermuteter Umgriff Deponiefläche gem. Luftbild 1976“) befindet sich GWM2 (sowie RFP 4) im Zustrom und GWM1 (sowie RFP 1) im vermuteten Grundwasserabstrom der Altdeponie. Die Abstrombreite des durch die Deponie fließenden Grundwassers beträgt zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung ca. 65 m.

Der Grundwassergleichenplan mit vermuteter Ausdehnung der Altdeponie sowie der Abstrombreite des potentiell verunreinigten Grundwassers ist in Anlage 2.2 beigefügt.

#### 4.5.4 Grundwasseranalysen

Zur Untersuchung des Grundwassers wurde zunächst der DN 50 Grundwasserbeobachtungspegel RFP 4 am 04.10.2022 beprobt. Aufgrund des erhöhten Barium-Gehaltes wurde mit den Projektbeteiligten abgestimmt eine weitere DN 125 Grundwassermessstelle im Zustrom der Deponie auszuschreiben.

Die Grundwassermessstellen 09/2023 hergestellten DN 125 Grundwassermessstellen GWM 1 und GWM 2 wurden am 08.11.2023 beprobt.

Demnach konnte das Grundwasser aus GWM 1 mit einer Förderrate von durchschnittlich ca. 0,06 l/s um ca. 2,4 m abgesenkt werden. Ein Beharrungszustand des Wasserspiegels konnte aufgrund der geringen Ergiebigkeit nicht erreicht werden. Das Grundwasser in der Grundwassermessstelle GWM 2 wurde ebenfalls mit einer Förderrate von ca. 0,06 l/s um ca. 3,7 m abgesenkt. Bei dieser Förderrate stellte sich über einen Zeitraum von ca. 20 Minuten ein Beharrungszustand ein.

Die Probenahmeprotokolle liegen diesem Gutachten als Anlage 5.2 bei.

Die Prüfberichte der Grundwasseranalysen sind als Anhang beigelegt. Zum Vergleich werden in Prüfbericht 2339770 (GWM 1 und GWM 2) die Differenz- bzw. Stufe-Werte des LfU-Merkblattes 3.8/1 /5/ angegeben, die zur Beurteilung von Schadstoffgehalten im Grundwasser heranzuziehen sind. Stoffgehalte, die die Differenz- bzw. Stufe-Werte überschreiten, sind durch rote Hervorhebung gekennzeichnet.

Im Grundwasser sämtlicher Grundwassermessstellen (auch an GWM 2 im Zustrom) wurden folgende Barium-Konzentrationen über dem Stufe-1-Wert von 300 µg/l bzw. über dem Stufe-2-Wert von 1.200 µg/l nachgewiesen:

- RFP 4 (Zustrom) 1.090 µg/l
- GWM 2 (Zustrom) 1.300 µg/l
- GWM 1 (Abstrom) 2.200 µg/l

Die Stufe-Werte im neuen, seit 05/2023 eingeführten LfU-Merkblatt 3.8/1 wurden mit 1.000 µg/l (Stufe-1-Wert) und 4.000 µg/l (Stufe-2-Wert) angesetzt.

Im Grundwasserzustrom an GWM 2 wurden zudem leicht erhöhte Konzentrationen der Pflanzenschutzmittel Atrazin (0,12 µg/l) und Desisopropylatrazin (0,16 µg/l) über dem Stufe-1-Wert von 0,1µg/l nachgewiesen.

Die Untersuchung der Wasserproben aus der Zustrommessstelle GWM 2 und der Abstrommessstelle GWM 1 auf die Basisparameter des LfW-Merkblattes Nr. 3.8/1/5/ zeigten, dass das Grundwasser einen neutralen pH-Wert aufweist. Das Grundwasser im Abstrom ist etwas stärker mineralisiert. Die an den Grundwassermessstellen gemessenen Redoxpotentiale weisen zusammen mit dem pH-Wert auf das Vorliegen indifferenter Milieubedingungen hin. Die Leitfähigkeiten von ca. 978  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (GWM 2) bzw. 1.007  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (GWM 1) sind typisch für Blasensandstein-Grundwasserleiter.

Im Vergleich des Zustroms mit dem Abstrom wurden für folgende Parameter die Differenzwerte (dienen als Anhaltspunkt für eine Beeinflussung des Grundwassers durch eine Altlast) erreicht bzw. überschritten:

- Nitratkonzentration im Zustrom (GWM 2) mit 59,1 mg/l gegenüber dem Abstrom (GWM 1) mit 27,2 mg/l erhöht und überschreitet den Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l

Weitere Auffälligkeiten wurden nicht nachgewiesen.

Die Prüfberichte des Chemischen Labors Dr. Graser, Schonungen sind diesem Bericht als Anhang beigelegt. Angaben zu den Bestimmungsmethoden und Bestimmungsgrenzen sind den Prüfberichten zu entnehmen.

## **5. Schadstoffinventar**

### **5.1 Art der festgestellten Schadstoffe**

Im Zuge der bisherigen technischen Erkundungen wurden folgende Schadstoffe nachgewiesen:

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| - Barium (Ba)               | Feststoff und Grundwasser |
| - Atrazine                  | Grundwasser               |
| - Blei (Pb)                 | Feststoff und Eluat       |
| - PAK                       | Feststoff                 |
| - Methan (CH <sub>4</sub> ) | Bodenluft                 |

Aufgrund der hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser festgestellten, erhöhten Bariumgehalte im Zu- und Abstrom der Deponie wird dieser Stoff im Folgenden näher beschrieben:

Barium kommt wegen seiner hohen Reaktivität in der Natur nicht elementar, sondern nur in Verbindungen vor. Bariumsulfat und Bariumcarbonat sind praktisch unlöslich in Wasser, deshalb ist zu vermuten, dass das im Grundwasser nachgewiesene Barium als Bariumnitrat oder Bariumchlorid vorliegt.

Ungeachtet ihrer Giftigkeit finden die o.g. löslichen Bariumverbindungen u.a. folgende Anwendungen:

- Bariumnitrat wurde z.B. während des 2. Weltkrieges in Rauchgranaten / Rauchfässern verwendet, um eine dichte, weiße Rauchentwicklung zu erzeugen. Diese wurden zur Nebelbildung bei Militäroperationen und zur Verschleierung von Truppenbewegungen eingesetzt.
- Aktuell wird Bariumnitrat überwiegend in der Pyrotechnik und in der Glas- und Keramikindustrie z.B. zur Herstellung von Glasuren verwendet
- Bariumchlorid wird aktuell in der Pyrotechnik sowie zur Härtung von Stahl und zur Herstellung von Farbpigmenten verwendet.

Nach Anhang 1-13 des Fachberichtes Nr. 21 „Hydrochemische Hintergrundwerte der Grundwässer Bayerns“ Stand 2003 des Bayerischen Geologischen Landesamtes wurde an ca. 200 Probenahmestellen aus dem „Mittleren und Oberen Keuper in klassischer Fazies“ mittlere Barium-Gehalte von 238 µg/l (arithmet. Mittel) bzw. 148 µg/l (Median) ermittelt. Das Maximum wurde mit 2.665 µg/l festgestellt.

## **5.2 Schadstoffmengen**

Angaben zu den im Deponat vorhandenen Schadstoffmengen sind aufgrund des Untersuchungskonzeptes Detailuntersuchung (Untersuchung der Deponie über den Grundwasserpfad) /12/ nicht möglich.

## 6. Schadstofffrachten

Die Berechnung der Schadstofffrachten für Barium (Stufe-Wert-Überschreitung im Grundwasser an GWM 1 im Abstrom sowie an GWM 2 im Zustrom) wurde wie folgt ermittelt:

$$Fr_{Ab} = c_{Ab} * v_f * d_{Fahne} * b_{Fahne}$$

$$Fr_{Quelle} = Fr_{Ab} - Fr_{Zu}$$

mit:

$Fr_{Ab}$ : Schadstofffracht im unmittelbaren Abstrom der Schadstoffquelle [g/a]

$c_{Ab}$ : repräsentative Schadstoffkonzentration in der Abstromebene des unmittelbaren Abstroms der Schadstoffquelle bzw. -fahne [g/m<sup>3</sup>]

$v_f$ : Grundwasserfließgeschwindigkeit (Filtergeschwindigkeit) [m/a] mit  $v_f = k_f * I / n$

$k_f$ : Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

$I$ : Grundwassergefälle (hydraulischer Gradient) [-]

$n$ : nutzbare Porosität; Annahme 30 % (für sandigen, schwach schluffigen Grundwasserleiter)

$d_{Fahne}$ : vertikale Maximalausdehnung der Schadstofffahne bzw. der -quelle an der Bezugsebene (Tiefe) [m]

$b_{Fahne}$ : horizontale Maximalausdehnung der Schadstofffahne bzw. der -quelle quer zur Grundwasserfließrichtung an der Bezugsebene (Breite) [m]

$$v_f (GWM1) = 7,8 * 10^{-6} \text{ m/s} * 0,038 / 0,3$$

$$v_f (GWM1) = 9,88 * 10^{-7} \text{ m/s} = 31,2 \text{ m/a}$$

$$Fr_{(GWM1)} = 2,2 \text{ g/m}^3 * 31,2 \text{ m/a} * 3,2 \text{ m} * 65 \text{ m}$$

$$Fr_{(GWM1)} = 14.258 \text{ g/a} = 39 \text{ g/d}$$

$$v_f (GWM2) = 3,4 * 10^{-6} \text{ m/s} * 0,038 / 0,3$$

$$v_f (GWM2) = 4,3 * 10^{-7} \text{ m/s} = 13,6 \text{ m/a}$$

$$Fr_{(GWM2)} = 1,3 \text{ g/m}^3 * 13,6 \text{ m/a} * 3,2 \text{ m} * 65 \text{ m}$$

$$Fr_{(GWM2)} = 5.107 \text{ g/a} = 14 \text{ g/d}$$

$$Fr_{Quelle} = 14.258 \text{ g/a} - 5.107 \text{ g/a}$$

$$Fr_{Quelle} = 9.151 \text{ g/a}$$

$$Fr_{Quelle} = 39 \text{ g/d} - 14 \text{ g/d}$$

$$Fr_{Quelle} = 25 \text{ g/d}$$

Die „**Geringe Schadstofffracht**“ für **Barium** beträgt gem. Anhang 1, Tab. 5 LfU Merkblatt 3.8/1 **250 g/d**. Die geringe Schadstofffracht wird demnach um den Faktor 10 unterschritten.

Da sich das Deponat überwiegend in der wassergesättigten Bodenzone befindet und kaum Feststoff- bzw. Eluatuntersuchungen des Deponats vorliegen wurde die vertikale Fracht (Sickerwasserfracht) nicht berücksichtigt.

Für die sonstigen, im Zuge der bisherigen technischen Erkundungen nachgewiesenen Schadstoffe wurden aufgrund unauffälliger Stoffgehalte im Grundwasserabstrom der Deponie keine Frachten abgeschätzt.

## **7. Bewertung**

Anhand der festgestellten Schadstoffgehalte, deren räumlicher Verteilung, der Stoffeigenschaften sowie der geo- und hydrogeologischen Bedingungen und der örtlichen Verhältnisse wird für den Bereich der Deponie mittels einer Transportprognose (Sickerwasserprognose) eine Abschätzung der Stoffgehalte am Ort der Beurteilung (Übergang ungesättigte - wassergesättigte Bodenzone) durchgeführt.

### **Emissionspotentials für Barium:**

Folgende Kriterien erhöhen [+] bzw. verringern [-] das Emissionspotential maßgeblich:

- + gute Wasserlöslichkeit der Bariumverbindungen;
  - + gute Mobilität im Untergrund bzw. im Grundwasser;
  - + Schadstoffmenge (Volumen der Deponie mit Barium-Verunreinigungen) ist nicht bekannt;
  - + Bariumsalze sind im Allgemeinen nicht mikrobiell abbaubar.
- geringe Frachten für Barium gem. LfU 3.8/1 neu werden 10-fach unterschritten.

### **Transmissionspotentials:**

Folgende Kriterien erhöhen [+] bzw. verringern [-] das Transmissionspotential maßgeblich:

- + Oberflächen unversiegelt;
- + Verunreinigung befindet sich überwiegend im wassergesättigten Bereich;
- + Geringer Grundwasserflurabstand (ca. 1-2 m);
- + Geringes Rückhaltepotential für anorganische Schadstoffe;
  
- Geringer Grundwasserandrang, geringe Durchlässigkeit und geringe Fließgeschwindigkeiten (überschlägig 10 -30 m/a) des Grundwassers; damit ist mit geringen Grundwasserbewegungen und hohen Verweilzeiten zu rechnen.

### **Bewertung des Immissionspotentials:**

Im Zuge der OU /11/ wurden im Feststoff sowie im Sickerwasser erhöhte Bariumgehalte nachgewiesen. Im Zuge der DU wurden an DN 125 GWM im Grundwasserzu- und Abstrom der Deponie mit 1.300 µg/l bzw. 2.200 µg/l erhöhte Bariumgehalte (> Stufe-1-Wert gem. LfU 3.8/1 neu) nachgewiesen.

Demnach wurde eine Grundwasserverunreinigung mit Barium festgestellt. Aufgrund der Lage der Abstrommessstelle im unmittelbaren Abstrom der seit den 1970 er Jahren vorhandenen Deponie ist auch am Ort der Beurteilung eine Prüfwertüberschreitung zu erwarten.

Nach Anhang 1-13 des Fachberichtes Nr. 21 „Hydrochemische Hintergrundwerte der Grundwässer Bayerns“ Stand 2003 des GLA (vgl. Kapitel 5.1) wurde an Grundwassermessstellen aus dem „Mittleren und Oberen Keuper in klastischer Fazies“ ein maximaler Barium-Gehalt von 2.665 µg/l festgestellt.

### **Bewertung des Gefährdungspotentials:**

Nach § 15 Abs. 8 BBodSchV ist bei der Bewertung von Untersuchungsergebnissen und der Entscheidung über die zu treffenden Maßnahme zu berücksichtigen, ob erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser oder andere Schadstoffausträge auf Dauer nur geringe Schadstofffrachten und nur lokal begrenzt erhöhte Schadstoffkonzentrationen in Gewässern erwarten lassen.

Aufgrund folgender Punkte ist mit einer Prüfwertüberschreitung am Ort der Beurteilung zu rechnen:

- Die Barium-Gehalte im unmittelbaren Grundwasserabstrom (GWM 1) der seit den 1970 er Jahren bestehenden Deponie überschreiten den Stufe-1-Wert gem. LfU 3.8/1 neu; 05/2023. (Nach Abzug der evtl. geogen bedingt erhöhten Zustromkonzentration unterschreitet der Barium-Gehalt im Abstrom den Stufe-1-Wert). Eine zukünftige Erhöhung der Schadstoffkonzentration sowie der Schadstofffracht gegenüber der aktuellen Situation ist nicht zu erwarten;
- Das Kriterium „geringe Schadstofffracht“ wird eingehalten;
- Das Kriterium „lokal begrenzt erhöhte Schadstoffkonzentration im Grundwasser“ ist aufgrund der Deponiegröße von ca. 6.200 m<sup>2</sup> und der Lage der GWM 1 im unmittelbaren Grundwasserabstrom nicht erfüllt;
- Nach derzeitigem Kenntnisstand ist aufgrund der guten Wasserlöslichkeit der Barium-Verbindungen eine Ausbreitung in den 2. Grundwasserleiter nicht wahrscheinlich.

Der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast kann mit den durchgeführten Untersuchungen nicht abschließend beurteilt werden. Es sind weitere Untersuchungen erforderlich.

## 8. Empfehlungen

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse schlagen wir folgende weitere, gegebenenfalls schrittweise durchzuführenden Untersuchungen zur abschließenden Gefährdungsbeurteilung vor:

- Erneute Untersuchung der Grundwassermessstellen (Parameter: Barium, Blei, PAK, PSMBP) sowie Durchführen von Stichtagsmessungen zur Verifizierung der bisherigen Untersuchungsergebnisse möglichst bei hohen und niedrigen Grundwasserständen (insgesamt 4 Untersuchungskampagnen jeweils Frühjahr und Herbst 2026 und 2027);
- Gegebenenfalls Untersuchungen zur Ermittlung der Fahnenausdehnung mittels weiterer DN 125 Grundwassermessstellen (Trinkwasserschutzgebiet Mühlhausen befindet sich ca. 450 m nordwestlich, in Abstromrichtung der Altdeponie).



Kann der Gefahrenverdacht durch die weiteren Untersuchungen nicht ausgeschlossen werden ist zu bewerten, inwieweit Sanierungs-, Schutz- oder Beschränkungsmaßnahmen im Sinne des § 2 Absatz 7 und 8 des BBodSchG /1/ für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser erforderlich sind. Im Einzelfall können Eigenkontrollmaßnahmen nach § 15 Absatz 2 BBodSchG ausreichend sein.

Aufgrund der festgestellten Grundwasserverunreinigungen ist dieses Gutachten mit allen Anlagen im Rahmen der Mitteilungspflicht gem. Art. 1 BayBodSchG /3/ unverzüglich an die zuständige Genehmigungs- und Fachbehörde zur Stellungnahme weiterzuleiten.

Eine rechtsverbindliche Entscheidung über weitere, unmittelbar oder zukünftig erforderliche Maßnahmen trifft das Landratsamt Erlangen-Höchstadt sowie das Wasserwirtschaftsamt Nürnberg.



**Dipl.-Geogr. E. Ehrt**  
(Abteilungsleiter Umwelt)



**Dipl.-Ing. Umweltsicherung A. Reinhart**  
(Sachverständiger § 18 BBodSchG (SG2))

**Verteiler** (per E-Mail):

Markt Mühlhausen, Herr Kröll

Wasserwirtschaftsamt Nürnberg, Herr Roland Wolkersdorfer

Landratsamt Erlangen-Höchstadt, Herr Leuchs

Gesellschaft für Altlastensanierung in Bayern mbH, Herr Zobel