

# Hydrogeologisches Gutachten

zum Abbau von Kies und Sand (Trockenabbau)  
auf den Grundstücken Flur Nr. 558, 559/3, 559/4, 559/5T, 560,  
656, 657, 657/2 und 657/3 der Gemarkung Oberempfenbach  
im Landkreis Kelheim und  
auf dem Grundstück Flur Nr. 173  
der Gemarkung Oberlauterbach  
im Landkreis Pfaffenhofen a.d.Ilm

## Auftraggeber:

Firma Kieswerk Oberempfenbach GmbH  
Schieleinweg 1, 85290 Geisenfeld

erstellt im Juni 2021 durch

<b>B</b>	Büro für
<b>G</b>	Geotechnik und
<b>U</b>	Umweltfragen

Dr. Schott &  
Dr. Straub  
GbR

< **Beratung**      < **Planung**  
< **Gutachten**    < **Sanierung**

---

**Ingenieurbüro und Sachverständige für  
Angewandte Geologie / Hydrogeologie**

---

Glatzer Straße 5, 82319 Starnberg  
Tel.: 08151-6805, Fax: 08151-21845  
e-mail: [BGU-Sta@t-online.de](mailto:BGU-Sta@t-online.de)  
Internet: [www.bgu-schott.de](http://www.bgu-schott.de)

---

<u>Inhaltsverzeichnis:</u>	Seite
<b><u>1</u></b> <b><u>Veranlassung</u></b> .....	5
<b><u>2</u></b> <b><u>Kurzbeschreibung des Vorhabens</u></b> .....	5
<b><u>3</u></b> <b><u>Durchgeführte Untersuchungen und verwendete Unterlagen</u></b> .....	5
<b><u>4</u></b> <b><u>Geologisch - hydrogeologische Situation</u></b> .....	7
4.1 <u>Gebietsübersicht</u> .....	7
4.2 <u>Schichtenaufbau am Abbaugelände</u> .....	7
4.3 <u>Grundwasserleiter und -sohlschicht</u> .....	8
4.4 <u>Grundwasserhöhen und -fließrichtung</u> .....	9
4.5 <u>Schichtwasserzutritte</u> .....	9
4.6 <u>Höchstwasserstand (Bemessungswasserstand)</u> .....	10
4.7 <u>Geohydraulische Kenndaten</u> .....	11
4.8 <u>Grundwasserneubildung</u> .....	11
<b><u>5</u></b> <b><u>Boden- und Grundwasseruntersuchungen</u></b> .....	11
5.1 <u>Natürlich anstehender Boden</u> .....	11
5.1.1 Kornverteilungen .....	11
5.1.2 Wasserdurchlässigkeiten der ungesättigten Zone .....	12
5.1.3 Sorptionskapazitäten .....	12
5.1.4 Hintergrundgehalte des natürlich anstehenden Bodens .....	12
5.2 <u>Grundwasserbeschaffenheit</u> .....	14
<b><u>6</u></b> <b><u>Festlegung der Abbausohlhöhen</u></b> .....	14
<b><u>7</u></b> <b><u>Bewertung der Deckschichten</u></b> .....	15
<b><u>8</u></b> <b><u>Wasserwirtschaftliche Situation</u></b> .....	16
<b><u>9</u></b> <b><u>Bewertung des Standortes nach Eckpunktepapier (Verfüllung)</u></b> .....	16
9.1 <u>Bewertungsgrundlagen</u> .....	16
9.2 <u>Bewertung der Verfüllung</u> .....	17

---

<b>10</b>	<b><u>Planungsvorgaben</u></b> .....	19
<b>11</b>	<b><u>Massenberechnung und Abbaumächtigkeiten</u></b> .....	19
<b>12</b>	<b><u>Zusammenfassung</u></b> .....	20

---

### **Anlagen:**

- 1.1      Übersichtsplan 1 : 25.000
  - 1.2      Übersichtsplan mit Abbauabschnitten, Köppel Landschaftsarchitekt, 08.03.2021
  - 2.1      Lageplan 1 : 2.500
  - 2.2      Lageplan 1 : 2.500 mit Luftbild
  - 3.1      Geologische Karte 1 : 10.000
  - 3.2      Hydrogeologische Karte 1 : 25.000
  - 4         Kenndaten der Bohrungen und Grundwasserhöhen
  - 5.1-11   Schichtenprofile und Ausbaupläne der Bohrungen
  - 6.1-6    Geologisch - hydrogeologische Profilschnitte 1 bis 5 mit Lageplan
  - 7         Höhenlinienplan für geologische Barriere
  - 8.1+2    Grundwasserganglinie der amtlichen Messstelle Wolnzach T2 mit Lageplan
  - 9.1+2    Geohydraulische Kenndaten
  - 9.3      Niederschlag und klimatische Wasserbilanz an der Klimastation Hüll mit Lageplan
  - 10        Bewertung der Deckschichten nach Hölting
  - 11        Lageplan mit Wasserschutzgebieten
  - 12.1-3   Massenbilanzierungen und Abbaumächtigkeiten
-

**Anhang:**

- A Schichtenprofile / Schichtenverzeichnisse für die Bohrungen B1 bis B8 sowie Ausbaupläne und Ergebnisse der Pumpversuche für die Bohrungen B1 und B6, Aufzeichnungen der Bohrfirma Becker + Bosch Bodenerkundung GmbH, Aschheim.
  - B Korngrößenverteilung der Kiese und Sande (Mischproben der Bohrungen B2 bis B8), Prüfbericht 200767, GHB Consult GmbH vom 30.07.2020.
  - C Korngrößenverteilung der Schluffe und Tone, Prüfberichte 210239 (7 Stück), GHB Consult GmbH vom 17.02.2021.
  - D Kationenaustauschkapazitäten, Prüfbericht CMU21-002746-1, Wessling GmbH vom 22.02.2021.
  - E Bodenchemische Untersuchungsergebnisse (Hintergrundwerte), Prüfbericht AR-20-KS-005372-01, Eurofins Umwelt Ost GmbH vom 23.07.2020.
  - F Probenahmeprotokolle für Grundwasserprobenahme vom 22.09.2020, BGU - Dr. Schott & Dr. Straub GbR.
  - G Untersuchungsergebnisse für Grundwasserbeschaffenheit, Prüfbericht AR-20-KS-005372-01, Eurofins Umwelt Ost GmbH vom 23.07.2020.
  - H Ingenieurgeologisches Gutachten - Standsicherheitsuntersuchung (Auszug, Textteil), GHB - Consult GmbH, 30.12.2020
  - I Anlage 6 des Leitfadens zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen
- 

CD-ROM Fotodokumentation der Bohrungen

## **1** **Veranlassung**

Die Firma Kieswerk Oberempfenbach GmbH plant auf den Grundstücken Flur Nr. 558, 559/3, 559/4, 559/5T, 560, 656, 657, 657/2 und 657/3 der Gemarkung Oberempfenbach im Landkreis Kelheim und auf dem Grundstück Flur Nr. 173 der Gemarkung Oberlauterbach im Landkreis Pfaffenhofen a.d.Ilm einen Abbau von Sand und Kies. Die Grube soll nach dem Abbau verfüllt werden.

Das Büro für Geotechnik und Umweltfragen (BGU) - Dr. Schott & Dr. Straub GbR wurde von der Firma Kieswerk Oberempfenbach GmbH mit der Erhebung und Darstellung der geologisch - hydrogeologischen Verhältnisse sowie der Bewertung des Vorhabens in Bezug auf diese Fachfragen beauftragt.

## **2** **Kurzbeschreibung des Vorhabens**

Die Lage des Vorhabens ist in dem Übersichtsplan der Anlage 1.1 dargestellt. Das Abbauvorhaben befindet sich rund 1,5 km südwestlich der Ortschaft Oberempfenbach, direkt westlich angrenzend an die Autobahn A93 München - Regensburg. Die einzelnen Abbauabschnitte (BA1 - BA5) zeigt die Anlage 1.2.

Die Abbaufäche (Böschungsumgriff) umfasst gut 18 ha, wobei der größte Teil (ca. 4/5 der Fläche) sich innerhalb der Gemarkung Oberempfenbach der Stadt Mainburg im Landkreis Kelheim befindet. Der kleinere Anteil mit ca. 1/5 der Fläche liegt innerhalb der Gemarkung Oberlauterbach der Gemeinde Wolzach im Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm.

Das hügelige Gelände ist bewaldet. Die Geländehöhen reichen von rund 470 müNN am nördlichen / westlichen Rand bis auf 504 müNN im südlichen Teil des Abbauvorhabens.

## **3** **Durchgeführte Untersuchungen und verwendete Unterlagen**

Zur Bewertung der geologisch - hydrogeologischen Situation fanden folgende Untersuchungen statt:

- 3.1 Ausführung von insgesamt acht Bohrungen, davon die Bohrungen B1 - B5 im Zeitraum von Nov. 2018 - Jan. 2019 und die Bohrungen B6 - B8 im Mai 2020.  
Die Bohrungen wurden als Trockenbohrungen (Rammkernbohrungen) im Durchmesser 220 - 300 mm durch die Firma Becker + Bosch Bodenerkundung GmbH, Ascheim ausgeführt. Die Bohrungen B1 und B6 wurden mittels PVC - Filter- und Vollrohren im Durchmesser 150 mm zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Diese beiden Bohrungen wurden bis zu den jeweiligen Endteufen mit einem Bohrdurchmesser von 300 mm ausgeführt.  
Die Bohrungen B2 - B5, B7 und B8 wurden mit Füllkies, quellfähigem Ton bzw. Dämmen rückverfüllt. Die Bohrungen erreichen Endteufen von 39 - 56 m.

Die Bohrungen wurden den Landratsämtern angezeigt und mit den Schreiben des Landratsamtes Kelheim vom 4.9.2018 und vom 15.4.2020 sowie dem Schreiben des Landratsamtes Pfaffenhofen a.d. Ilm vom 11.9.2018 genehmigt.

- 3.2 Engständige Entnahme von Bodenproben an den Bohrungen (Kernkisten) zur Beurteilung der Lagerstättenqualität, der Ausbildung der Deckschichten über dem Grundwasserleiter und der geogenen Hintergrundgehalte der Schichten.
- 3.3 Untersuchung von Bodenproben im geotechnischen Labor auf ihre Kornverteilung (Sieb-/Schlammanalysen). Diese Untersuchung umfasst sowohl die Kiese und Sande der Lagerstätte als auch die bindigen Schichten (Schluffe, Tone) der natürlich anstehenden Sorptions- / Barrierelagen.
- 3.4 Untersuchung von Bodenproben im Labor auf ihre eff. Kationenaustauschkapazität.
- 3.5 Untersuchung von Bodenproben im Labor auf ihre bodenchemische Zusammensetzung (Analyseumfang nach den Anlagen 2 und 3 des Verfüll - Leitfadens zum Eckpunktepapier).
- 3.6 Grundwasserprobenahme am 22.9.2020 an den Grundwassermessstellen B1 und B6 mit Analytik der Proben nach dem Parameterumfang nach der Anlage 4 des Verfüll - Leitfadens zum Eckpunktepapier.

Die Lage der Bohransatzpunkte ist in den Anlagen 2 dargestellt. Die Vermessung der Bohransatzpunkte B1- B8 nach Lage und Höhe fand durch das Ingenieurbüro Huber, Mainburg statt.

Neben den in den Jahren 2018 und 2020 ausgeführten Bohrungen B1 - B8 wurden am Abbaugelände bereits im Jahr 1991 drei Bohrungen B1/91, B2/91 und B3/91 abgeteuft. Weiter wurde eine Bohrung im Jahr 1977 (B1/77) ausgeführt, für die aber kein Schichtenprofil vorliegt.

Für die geologisch - hydrogeologische Bewertung des Vorhabens stehen weiter im Internet unter: "www.lfu.bayern.de" (UmweltAtlas Bayern), "www.geoportal.bayern.de" (Bayern-Atlas) und "www.gkd.bayern.de" (Gewässerkundlicher Dienst Bayern) Fachdaten zur Verfügung. Dazu zählen Übersichtspläne, Bohrprofile und Grundwasserstandsdaten an amtlichen Messstellen.

Für das Plangebiet liegt ein Erläuterungsbericht vom 20.7.1992 (Vorabzug) zum Antrag auf landesplanerische Beurteilung einer geplanten Kiessandgewinnung der Lagerstättenberatung Gesellschaft m.b.H vor. Antragstellerin war die Sand- und Kieswerk Steinbach GmbH & Co.KG.

Allgemeine Planungsvorgaben sind in folgenden Regelwerken beschrieben:

- 3.7 Richtlinie für Anlagen zur Gewinnung von Kies, Sand, Steinen und Erden - Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen vom 9. Juni 1995 (AllMBl 13/1995, S. 589), zuletzt geändert durch Bekanntmachung vom 12. April 2002 (AllMBl 5/2002, S. 234).

3.8 Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden) in der Fassung vom 23.12.2019, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz.

## **4 Geologisch - hydrogeologische Situation**

### **4.1 Gebietsübersicht**

Anstehend sind tertiäre Schichten (Obere Süßwassermolasse, Mischserie und nördliche Vollschotter-Abfolge). Die Verbreitung der Schichten ist in der Anlage 3.1 dargestellt. Die Schichtenabfolge gliedert sich entsprechend den Angaben in der geologischen Karte (UmweltAtlas Bayern) wie folgt:

Mischserie (OSM), Schotter, Kiese, Quarz-dominiert, sandig (miMS,G),

Mischserie (OSM), Fein- bis Mittelsande, selten Grobsande (miMS,S),

Nördliche Vollschotter-Abfolge (oberer Teil), Mergel, Ton-, Schluff-, Sand- oder Kalkmergel (miNVO,M),

Nördliche Vollschotter-Abfolge, Fein- bis Mittelsande, selten Grobsande (miNV,S),

Nördliche Vollschotter-Abfolge, Schotter, Kiese, Quarz-dominiert, mit Kristallin- und Karbonat-Geröllen, wechselnd sandig (miNV,G).

Oberflächennah stehen im größten Teil des Abbaugeländes Schichten der Mischserie an. Innerhalb der tertiären Schichten gibt es, in Abhängigkeit der Verbreitung der wasserstauenden Schichten (Mergel, Tone, Schluffe) verschiedene Höheniveaus mit Grund- und Schichtwasservorkommen.

Stellenweise sind die tertiären Sedimente von Lößlehm überdeckt.

Als Böden stehen Braunerden an, die sich auf den tertiären kiesführenden Lehmsanden bis Sandlehmen und Lösslehm gebildet haben, sowie in den Geländesenken auch Kolluvisole (Böden auf Abschwemmmassen).

### **4.2 Schichtenaufbau am Abbaugelände**

Die Schichtenprofile der Bohrungen, die Ausbaupläne und die Ergebnisse der Pumpversuche der ausgebauten Bohrungen B1 und B6 sind in den Anlagen 5 sowie im Anhang A dokumentiert.

Die Grundwassermessstelle B1 befindet sich am westlichen (unterstromigen) Rand, die Messstelle B6 liegt am nordöstlichen (oberstromigen Rand) des Abbaugeländes.

Die Bohrungen B2 - B5, B7, B8 sowie die Bohrungen B1/91 - B3/91 verteilen sich über das gesamte Abbaugelände.

Die Bohrung B1, die auf einer niedrigen Geländehöhe von 470 mÜNN ansetzt, erschließt zuerst 4 m mächtige, vor allem schluffig-tonige Deckschichten. Darunter stehen bis 9,6 m Tiefe sandig-kiesige Schichten an, die bis 18,3 m von einer 8,7 m mächtigen Schluff- / Tonschicht unterlagert werden. Darunter folgt bis 40,8 m Tiefe eine Wechsellagerung von

Sanden und Kiesen, in die bei 27,6 - 28,6 m eine geringmächtige Schlufflage eingeschaltet ist. Von 40,8 - 42 m Tiefe ist ebenfalls eine Schlufflage ausgebildet. Die Bohrung wurde als Grundwassermessstelle mittels PVC-Filter- und Vollrohren (DN 150) ausgebaut. Die Filterrohre reichen von 31 - 41 m unter Gelände.

Das Grundwasser wurde am 22.9.2020 bei 33,05 m unter Gelände eingemessen. Dies entspricht einem Niveau von 436,98 müNN. Die Grundwassersohlschicht wurde bei 40,8 m erreicht (429,3 müNN). Das Grundwasser hat eine Mächtigkeit von 7,68 m.

An der Bohrung B6 stehen ab der Geländeansatzhöhe bei rund 469 müNN bis 12,2 m Tiefe im wesentlichen Sande und Kiese an. Dann folgt eine 2,6 m mächtige Schicht aus Schluffen und Tonen, die bis 21,3 m von fein- bis mittelsandigen, teils kiesigen Schichten unterlagert werden. Im Teufenbereich von 21,3 - 26,5 m folgt eine 5,2 m mächtige Lage aus Schluffen und Tonen. Zwischen 26,5 - 35,1 m Tiefe sind Sand- und Kieslagen anstehend, die bis zur Endteufe der Bohrung bei 39 m von bindigen Schluffen und Tonen unterlagert werden. Die Bohrung wurde als Messstelle (DN 150) ausgebaut. Die Filterrohre erschließen die Schichten zwischen 28 m und 35 m unter Gelände.

Das Grundwasser wurde am 22.9.2020 bei 31,41 m unter Gelände eingemessen. Dies entspricht einem Niveau von 437,65 müNN. Die Grundwassersohlschicht setzt bei 36,7 m (432,4 müNN) an. Das Grundwasser hat mit 5,25 m eine geringere Mächtigkeit als am Bohrpunkt B1. An der Bohrung B6 wurde bei 20,71 m (448,35 müNN) auf der Tonlage bei 21,3 m ein mit 0,59 m geringmächtiges schwebendes Schichtwasservorkommen festgestellt.

An den Bohrungen B2 - B5, B7, B8 und B1/91 - B3/91 wurden hauptsächlich Wechselagerungen von Feinsanden, Mittelsanden und Fein-/Mittelkiesen aufgeschlossen, in die Schluff- und Tonlagen eingeschaltet sind. Die Schichtenverteilung im Abbaugelände ist in den insgesamt fünf Profilschnitten der Anlagen 6 dargestellt.

Ab einem Höhenniveau von 446,6 - 457,9 müNN ist an allen Bohrungen im Abbaugelände eine schluffig - tonige Schicht (geologische Barriere) ausgebildet. Das an den Bohrungen B1 und B6 erschlossene Grundwasservorkommen weist mit rund 437 müNN (Messung vom 22.9.2020) ein deutlich tieferes Niveau auf. Der Höhenverlauf (Isolinienplan) der Oberkante dieser geologischen Barriere ist in der Anlage 7 dargestellt, die Höhen an den einzelnen Bohrungen sind in der Anlage 4 aufgelistet.

An der Bohrung B1, die sich leicht westlich des Abbaugeländes befindet, wird mit 460,4 müNN der höchste Punkt der Barrierschicht erreicht, während an den Bohrungen B8 mit 446,7 müNN und an B6 mit 447,8 müNN die Tieflagen erkundet wurden.

#### 4.3 Grundwasserleiter und -sohlschicht

Den Grundwasserleiter stellen die tertiären Kiese und Sande dar, die am Abbaugelände zwischen rund 429 müNN (Grundwassersohlschicht) und 437 müNN (Grundwasserspiegel) anstehen.



#### 4.4 Grundwasserhöhen und -fließrichtung

Die Grundwasserhöhen des tertiären Hauptgrundwasserleiters sind entsprechend den Angaben in der hydrogeologischen Karte 1 : 100.000 (UmweltAtlas Bayern) in der Anlage 3.2 verzeichnet. Am Abbaugelände liegt das Grundwasserniveau im Hauptgrundwasserleiter nach der hydrogeologischen Karte bei rund 426 - 428 müNN. Das Grundwasser fließt mit einem Gefälle von 0,45% von Südosten nach Nordwesten.

Die Grundwasserhöhen wurden am Stichtag den 22.9.2020 am Abbaugelände zwischen 436,98 müNN (Messstelle B1) und 437,65 müNN (Messstelle B6) eingemessen. Es wird am Abbaugelände, vergleichbar dem Hauptgrundwasserleiter, von einer von Südosten nach Nordwesten gehenden Fließrichtung ausgegangen.

Das über die Messstellen B1 und B6 am Abbaugelände erschlossene Grundwasser weist Höhen auf, die nach den Angaben in der hydrogeologischen Karte 1 : 100.000 um rund 10 m über dem Niveau des tertiären Hauptgrundwasserleiters liegen.

Die verschiedenen Höhen der einzelnen Grund- / Schichtwasservorkommen zeigt beispielhaft die Situation bei der Ortschaft Brunn, nördlich des Abbauvorhabens. Diese Höhenangaben sind in der Anlage 3.2 verzeichnet. Hier werden Grund- / Schichtwasserhöhen von 426,5 müNN (tertiärer Hauptgrundwasserleiter), von 438,81 und 439,25 müNN sowie von 453,86 müNN beschrieben. Die Angaben entstammen den Schichtenverzeichnissen der Bohrungen aus dem UmweltAtlas Bayern.

Die genannten Daten lassen den Schluss zu, dass es sich bei dem an den Messstellen B1 und B6 am Abbaugelände erschlossenen Grundwasserleiter vermutlich nicht um das tertiäre Hauptgrundwasservorkommen handelt.

#### 4.5 Schichtwasserzutritte

Bei Schichtwasser (Stauwasser) handelt es sich um Wasser, das sich in Abhängigkeit der klimatischen Situation (Höhe der Neubildungsraten) und der Schichtenzusammensetzung nur vorübergehend und lokal begrenzt auf den bindigen Bodenschichten über dem eigentlichen Grundwasservorkommen aufstauen kann.

Das Bohrgut der im Dez. 2018 - Jan. 2019 ausgeführten Bohrungen B2 - B5 war trocken. Es war in den Bohrlöchern bis auf die Endteufen der Bohrungen bei rund 442 - 449 müNN kein Schichtwasser- oder Grundwasserzutritt festzustellen.

An der im Mai 2020 abgeteuften Bohrung B6 war in einer Tiefe von 20,71 m (448,35 müNN) ein geringmächtiger Schichtwasseraufstau von 0,59 m festzustellen.

An der Bohrung B7 (abgeteuft im Mai 2020) wurde ein Schichtwasserzutritt bei 45,01 m Tiefe (449,61 müNN) beobachtet. Die Schichtwassermächtigkeit lag bei 0,49 m.

An der Bohrung B8 (abgeteuft im Mai 2020) trat Schichtwasser im Bohrloch in 19,49 m Tiefe (472,97 müNN) und in 44,38 m Tiefe (448,08 müNN) zu.

Die Daten der Wetterstation Hüll, die sich ca. 2,5 km südwestlich des Abbauvorhabens in einer vergleichbaren Höhenlage wie das Abbaugelände befindet, zeigt für das Jahr 2018

eine klimatische Wasserbilanz (Niederschlag - pot. Verdunstung) von 44 mm, für das Jahr 2019 von 15 mm und für das Jahr 2020 von 68 mm. Im Spätsommer / Herbst 2018 (Juli - Nov. 2018) wurde eine negative Bilanz von gesamt - 14 mm registriert. Dies verdeutlicht die Abhängigkeit der Schichtwasserführung von der klimatischen Situation.

Die bei Höhengniveaus von rund 448 - 449 müNN und rund 473 müNN festgestellten Schichtwasserhorizonte sind lokal und zeitlich begrenzt.

#### 4.6 Höchstwasserstand (Bemessungswasserstand)

Nach dem Leitfaden ist zur Bemessung des höchsten zu erwartenden Grundwasserspiegels der höchste gemessene Grundwasserspiegel zuzüglich eines Sicherheitsabstandes von 0,5 Metern zugrunde zu legen (Bemessungswasserstand). Bei fehlender Datengrundlage (Fehlen von langjährigen Messreihen) ist eine Ableitung aus Messungen an benachbarten Grundwassermessstellen möglich.

Schwebendes Grundwasser (lokal und zeitlich begrenzt auftretendes Schichtwasser) findet bei der Festlegung des höchsten zu erwartenden Grundwasserspiegels in der Regel keine Anwendung.

Langjährige Messungen der Grundwasserhöhen an den Messstellen B1 und B6 liegen für das Abbaugelände nicht vor.

Die amtliche Messstelle Wolnzach T2 befindet sich ca. 3,5 km westlich des Abbaugeländes. Die Lage der Messstelle sowie die Grundwasserganglinie für den Zeitraum Aug. 2010 - März 2021 sind in den Anlagen 8 dargestellt. Die Messstelle erschließt den tertiären Hauptgrundwasserleiter. Die Flurabstände zwischen der Geländeoberfläche und dem Grundwasserspiegel sind mit 43,4 m allerdings ähnlich wie am Abbaugelände bei Oberempfenbach einzuordnen.

An der Messstelle Wolnzach T2 wird mit Grundwasserhöhen von 418,34 - 420,31 müNN eine Schwankungsbreite von 1,97 m beobachtet. Am Stichtag den 22.9.2020, an dem die Messstellen B1 und B6 am Abbaugelände auf ihren Grundwasserstand gelotet wurden, lag die Grundwasserhöhe am Pegel Wolnzach T2 bei 418,61 müNN und somit um 1,7 m unter dem gemessenen Höchstwasserstand.

Überträgt man diese Verhältnisse auf das Abbaugelände, so ist die Grundwasserhöhe bei Hochwasserstand an der Messstelle B1 bei 438,68 müNN und am Messpunkt B6 bei 439,35 müNN einzustufen.

Damit wird der höchste zu erwartende Grundwasserspiegel (Bemessungswasserstand, Höchstwasserstand HHW) an der Messstelle B1 bei 439,2 müNN und am Messpunkt B6 bei 439,85 müNN einzuordnen sein. Berücksichtigt man eine von Südosten nach Nordwesten gerichtete Grundwasserfließrichtung, so liegt der Bemessungswasserstand bei 439,3 müNN (am unterstromigen Rand) und bei 440,4 müNN am oberstromigen Rand der Grube.

Der höchste zu erwartende Grundwasserspiegel ist in den Profilschnitten sowie in den Lageplänen der Anlagen 2 verzeichnet.

#### 4.7 Geohydraulische Kenndaten

An der Messstelle B1 wurde beim Pumpversuch im Februar 2019 über 21 Stunden gefördert. Die Grundwassermächtigkeit lag bei 6,64 m. Es wurde mit Pumpraten zwischen 1,5 - 3 l/s gefördert. Bei einer Entnahme von 3 l/s wurde eine Absenkung des Wasserspiegels von 3,65 m gemessen. Der Durchlässigkeitsbeiwert des Grundwasserleiters errechnet sich mit  $1,73 \times 10^{-4}$  m/s, die Transmissivität mit  $1,15 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s (siehe Anlage 9.1). An der Messstelle B6 wurden beim Pumpversuch im Juli 2020, bei einer Grundwassermächtigkeit von 3,66 m, mit Entnahmeraten von 0,2 und 0,3 l/s nur geringe Ergiebigkeiten festgestellt. Die Absenkung des Grundwasserspiegels lag bei der Entnahme von 0,2 l/s bei 1,3 m. Der Durchlässigkeitswert des Grundwasserleiters bestimmt sich mit  $4,6 \times 10^{-5}$  m/s, die Transmissivität mit  $1,7 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s (siehe Anlage 9.2). Die Ergiebigkeit des Grundwasserleiters liegt damit am Standort der Messstelle B6, obwohl es sich um das gleiche Grundwasservorkommen wie an der Messstelle B1 handelt, wegen der geringeren Grundwassermächtigkeit und den höheren Sandgehalten des Grundwasserleiters um das 7-fache niedriger als an der Messstelle B1.

#### 4.8 Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildungsrate ist nach der Grundwasserneubildungskarte im Umwelt-Atlas von Bayern mit 100 - 150 mm pro Jahr anzusetzen. Dies entspricht einer Grundwasserneubildungsrate von 3,2 - 4,75 l / x km<sup>2</sup>.

Nach den Erhebungen an der Klimastation Hüll, die sich wenig südwestlich des Abbaugeländes befindet, lag die klimatische Wasserbilanz (Niederschlag - pot. Verdunstung) in den letzten 10 Jahren bei 124 mm pro Jahr, sowie im gesamten Messzeitraum 1997 - 2020 bei 204 mm pro Jahr. Die Messdaten für die Jahressummen von 1996 - 2020 sind, zusammen mit einem Plan zur Lage der Klimastation, in der Anlage 9.3 dargestellt.

Die Höhe der klimatischen Wasserbilanz kann näherungsweise der Grundwasserneubildungsrate gleichgesetzt werden.

### **5 Boden- und Grundwasseruntersuchungen**

#### 5.1 Natürlich anstehender Boden

##### 5.1.1 Kornverteilungen

Von den als Lagerstätte anstehenden Kiesen und Sanden wurden an den Bohrungen Bodenproben entnommen. Dabei wurde zur petrografischen Spezifizierung der Lagerstätte eine Mischprobe aus gesamt 137 Einzelproben der Bohrkern B2 - B8 erstellt und im Labor auf ihre Kornverteilung (Sieb- / Schlämmanalyse) untersucht. Die Kornverteilungskurve zeigt der Prüfbericht im Anhang B. Das Material ist als feinkiesiger, schwach mittelkiesiger, schwach grobsandiger, schwach feinsandiger, schwach schluffiger Mittelsand

anzusprechen. Die Anteile an der Kiesfraktion betragen 32,6%, an der Sandfraktion 60,1% und an der Schluff-/Tonfraktion 7,2%.

Von den zwischen der Lagerstätte (Sande und Kiese) und dem Grundwasser anstehenden Schluffen und Tonen wurde sieben Proben im Labor auf ihre Kornverteilung analysiert. Die Ergebnisse zeigen die Kornverteilungskurven im Anhang C. Diese Schichten zeigen wechselnde Zusammensetzungen und bauen sich aus schwach sandigen, schwach kiesigen, tonigen Schluffen, feinsandigen Schluffen bis hin zu reinen Ton- / Schlufflagen auf.

### 5.1.2 Wasserdurchlässigkeiten der ungesättigten Zone

Für den schwach fein- bis mittelkiesigen, schwach fein- und grobsandigen, schwach schluffigen Mittelsand bestimmt sich aus der Kornverteilungskurve der Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ - Wert) mit  $1,55 \times 10^{-4}$  m/s (siehe Anhang B).

Die Durchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f$ - Wert) der schluffig - tonigen Barrierschicht zwischen den Kiesen und Sanden der Lagerstätte und dem Grundwasser liegen nach den Kornverteilungskurven bei kleiner als  $2,3 \times 10^{-8}$  m/s (siehe Anhang C).

### 5.1.3 Sorptionskapazitäten

Die Proben der zwischen der Lagerstätte (Sande und Kiese) und dem Grundwasser anstehenden Schluffe und Tone wurden auf ihre eff. Kationenaustauschkapazität untersucht. Die Ergebnisse (Prüfberichte) sind als Anhang D beigelegt. Die Werte schwanken zwischen 29,1 cmol/kg (feinsandiger Schluff) bis zu 44,7 cmol/kg (reiner Schluff / Ton).

Die eff. Kationenaustauschkapazität zeigt somit hohe Werte. Nach dem Verfüll - Leitfaden wird beim Einbau einer technischen Sorptionsschicht ein Wert von mindestens 5 cmol/kg gefordert.

### 5.1.4 Hintergrundgehalte des natürlich anstehenden Bodens

Zur Bewertung der Hintergrundgehalte des natürlich anstehenden Bodens wurden die an den Bohrkernen der Bohrungen B2 - B8 entnommenen Proben auf ihre bodenchemische Zusammensetzung hin untersucht. Es wurden dazu folgende Mischproben erstellt:

Bohrung B2, Mischprobe B2/MPA aus 18 Einzelproben der Sande und Kiese;

Bohrung B3, Mischprobe B3/MPA aus 26 Einzelproben der Sande und Kiese;

Bohrung B4, Mischprobe B4/MPA aus 22 Einzelproben der Sande und Kiese;

Bohrung B5, Mischprobe B5/MPA aus 22 Einzelproben der Sande und Kiese;

Bohrung B6, Mischprobe B6/MPA aus 9 Einzelproben der Sande und Kiese;

Bohrung B7, Mischprobe B7/MPA aus 19 Einzelproben der Sande und Kiese;

Bohrung B8, Mischprobe B8/MPA aus 18 Einzelproben der Sande und Kiese;

Bohrungen B2 - B8, Mischprobe B6-8/MPFF aus 11 Einzelproben der Schluffe und Tone.

Die Proben wurden in der Feinfraktion < 2 mm entsprechend dem Parameterumfang nach den Anlagen 2 und 3 des Verfüll - Leitfadens zum Eckpunktepapier analysiert. Die Ergebnisse sind im Prüfbericht im Anhang E verzeichnet.

#### Feststoffuntersuchungen:

Die Arsenwerte schwanken zwischen 13,1 mg/kg und 34,5 mg/kg. Zwei der acht untersuchten Proben unterschreiten den Z 0-Wert, 5 Proben liegen im Z 1.1-Bereich und eine Probe weist mit 34,5 mg/kg eine Z 1.2-Zuordnung auf. Zwischen der Kies-/Sand- und Ton-/Schlufffraktion zeigen sich für Arsen keine Unterschiede.

Für die Schwermetalle Chrom, Kupfer, Nickel und Zink werden in der Ton-/Schlufffraktion höhere Werte als in der Kies-/Sandfraktion gemessen, die Z 0-Werte werden jedoch für diese Parameter eingehalten. Cyanide-ges., EOX, Kohlenwasserstoffe, PAK und PCB waren nicht nachweisbar.

#### Eluatuntersuchungen (10:1 Schütteleluat):

Die pH-Werte liegen zwischen 8,5 - 9,5. Die el. Leitfähigkeiten wurden mit <5 bis 62 µS/cm bestimmt.

Für Arsen wurden Werte von <1 µg/l bis 14 µg/l gemessen. Für die Zuordnung nach Z 0 und Z 1.1 gilt eine Obergrenze von 10 µg/l für Arsen. Für vier von acht Proben ergibt sich mit 12 - 14 µg/l eine Zuordnung nach Z 1.2.

Alle übrigen untersuchten Parameter (Chlorid, Sulfat, Schwermetalle, Cyanid-ges., Phenol-Index) zeigen Werte im Z 0-Bereich.

#### Hintergrundgehalte für Arsen:

Für die Bewertung der Hintergrundgehalte eines Standortes gilt nach der Anlage 6 des Verfüll-Leitfadens zum Eckpunktepapier Folgendes:

Jede Gesteinsart bzw. jeder Horizont oder jede Varietät muss einzeln betrachtet werden. Es ist zu beurteilen, ob und in welchem Maß es auf das Grundwasser einwirkt. Mischproben aus mehreren Gesteinsarten bzw. -varietäten sind deshalb nicht möglich. Auffälligkeiten (z. B. unterschiedliche Korngrößen oder unterschiedliche Materialien) sind zu separieren und getrennt zu beproben.

Die Anzahl der Laborproben für jede Gesteinsart ist gemäß LABO „Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden“ (2017) zu wählen. Dabei setzt sich jede Laborprobe aus mindestens vier Einzelproben zusammen. Da die geogenen Hintergrundgehalte in der Regel nicht normalverteilt sind, sind Perzentile zu errechnen. Es ist der 50. Perzentilwert (Median) je Gesteinsart bzw. Horizont anzugeben.

Die entsprechend ermittelten Medianwerte sind nun, je nach Häufigkeit bzw. Mächtigkeit des Gesteins, zu gewichten. Der ermittelte Wert, bzw. bei nur einem Gestein der Medianwert gilt dann als neuer Z 0-Wert.

Für den Standort in Oberempfenbach ergeben sich für den Parameter Arsen folgende Wertungen: Die anstehenden tertiären Schichten können als eine Gesteinsart betrachtet wer-

den. Zwischen den einzelnen Varietäten (Kiese und Sande, Tone und Schluffe) sind keine Konzentrationsunterschiede erkennbar.

Aus den acht untersuchten Mischproben ergibt sich im Feststoffgehalt (Feinfraktion < 2 mm) ein Medianwert für **Arsen von 23,4 mg/kg**. Damit liegt der geogene Hintergrundwert für Arsen im Z 1.1-Bereich.

An den acht untersuchten Proben wurde im Eluat ein Medianwert für **Arsen von 10,5 µg/l** - bestimmt. Damit liegt der geogene Hintergrundwert für Arsen knapp im Z 1.2-Bereich.

## 5.2 Grundwasserbeschaffenheit

An den Grundwassermessstellen B1 und B6 fand am 22.9.2020 eine Grundwasserprobenahme (Erstuntersuchung) statt. Die Proben wurden auf die Parameter nach der Anlage 4, Tabellen 3 und 4 (Basis- und Leitparameter) nach dem Verfüll-Leitfaden zum Eckpunktepapier (EPP, Stand 2019) untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen (Probenahmeprotokolle und Prüfberichte) zeigen die Anhänge F und G.

Das an der Messstelle B1 geförderte Grundwasser war klar, farblos und geruchlos. An der Messstelle B6 war eine leicht bräunliche Färbung und eine Trübung erkennbar.

Die el. Leitfähigkeit wurde an B1 mit 595 µS/cm auf einem für tertiäre Schichten normalen Niveau gemessen. An der Messstelle B6 wurde eine erhöhte el. Leitfähigkeit von 1611 µS/cm festgestellt. Diese hohe Mineralisation ist auf die Gehalte an Natrium (179 mg/l) und Chlorid (370 mg/l) zurückzuführen. Grund dafür dürfte die Straßensalzung und die Versickerung von Straßenabwasser der nahe des Messpunktes B6 verlaufenden Autobahn sein. An der Messstelle B6 waren Cyanide-ges. mit 14 µg/l nachweisbar.

Arsen war mit jeweils 1 µg/l in einer sehr geringen Konzentration messbar.

Schwermetalle waren nicht oder nur in geringen Konzentrationen festzustellen.

Die Spurenstoffe BTEX, LHKW, Mineralölkohlenwasserstoffe (C10-C40), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK und PCB waren nicht nachweisbar.

## **6 Festlegung der Abbausohlhöhen**

Für den südlichen Teil des Abbaugeländes (Flur Nr. 173, 560, 656, 657, 657/2, 657/3) wird die Abbausohlhöhe bei 454 müNN angesetzt.

Für den nördlichen Teil (Flur Nr. 558, 559/3, 559/4, 559/5T) wird die Abbausohlhöhe bei 450 müNN festgelegt.

Die Flächenumgriffe sind in der Anlage 1.2 verzeichnet. Die Höhelagen der Abbausohlen sind in den Profilschnitten dargestellt (siehe Anlagen 6).

Bereichsweise können, wie an der Bohrung B2/91 mit 456,2 müNN und B3/91 mit 457,9 müNN die Schluff- / Tonschichten etwas über der festgelegten Abbausohlhöhe von 454 müNN liegen. In diesem Fall ist das Abbauniveau dem Oberflächenverlauf der Schluff- Tonschichten anzupassen.

## **7 Bewertung der Deckschichten**

Die Schutzfunktion der verbleibenden Deckschichten zwischen der Grubensohle und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) wird in Anlehnung an Hölting et al. (1995) ermittelt und bewertet.

Die Schutzfunktion wird im Wesentlichen durch die Gesteinsart, die Mächtigkeit der Schicht und bei Festgesteinen zusätzlich durch strukturelle Eigenschaften der nach dem Abbau verbleibenden Grundwasserüberdeckung bestimmt. Die einzelnen Schutzkategorien errechnen sich durch die Multiplikation der Parameter Restmächtigkeit, Gesteinsausbildung und Faktor Sickerwasserrate (W). Der Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung liegt folgender Berechnungsansatz zugrunde:

$$S = \left( \sum_{i=1}^n G_i \times m_i \right) \times W$$

mit S = Gesamtschutzfunktion (dimensionsloser Relativwert)

$G_i$  = Gesteinsspezifische Schutzfunktion der Schicht i

$m_i$  = Mächtigkeit der Schicht

W = Faktor der Sickerwasserrate

Die den einzelnen Schichten zuzuordnenden Punktzahlen sind in der Anlage 7 des Verfüll - Leitfadens dargestellt. Die aus den gesteinspezifischen Schutzfunktionszahlen und den Mächtigkeiten errechneten Bewertungszahlen nach Hölting sind in der Anlage 10 dieses Gutachtens dargestellt. Für die Sickerwasserrate ergibt sich aus der Bewertung der Grundwasserneubildungsrate zwischen 100 - 200 mm pro Jahr ein Faktor W von 1,5. Die Gesamtschutzfunktion bemisst sich wie folgt:

Tab. 1: Gesamtschutzfunktion der Deckschichten nach Hölting

	Bewertungszahl G x m	Faktor für Sicker- wasserrate	Gesamtschutz- funktion S
Bohrung B1	810	1,5	1215
Bohrung B2	1123	1,5	1685
Bohrung B6	1447	1,5	2171
Bohrung B7	1759	1,5	2639

Die Bewertungszahlen für die Gesamtschutzfunktion der Deckschichten sind mit 1215 - 2639 einzustufen. Legt man an der Bohrung B1 die Oberkante der Schluff- / Tonlage bei 460,4 müNN zugrunde, so liegt der Wert für G bei 1867 und der Wert S bei 2801.

Die Gesamtschutzfunktion der Deckschichten ist danach nach der Anlage 7 des Verfüll - Leitfadens als mittel (Zahl S zwischen 1000 - 2000) bis hoch (Zahl S zwischen 2000 - 4000) einzustufen.

## **8 Wasserwirtschaftliche Situation**

Das Abbaugelände befindet sich außerhalb eines Wasser- und Heilquellenschutzgebietes sowie, nach unserem Kenntnisstand, außerhalb eines als Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet vorgesehenen Gebietes.

Die Lage der bestehenden Wasserschutzgebiete ist im Plan der Anlage 11 verzeichnet. Bei einer im Hauptgrundwasserleiter von Südosten nach Nordwesten gerichteten Fließrichtung befindet sich das Abbauvorhaben nicht im Einzugsgebiet einer Trinkwasserversorgungsanlage.

In den Regionalplänen (Region 10 Ingolstadt, Region 11 Regensburg, Region 13 Landshut) sind im Umfeld des Vorhabens keine in Aufstellung befindlichen, hydrogeologisch erkundeten sowie bestehenden Vorrang- und Vorbehaltsgebiete der Wasserversorgung verzeichnet.

Nach unserem Kenntnisstand sind nördlich des Abbaugeländes zwei Brauchwasserbrunnen vorhanden. Die Lage der Brunnen ist in der Anlage 3.2 mit Nr. B15054 (Biogasanlage Wolnzach) und B15107 (landwirtschaftlicher Bewässerungsbrunnen) markiert. Die Brunnen erschließen das gleiche Grundwasservorkommen, das unter der Lagerstätte ansteht. Informationen zu den an den beiden Brauchwasserbrunnen genehmigten Entnahmemengen liegen uns nicht vor. Da ein Trockenabbau stattfindet, treten in quantitativer Sicht keine Nutzungskonkurrenzen auf. Die beiden Brauchwasserbrunnen sind durch das Abbauvorhaben nicht betroffen.

Das Abbaugelände befindet sich nicht innerhalb eines Überschwemmungsgebietes. Von dem Vorhaben sind keine fließenden und stehenden Oberflächengewässer betroffen.

## **9 Bewertung des Standortes nach Eckpunktepapier (Verfüllung)**

### **9.1 Bewertungsgrundlagen**

Die Grube soll nach dem Abbau sukzessive verfüllt werden.

Maßgebend für die Bewertung von Verfüllungen ist das Eckpunktepapier mit dem Verfüll - Leitfaden in der aktuellen Fassung vom 23.12.2019.

Nach dem Leitfaden werden bei Trockenverfüllungen die Kategorien A, B und C (C1, C2) unterschieden.

Standorte der Kategorie A sind die Regelfälle der zulässigen Verfüllungen nach den Vorgesorgeanforderungen des Bundesbodenschutzgesetzes und Standorte, an denen die wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Empfindlichkeit als hoch einzuordnen ist. Das Verfüllmaterial der Kategorie A darf dann höchstens Stoffgehalte bis zu den Zuordnungswerten Z 0 im Feststoff und im Eluat aufweisen. Es können örtlich anfallender Abraum und unverwertbare Lagerstättenanteile, unbedenklicher Bodenaushub, auch mit geringfügigen mineralischen Fremdanteilen, eingebracht werden.

Standorte der Kategorie B sind solche, die nach der wasserwirtschaftlichen / hydrogeologi-



schen Gesamtbeurteilung mittel empfindlich gegenüber Grundwasserverunreinigungen eingestuft werden. Das Verfüllmaterial darf dann höchstens Stoffgehalte bis zu den Zuordnungswerten Z 1.1 im Feststoff und im Eluat aufweisen.

Standorte der Kategorie C sind solche, die nach der wasserwirtschaftlichen / hydrogeologischen Gesamtbeurteilung als wenig empfindlich eingestuft werden können.

Um den Anforderungen an die Verfüllpraxis besser gerecht zu werden, wird in der Kategorie C eine nochmalige Unterteilung in C1 und C2 vorgenommen. In C1 kann Material bis zu den Zuordnungswerten Z 1.2, in C2 Material bis zu Z 2 verfüllt werden.

Verfüllungen bis Z 2 in der Kategorie C2 können nur besondere Einzelfälle darstellen, da hierzu außerordentlich günstige hydrogeologische und geologische Verhältnisse Voraussetzung sind.

In den Kategorien B und C dürfen örtlich anfallender Abraum und unverwertbare Lagerstättenanteile, Bodenaushub, auch mit mineralischen Fremdanteilen bis zu 10 Vol.%, rein mineralischer, vorsortierter Bauschutt, Gleisschotter und Boden aus Behandlungsanlagen eingebracht werden. Der Bauschutt- und Gleisschotteranteil darf zusammen maximal ein Drittel an der jährlichen Verfüllmenge betragen.

Liegen die geogenen (natürlichen) Hintergrundgehalte am Standort der Verfüllung über den jeweils zulässigen Zuordnungswerten, kann Material mit Stoffgehalten bis zu diesen Hintergrundgehalten verfüllt bzw. genehmigt werden, soweit diese Hintergrundgehalte für den Standort der Verfüllung nachgewiesen wurden.

Ein Standort kann durch eine technische Sorptionsschicht aufgewertet werden, sofern wasserwirtschaftliche Gründe nicht entgegenstehen. Eine Standortaufwertung ist um maximal eine Standortkategorie möglich. Eine Aufwertung von der Kategorie C1 in die Kategorie C2 ist nicht möglich.

Nach dem Eckpunktepapier handelt es sich bei der Sorptionsschicht um eine zusätzlich auf die Abbausohle eingebrachte Schicht aus durchsickerbarem, aufnahmefähigem Material. Sie kann zu einer Verbesserung des Rückhaltevermögens gegenüber Schadstoffen führen.

## 9.2 Bewertung der Verfüllung

Für die Bewertung des Standortes sind die in der Anlage 6 des Verfüll - Leitfadens genannten Gegebenheiten zu berücksichtigen. Die Anlage 6 des Leitfadens ist als Anhang I diesem Gutachten beigelegt.

Die fachlichen Grundlagen zur Bewertung des Verfüllvorhabens sind in den Kapiteln 4 - 8 beschrieben.

Es ergeben sich folgende Wertungen:

Das Verfüllvorhaben liegt nicht im Schutzgebiet und im Einzugsbereich einer bestehenden Wassergewinnungsanlage (Trinkwassergewinnung, Mineral- und Heilwasserquellen) sowie nicht in einem wasserwirtschaftlichem Vorrang- oder Vorbehaltsgebiet. Weiter befindet sich das Vorhaben nicht in einem wasserwirtschaftlich besonders sensiblen Gebiet wie z.B. in Karstgebieten und in Gebieten mit stark klüftigem und durchlässigem Untergrund.

In Bezug auf die wasserwirtschaftlichen Kriterien ist festzustellen, dass der Standort als gering empfindlich einzustufen ist.

Die natürlich anstehenden Schichten weisen in Bezug auf Arsen im Feststoff einen geeigneten Hintergrundwert im Z 1.1-Bereich auf. Im Eluat (1 : 10 Schütteleluat) liegt der geogene Hintergrundwert für Arsen knapp im Z 1.2-Bereich. Alle übrigen untersuchten Parameter bewegen sich sowohl im Feststoff als auch im Eluat im Z 0-Bereich.

Der höchste zu erwartende Grundwasserspiegel (Bemessungswasserstand) ist zwischen rund 439 - 440 müNN einzuordnen. Bei Abbausohlhöhen von 450 - 454 müNN bewegt sich der Abstand zwischen dem Grundwasserspiegel und dem Abbau zwischen rund 10 - 14 m. Zwischen der Abbausohle und dem Grundwasser stehen schluffig - tonige Schichten (geologische Barrieren) an.

Die Schutzfunktion der verbleibenden Deckschichten zwischen der Grubensohle und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) ist nach Hölting als mittel bis hoch einzustufen. In Bezug auf die geologisch - hydrogeologischen Kriterien ist festzustellen, dass in Abhängigkeit der Ausbildung der Deckschichten der Standort als wenig empfindlich einzuordnen ist.

In der Gesamtbeurteilung ist nach den Kriterien der Anlage 8a des Verfüll-Leitfadens wegen der wasserwirtschaftlichen Situation (geringe Empfindlichkeit), der Ausbildung der Deckschichten über dem Grundwasserleiter (mittlere bis hohe Schutzfunktion), einem Grundwasserflurabstand von mehr als 3 m zwischen der Abbausohle und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand sowie der hohen natürlichen Sorptionsfähigkeit der Schichten der Standort als **wenig empfindlich** einzustufen.

**Daher ist der Standort in die Verfüllkategorie C1 einzuordnen.**

Der Einbau einer technischen Sorptionsschicht ist nach den Regelungen des Verfüll-Leitfadens aufgrund der Deckschichtensituation nicht erforderlich.

Zur Verfüllung zulässig sind in der Verfüllkategorie C1 örtlich anfallender Abraum und unverwertbare Lagerstättenanteile, Bodenaushub auch mit mineralischen Fremdanteilen bis zu 10 Vol.%, rein mineralischer vorsortierter Bauschutt, Gleisschotter und Boden aus Bodenbehandlungsanlagen. Der Bauschutt- und Gleisschotteranteil darf zusammen maximal ein Drittel an der jährlichen Verfüllmenge betragen. Das Verfüllmaterial darf höchstens Stoffgehalte bis zu den Zuordnungswerten Z 1.2 (Eluat und Feststoff) aufweisen.

## **10** **Planungsvorgaben**

### Abbausohlhöhen:

Die Abbausohlhöhen wurden so festgelegt, dass in den Bereichen, in denen die Oberkante der natürlich anstehenden Schluffe und Tone Tiefpunkte aufweist, zur Vermeidung von Vernässungen im Abbausohlbereich, ein ausreichender Abstand zwischen der Abbausohle und den bindigen Schichten besteht. Für den südlichen Teil des Abbaugeländes (Flur Nr. 173, 560, 656, 657, 657/2, 657/3) wird die Abbausohlhöhe bei 454 müNN angesetzt. Für den nördlichen Teil (Flur Nr. 558, 559/3, 559/4, 559/5T) wird die Abbausohlhöhe bei 450 müNN festgelegt.

### Böschungen:

Zur Bewertung der Ausbildung und Standsicherheit der Böschungen wurde eine Standsicherheitsberechnung ausgeführt. Das ingenieurgeologische Gutachten liegt als Anhang H (Auszug) diesem Gutachten bei. Bei bodenmechanisch auf der sicheren Seite liegenden Werten sollte die Böschung auf 45 - 50° eingestellt werden. Zudem sind Bermen einzuplanen.

### Niederschlags - und Sickerwasserabflüsse:

Während der Verfüllphase können durch die fehlende Vegetation und die fehlende Bodenschicht (Rekultivierungsschicht) höhere Niederschlagsmengen (Sickerwasserraten) durch die Verfüllungen in die unterlagernden Schichten auftreten. Bei den hohen Verfüllmächtigkeiten ist mit längeren Zeiträumen zwischen Verfüllbeginn und -ende in den einzelnen Abschnitten zu rechnen.

Zur Vergleichmäßigung und Rückhaltung (Verlangsamung) der Sickerwasserabflüsse wird vorgeschlagen, eine durchsickerbare Wasserhaushaltsschicht in einer Schichtmächtigkeit von einem Meter auf die Abbausohle im Tiefenbereich von 454 - 455 müNN bzw. im Tiefenbereich von 450 - 451 müNN aufzubringen. Bezüglich der Materialeigenschaften bieten sich Wasserdurchlässigkeiten in der Größenordnung von  $10^{-7}$  bis  $10^{-6}$  m/s an.

## **11** **Massenberechnung und Abbaumächtigkeiten**

Der Ermittlung der Massen und Abbaumächtigkeiten liegen im Plangebiet Oberempfenbach folgende Vorgaben zugrunde:

Das Relief der natürlichen Geländeoberfläche ermittelt sich aus dem digitalen Geländemodell (DGM2);

die Abbausohlhöhen liegen bei 450 müNN und 454 müNN;

die Abbauränder haben einen Abstand von 5 m zu den Nachbargrundstücken sowie von 40 m zur Autobahn;

die Neigungen der Böschungen werden mit 1 : 1 (45°) angesetzt.

Die Ergebnissen der Berechnungen sind in den Anlagen 12 dargestellt.

Die Anlage 12.1 gibt das Geländemodell vor und nach dem Abbau wieder.

Entsprechend dem Unterschied zwischen dem natürlichen Geländeniveau und den Abbausohlhöhen liegen die Abbaumächtigkeiten entlang der zentralen Längsachse zwischen rund 20 m und 50 m (siehe Anlage 12.2).

Das Gesamtvolumen beträgt 5,884 mio. cbm (siehe Anlage 12.3).

Der Anteil an unverwertbaren Deckschichten sowie an Schluff- und Tonlagen errechnet sich mit 14%. Dies ergibt ein Volumen an Kies und Sand von rund 5,06 mio. cbm.

Der abschlämmbare (unverwertbare) Anteil im Kies und Sand (Fraktion an Schluff und Ton, Kornfraktion < 0,063 mm) ist mit 7,2% anzusetzen.

Der Anteil an verwertbarem Kies und Sand errechnet sich somit mit rund 4,7 mio. cbm.

Bei einer Materialdichte von rund 1,8 - 2 t pro cbm ergibt sich eine Lagerstättenmasse von rund 8,5 - 9,4 mio. t an Sand und Kies.

## **12 Zusammenfassung**

Die Firma Kieswerk Oberempfenbach GmbH plant in der Gemarkung Oberempfenbach im Landkreis Kelheim und in der Gemarkung Oberlauterbach im Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm einen Abbau von Sand und Kies. Die Grube soll nach dem Abbau verfüllt werden. Das Büro für Geotechnik und Umweltfragen (BGU) - Dr. Schott & Dr. Straub GbR wurde von der Firma Kieswerk Oberempfenbach GmbH mit der Erhebung und Darstellung der geologisch - hydrogeologischen Verhältnisse sowie der Bewertung des Vorhabens in Bezug auf diese Fachfragen beauftragt.

### **Kurzbeschreibung des Vorhabens:**

Das Abbauvorhaben befindet sich rund 1,5 km südwestlich der Ortschaft Oberempfenbach. Die Abbaufäche umfasst rund 184.000 qm, wobei der größere Teil (ca. 152.000 qm) innerhalb der Gemarkung Oberempfenbach, der kleinere Anteil mit rund 32.000 qm innerhalb der Gemarkung Oberlauterbach liegt. Entsprechend dem Unterschied zwischen dem natürlichen Geländeniveau und den geplanten Abbausohlhöhen liegen die Abbaumächtigkeiten zwischen rund 20 m und 50 m. Das Gesamtvolumen beträgt 5,9 mio. cbm. Abzüglich der unverwertbaren Anteile (Deckschichten, Zwischenlagen an Schluff- und Ton, abschlämmbare Anteile) ergibt sich eine Lagerstättenmenge an Kies und Sand von rund 4,7 mio. cbm und eine Masse von etwa 8,5 - 9,4 mio. t.

### **Untersuchungsumfang:**

Zur Beurteilung der geologisch - hydrogeologischen Verhältnisse fand ein umfangreiches Bohrprogramm mit Ausführung von insgesamt acht Bohrungen im Zeitraum von Nov. 2018 - Jan. 2019 und im Mai 2020 statt. Die Bohrungen erreichten Endteufen von 39 - 56 m. Zwei der Bohrungen wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut.

Es fanden engständige Entnahmen von Bodenproben an den Bohrungen zur Beurteilung der Lagerstättenqualität, der Ausbildung der Deckschichten über dem Grundwasserleiter und der geogenen Hintergrundgehalte der Schichten statt. An den Messstellen wurden Grundwasserproben entnommen und die Proben auf den Parameterumfang nach der Anlage 4 des Verfüll - Leitfadens zum Eckpunktepapier untersucht.

#### Geologisch - hydrogeologische Situation:

Anstehend sind tertiäre Schichten (Obere Süßwassermolasse, Mischserie und nördliche Vollsotter-Abfolge). An den Bohrungen wurden Wechsellagerungen von Feinsanden, Mittelsanden und Fein-/Mittelkiesen aufgeschlossen, in die Schluff- und Tonlagen eingeschaltet sind. Das Lagerstättenmaterial ist in seiner Gesamtheit als feinkiesiger, schwach mittelkiesiger, schwach grobsandiger, schwach feinsandiger, schwach schluffiger Mittelsand anzusprechen.

Ab einem Höhengniveau von 447 - 458 müNN ist an allen Bohrungen eine schluffig - tonige Schicht (geologische Barriere) ausgebildet.

Das Grundwasservorkommen weist mit rund 437 müNN (Messung vom 22.9.2020) ein deutlich tieferes Niveau auf. Der höchste zu erwartende Grundwasserspiegel (Bemessungswasserstand, Höchstwasserstand HHW) leitet sich mit 439,3 müNN (am unterstromigen Rand) und mit 440,4 müNN am oberstromigen Rand der Grube ab.

Innerhalb des tertiären Hauptgrundwasserleiters liegt das Grundwasserniveau nach der hydrogeologischen Karte 1 : 100.000 (UmweltAtlas Bayern) bei rund 426 - 428 müNN. Das Grundwasser fließt mit einem Gefälle von 0,45% von Südosten nach Nordwesten. Das am Abbaugelände erschlossene Grundwasser weist Höhen auf, die nach den Angaben in der hydrogeologischen Karte 1 : 100.000 um rund 10 m über dem Niveau des tertiären Hauptgrundwasserleiters liegen.

Schichtwasserzutritte (vorübergehend und lokal begrenzt auftretende schwebende Grundwasserzutritte) waren vereinzelt und in geringer Mächtigkeit im Mai 2020 bei rund 448 / 449 müNN und 473 müNN festzustellen. Bei den im Nov. 2018 - Jan. 2019 ausgeführten Bohrungen waren keine Schichtwasserzutritte festzustellen.

Der Durchlässigkeitsbeiwert des Grundwasserleiters wurde aus den Pumpversuchen mit  $1,73 \times 10^{-4}$  m/s (Messstelle B1) und  $4,6 \times 10^{-5}$  m/s (Messstelle B6) bestimmt. Die Grundwassermächtigkeiten lagen zu den Zeitpunkten der Pumpversuche bei 6,6 m (B1) und 3,7 m (B6).

Die Grundwasserneubildungsrate ist nach den Angaben im UmweltAtlas von Bayern mit 100 - 150 mm pro Jahr anzusetzen. Nach den Erhebungen an der Klimastation Hüll, die sich wenig südwestlich des Abbaugeländes befindet, lag die klimatische Wasserbilanz (Niederschlag - pot. Verdunstung) in den letzten 10 Jahren bei 124 mm pro Jahr, sowie im gesamten Messzeitraum 1997 - 2020 bei 204 mm pro Jahr. Die Höhe der klimatischen Wasserbilanz kann näherungsweise der Grundwasserneubildungsrate gleichgesetzt werden.

### Materialzusammensetzungen:

Aus den Kornverteilungsanalysen wird für das Lagerstättenmaterial (kiesiger, schwach schluffiger Mittelsand) ein Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ - Wert) von  $1,55 \times 10^{-4}$  m/s bestimmt. Die  $k_f$ - Werte der schluffig - tonigen Barrierschicht zwischen den Kiesen und Sanden der Lagerstätte und dem Grundwasser liegen bei kleiner als  $2,3 \times 10^{-8}$  m/s.

Die eff. Kationenaustauschkapazitäten zeigen für die Schluffe und Tone Werte von 29,1 - 44,7 cmol/kg.

Zur Bewertung der Hintergrundgehalte des natürlich anstehenden Bodens wurden die an den Bohrungen B2 - B8 entnommenen Proben auf ihre bodenchemische Zusammensetzung hin untersucht. Für Arsen ergibt sich im Feststoffgehalt (Feinfraktion < 2 mm) ein Medianwert von 23,4 mg/kg. Damit liegt der geogene Hintergrundwert für Arsen im Z 1.1-Bereich. Im Eluat wurde für Arsen ein Medianwert von 10,5 µg/l bestimmt. Damit liegt der geogene Hintergrundwert für Arsen knapp im Z 1.2-Bereich. Alle übrigen untersuchten Parameter zeigen Hintergrundwerte im Z 0-Bereich.

### Grundwasseruntersuchungen (Erstuntersuchung):

An den Messstellen B1 und B6 fand am 22.9.2020 eine Grundwasserprobenahme (Erstuntersuchung) auf die Parameter nach der Anlage 4 des Verfüll-Leitfadens statt. An der Messstelle B6 wurde eine erhöhte el. Leitfähigkeit von 1611 µS/cm festgestellt. Diese hohe Mineralisation ist auf die Gehalte an Natrium (179 mg/l) und Chlorid (370 mg/l) zurückzuführen. Grund dafür dürfte die Straßensalzung und die Versickerung von Straßenabwasser der nahe des Messpunktes B6 verlaufenden Autobahn sein.

An der Messstelle B6 waren Cyanide-ges. mit 14 µg/l nachweisbar.

Arsen war an beiden Messstellen mit jeweils 1 µg/l in einer sehr geringen Konzentration messbar. Alle übrigen analysierten Parameter waren unauffällig.

### Abbausohlhöhen:

Für den südlichen Teil des Abbaugeländes wird die Abbausohlhöhe bei 454 müNN, für den nördlichen Teil bei 450 müNN angesetzt. Die Festlegung der Sohlhöhe erfolgt entsprechend dem Verlauf der geologischen Barriere (Schluff- / Tonschichten) zwischen der Lagerstätte und dem Grundwasser.

### Deckschichten über dem Grundwasser:

Die Schutzfunktion der verbleibenden Deckschichten zwischen der Grubensohle und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand wird in Anlehnung an Hölting et al. (1995) ermittelt und bewertet. Die Bewertungszahlen für die Schutzfunktion der Deckschichten sind mit  $S = 1215 - 2639$  einzustufen. Die Gesamtschutzfunktion der Deckschichten ist danach nach der Anlage 7 des Verfüll-Leitfadens als mittel (Zahl S zwischen 1000 - 2000) bis hoch (Zahl S zwischen 2000 - 4000) einzustufen.

In Bezug auf die geologisch - hydrogeologischen Kriterien ist festzustellen, dass nach der Ausbildung der Deckschichten der Standort als wenig empfindlich einzuordnen ist.

#### Wasserwirtschaftliche Situation:

Das Abbau- und Verfüllvorhaben bei Oberempfenbach liegt nicht im Schutzgebiet und im Einzugsbereich einer bestehenden Wassergewinnungsanlage (Trinkwassergewinnung, Mineral- und Heilwasserquellen) sowie nicht in einem wasserwirtschaftlichem Vorrang- oder Vorbehaltsgebiet. Weiter befindet sich das Vorhaben nicht in einem wasserwirtschaftlich besonders sensiblen Gebiet wie z.B. in Karstgebieten oder in Gebieten mit stark klüftigem und durchlässigem Untergrund oder in einem Überschwemmungsgebiet. Oberflächengewässer sind von dem Vorhaben nicht betroffen. In Bezug auf die wasserwirtschaftliche Situation ist festzustellen, dass der Standort als gering empfindlich einzustufen ist.

#### Beurteilung des Standortes nach dem Verfüll - Leitfaden:

In der Gesamtbeurteilung ist nach den Kriterien der Anlage 8a des Verfüll-Leitfadens der Standort als wenig empfindlich einzustufen. Daher ist der Standort in die Verfüllkategorie C1 einzuordnen.

Der Einbau einer technischen Sorptionsschicht ist nach den Regelungen des Verfüll-Leitfadens aufgrund der Deckschichtensituation nicht erforderlich.

Zur Verfüllung zulässig sind in der Verfüllkategorie C1 örtlich anfallender Abraum und unverwertbare Lagerstättenanteile, Bodenaushub auch mit mineralischen Fremdanteilen bis zu 10 Vol.%, rein mineralischer vorsortierter Bauschutt, Gleisschotter und Boden aus Bodenbehandlungsanlagen. Der Bauschutt- und Gleisschotteranteil darf zusammen maximal ein Drittel an der jährlichen Verfüllmenge betragen. Das Verfüllmaterial darf höchstens Stoffgehalte bis zu den Zuordnungswerten Z 1.2 (Eluat und Feststoff) aufweisen.

#### Böschungen:

Zur Bewertung der Standsicherheit der Böschungen wurde eine geotechnische Berechnung ausgeführt. Bei bodenmechanisch auf der sicheren Seite liegenden Werten sollte die Böschung auf 45 - 50° eingestellt werden. Zudem sind Bermen einzuplanen.

#### Niederschlags - und Sickerwasserabflüsse:

Während der Verfüllphase können durch die fehlende Vegetation und die fehlende Bodenschicht (Rekultivierungsschicht) höhere Niederschlagsmengen (Sickerwasserraten) durch die Verfüllungen in die unterlagernden Schichten auftreten. Bei den hohen Verfüllmächtigkeiten ist mit längeren Zeiträumen zwischen Verfüllbeginn und -ende in den einzelnen Abschnitten zu rechnen. Zur Vergleichmäßigung und Rückhaltung (Verlangsamung) der Sickerwasserabflüsse wird vorgeschlagen, eine durchsickerbare Wasserhaushaltsschicht in einer Schichtmächtigkeit von einem Meter auf die Abbausohle im Tiefenbereich von 454 - 455 müNN bzw. im Tiefenbereich von 450 - 451 müNN aufzubringen. Bezüglich der Materialeigenschaften bieten sich Wasserdurchlässigkeiten in der Größe von  $10^{-7}$  bis  $10^{-6}$  m/s an.

Starnberg, den 10. Juni 2021

A handwritten signature in black ink, reading 'Johannes Straub'. The script is cursive and elegant, with the first letters of the first and last names being capitalized and prominent.

Dr. Johannes Straub  
(Dipl. - Geologe)