

<p><b>Standort/ Vorhaben</b></p> <p><b>Erweiterung der DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden</b></p>
<p><b>Gutachten/ Bericht</b></p> <p><b>Hydrogeologisch-geotechnisches Standortgutachten Fachanlagenteil 12.1 Fachbeitrag Geologie und Hydrogeologie</b></p>


<b>Vorhabensträger:</b>	ZAK Energie GmbH Dieselstraße 9 87437 Kempten		
<b>Standort:</b>	Erweiterung der DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden		
<b>Auftrag:</b>	Hydrogeologisch-geotechnisches Standortgutachten		
<b>Auftrag-Nr.:</b>	2022-02-001	<b>Bericht-Nr.:</b>	2022-02-001
<b>Umfang:</b>	66 Seiten 15 Tabellen 1 Abbildung 102 Anlagen	<b>Erstellt</b> A. Veigel 03.02.2025	<b>Geprüft</b> A. Veigel 03.02.2025
		<b>Freigegeben</b> A. Veigel 03.02.2025	
Inhalt und redaktioneller Aufbau dieses Gutachtens unterliegen urheberrechtlicher Bestimmungen. Die Weitergabe dieses Gutachtens sowie die Verwertung (auch auszugsweise bzw. Anlagen) oder Verwendung für werbliche Zwecke ist nur mit schriftlichem Einverständnis der Geo + Plan Geotechnik GmbH gestattet. Dies gilt auch für Veröffentlichungen (Ausdruck, Internet).			
<b>Information Ablage:</b>	2022_02_001_01_Hydrogeologie Deponie Erweiterung Steinegaden Gen.docx		

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorhaben .....</b>	<b>14</b>
1.1	Veranlassung.....	14
1.2	Lage und Fläche der DKI-Deponie mit Erweiterung.....	15
1.2.1	Lage .....	15
1.2.2	Fläche.....	16
1.3	Erkundungsprogramm .....	17
1.3.1	Mit dem Wasserwirtschaftsamt Kempten abgestimmtes Untersuchungsprogramm.....	17
1.3.2	Bohrkampagnen .....	17
1.3.2.1	Erkundungen Jahr 1968.....	19
1.3.2.2	Erkundungen Jahr 1969.....	19
1.3.2.3	Erkundungen Jahr 1971 .....	19
1.3.2.4	Erkundungen Jahr 1972.....	20
1.3.2.5	Erkundungen Jahr 1975.....	20
1.3.2.6	Erkundungen Jahr 1985.....	21
1.3.2.7	Erkundungen Jahr 1986.....	21
1.3.2.8	Erkundungen Jahr 1987.....	22
1.3.2.9	Erkundungen Jahr 2006.....	22
1.3.2.10	Erkundungen Jahr 2007 .....	23
1.3.2.11	Erkundungen Jahr 2008.....	23
1.3.2.12	Erkundungen Jahr 2009 .....	24
1.3.2.13	Erkundungen Jahr 2010 .....	25
1.3.2.14	Erkundungen Jahr 2022 .....	25
1.3.3	Baggerschürfe .....	27
1.3.3.1	Baggerschürfe Jahr 2005.....	27
1.3.3.2	Baggerschürfe Jahr 2009.....	27
1.3.3.3	Baggerschürfe Jahr 2022.....	28
1.3.4	Vermessung, Drohnenbefliegung, digitales Geländemodell .....	28
1.3.4.1	Einmessung der Grundwassermessstellen, Bohrungen und Baggerschürfe.....	28
1.3.4.2	Drohnenbefliegung, digitales Geländemodell, digitales Orthophoto	29

1.3.5	Grundwassermessungen .....	29
1.3.5.1	Langjährige Grundwasserstandsmessreihen.....	29
1.3.5.2	Grundwasserstichtagsmessungen.....	30
1.3.5.3	Einmessungen der Wasserspiegelhöhen im Bereich der südlichen und östlichen Quellen.....	30
1.3.6	Pumpversuche Jahr 2022 .....	30
1.3.7	Bodenuntersuchungen.....	31
1.3.8	Wasserchemische Untersuchungen.....	31
1.3.9	Historische Luftbilder .....	31
1.4	Untersuchungsgebiet.....	32
<b>2</b>	<b>Geologie und Boden.....</b>	<b>32</b>
2.1	Geologischer Rahmen .....	32
2.2	Historische Entwicklung/ Geländemorphologie zum Zeitpunkt des Beginns der Deponiearbeiten .....	34
2.3	Geologisch-hydrogeologischer Überblick .....	35
2.4	Geologische Situation im Bereich der Erweiterungsfläche .....	37
2.5	Beschreibung der anstehenden, natürlichen Bodenschichten .....	37
2.5.1	Mutterboden / Oberboden.....	38
2.5.1.1	Mutterboden im Bereich der unverritzten Flächen .....	38
2.5.1.2	Oberboden im Bereich der unverritzten Flächen .....	39
2.5.1.3	Bodenabtrag und Zwischenlagerung von Mutterboden Oberboden .....	39
2.5.2	Umgelagertes Verwitterungsmaterial .....	39
2.5.3	Umgelagertes Lehmmaterial .....	40
2.5.4	Spätglazialer Kies .....	41
2.5.5	Spätglazialer Sand.....	43
2.5.6	Glazifluviatiler Sand/ Grobschluff .....	46
2.5.7	Geschiebemergel.....	47
2.5.8	Rißeiszeitliche Ablagerungen (Kies und Sand) .....	50
2.5.9	Obere Süßwassermolasse.....	50
2.6	Auffüllungen.....	51

<b>3</b>	<b>Grundwasser</b>	<b>52</b>
3.1	Grundwasserleiter, Grundwasserstauer	52
3.2	Grundwasserdeckschicht, Grundwasserflurabstand	53
3.2.1	Grundwasserstichtagsmessungen	54
3.2.2	Grundwasserstände, Abstand des Grundwasserspiegels zur Deponie- sohle	54
3.3	Grundwasserfließrichtung	55
3.4	Grundwassergefälle	55
3.5	Durchlässigkeit des Grundwasserleiters	55
3.5.1	Spätglazialer Kies	55
3.5.2	Spätglazialer Sand	56
3.5.3	Glazifluviatiler Sand/ Grobschluff	57
3.6	Durchflussmenge am Standort Steinegaden	58
3.7	Grundwasseruntersuchungen	58
3.7.1	Grundwasser Quellen Süd	59
3.7.1.1	Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Süd (Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8, (Probenahmedatum:22.03.2022 und 21.03.2023)	59
3.7.1.2	Vergleich der Grundwässer Quellen Süd und Erweiterungsgebiet (GWM 7/22)	59
3.7.2	Grundwasser Quellen Ost	59
3.7.2.1	Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Nr. 4, Nr. Viehtränke (Ost)	60
3.7.2.2	Vergleich der Grundwässer Quellen Ost und Erweiterungsgebiet (GWM 7/22 und BP1/86)	60
3.7.3	Grundwasser Quellen Kimpflen	60
3.7.3.1	Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Kimpflen, (Probenahmedatum: 11.08.2022 21.03.2023)	60
3.7.3.2	Vergleich der Grundwässer Quellen Kimpflen mit dem der Bestandsdeponie, Erweiterungsfläche und Kiesterrasse	60

<b>4</b>	<b>Geologische Barriere .....</b>	<b>61</b>
4.1	Anforderungen an die geologische Barriere.....	61
4.2	Bewertung der angetroffenen geologischen Schichten als geologische Barriere .....	61
<b>5</b>	<b>Abgleich der Deponiesohlenhöhe mit den Vorgaben der DepV .....</b>	<b>62</b>
<b>6</b>	<b>Repräsentative Grundwassermessstellen zur Überwachung .....</b>	<b>62</b>
<b>7</b>	<b>Versickerung von Oberflächenwasser .....</b>	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>Wasserschutzgebiete .....</b>	<b>63</b>
<b>9</b>	<b>Georisiken .....</b>	<b>63</b>
9.1	Erdbeben .....	63
9.2	Bodensenkungen.....	64
9.3	Überschwemmungen.....	64
<b>10</b>	<b>Handhabung der Altablagerungen nach Altlastenkataster-Nr. 7760046 im Zusammenhang mit der Profilierung der Deponiewanne..</b>	<b>64</b>

## Anlagen

### 1. Pläne

- Anlage 1.1 : Übersichtslageplan mit Darstellung von Wasserschutzgebieten im Maßstab M 1: 25.000
- Anlage 1.2 : Lageplan des Standorts und der weiteren Umgebung mit Luftbild und digitalem Geländemodell sowie mit Lage von Grundwassermessstellen, Bohrungen, Schürfen und Quellen im Maßstab M 1: 1.500
- Anlage 1.3 : Lageplan des Standorts und der engeren Umgebung mit Luftbild und digitalem Geländemodell sowie mit Lage von Grundwassermessstellen, Bohrungen, Schürfen und Quellen im Maßstab M 1: 1.000

### 2. Hydrogeologische Karten

#### 2.1 Hydrogeologische Themenkarte

- Anlage 2.1.1 : Hydrogeologische Detailkarte mit Grundwassergleichen; Grundwassersituation am 21.03.2023 im Maßstab M 1: 1.500

#### 2.2 Historische Luftbildanalyse

- Anlage 2.2.1 : Historisches Luftbild aus dem Jahr 1972 im Maßstab M 1: 2.500
- Anlage 2.2.2 : Historisches Luftbild aus dem Jahr 1976 im Maßstab M 1: 2.500
- Anlage 2.2.3 : Historisches Luftbild aus dem Jahr 1980 im Maßstab M 1: 2.500
- Anlage 2.2.4 : Historisches Luftbild aus dem Jahr 1983 im Maßstab M 1: 2.500
- Anlage 2.2.5 : Historisches Luftbild aus dem Jahr 1985 im Maßstab M 1: 2.500
- Anlage 2.2.6 : Historisches Luftbild aus dem Jahr 1986 im Maßstab M 1: 2.500
- Anlage 2.2.7 : Historisches Luftbild aus dem Jahr 1988 im Maßstab M 1: 2.500
- Anlage 2.2.8 : Historisches Luftbild aus dem Jahr 1990 im Maßstab M 1: 2.500
- Anlage 2.2.9 : Historisches Luftbild aus dem Jahr 1993 im Maßstab M 1: 2.500

#### 2.3 Themenkarte Abbauhohlform

- Anlage 2.3.1 : Lageplan mit Darstellung der vermuteten Abbausohlenhöhe sowie der vermuteten Sicherheitsabstände und Abbauböschungsneigungen des ehemaligen Kiesabbaus im Maßstab M 1: 1.000

### 3. Geologisch-hydrogeologische Profilschnitte

- Anlage 3.1 : Hydrogeologischer Profilschnitt A – A´ im Maßstab M 1: 500/ 250
- Anlage 3.2 : Hydrogeologischer Profilschnitt B – B´ im Maßstab M 1: 500/ 250
- Anlage 3.3 : Hydrogeologischer Profilschnitt C – C´ im Maßstab M 1: 500/ 250
- Anlage 3.4 : Hydrogeologischer Profilschnitt D– D´ im Maßstab M 1: 500/ 250

## **4. Schichtenverzeichnisse, Schichtsäulen, Ausbaupläne**

### **4.1 Bohrungen im Jahr 1968**

Anlage 4.1.1	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015191: Schichtsäule
Anlage 4.1.2	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015192: Schichtsäule
Anlage 4.1.3	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015193: Schichtsäule
Anlage 4.1.4	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015194: Schichtsäule
Anlage 4.1.5	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015195: Schichtsäule
Anlage 4.1.6	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015196: Schichtsäule
Anlage 4.1.7	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015197: Schichtsäule

### **4.2 Bohrungen im Jahr 1969**

Anlage 4.2.1	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015198: Schichtsäule
Anlage 4.2.2	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015199: Schichtsäule
Anlage 4.2.3	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015200: Schichtsäule

### **4.3 Bohrungen im Jahr 1971**

Anlage 4.3.1	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015201: Schichtsäule
Anlage 4.3.2	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015202: Schichtsäule
Anlage 4.3.3	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015203: Schichtsäule
Anlage 4.3.4	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015204: Schichtsäule
Anlage 4.3.5	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015205: Schichtsäule
Anlage 4.3.6	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015210: Schichtsäule
Anlage 4.3.7	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015211: Schichtsäule
Anlage 4.3.8	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015212: Schichtsäule
Anlage 4.3.9	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015213: Schichtsäule

### **4.4 Bohrungen im Jahr 1972**

Anlage 4.4.1	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015206: Schichtsäule
Anlage 4.4.2	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015207: Schichtsäule
Anlage 4.4.3	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015208: Schichtsäule
Anlage 4.4.4	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015209: Schichtsäule
Anlage 4.4.5	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015214: Schichtsäule

### **4.5 Bohrungen im Jahr 1975**

Anlage 4.5.1	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015187: Schichtsäule
Anlage 4.5.2	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015188: Schichtsäule
Anlage 4.5.3	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015189: Schichtsäule
Anlage 4.5.4	:	Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015190: Schichtsäule

#### **4.6 Bohrungen in den Jahren 1985, 1986 und 1987**

- Anlage 4.6.1 : Bohrung B I/85: Schichtsäule
- Anlage 4.6.2 : Bohrung B II/85: Schichtsäule
- Anlage 4.6.3 : Bohrung B III/85: Schichtsäule
- Anlage 4.6.4 : Bohrung BP 1/86 (Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015337):  
Schichtsäule und Ausbauplan
- Anlage 4.6.5 : Bohrung BP 2/86 (Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015314):  
Schichtsäule und Ausbauplan
- Anlage 4.6.6 : Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015150: Schichtsäule
- Anlage 4.6.7 : Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015151: Schichtsäule
- Anlage 4.6.8 : Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015155: Schichtsäule
- Anlage 4.6.9 : Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015156: Schichtsäule

#### **4.7 Bohrungen in den Jahren 2006, 2007 und 2008**

- Anlage 4.7.1 : Bohrung BK 1/06: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule
- Anlage 4.7.2 : Bohrung BK 2/07: Schichtsäule: Schichtenverzeichnis und  
Schichtsäule
- Anlage 4.7.3 : Bohrung BK 3/07: Schichtsäule: Schichtenverzeichnis und  
Schichtsäule
- Anlage 4.7.4 : Bohrung BK 1/08 (Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015110):  
Schichtsäule und Ausbauplan
- Anlage 4.7.5 : Bohrung BK 2/08 (Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: BG015111):  
Schichtsäule und Ausbauplan

#### **4.8 Bohrungen in den Jahren 2009 und 2010**

- Anlage 4.8.1 : Bohrung RKS 1/09: Schichtsäule
- Anlage 4.8.2 : Bohrung RKS 2/09: Schichtsäule
- Anlage 4.8.3 : Bohrung RKS 3/09: Schichtsäule
- Anlage 4.8.4 : Bohrung RKS 4/09: Schichtsäule
- Anlage 4.8.5 : Bohrung RKS 5/09: Schichtsäule
- Anlage 4.8.6 : Bohrung RKS 6/09: Schichtsäule
- Anlage 4.8.7 : Bohrung RKS 7a/09: Schichtsäule
- Anlage 4.8.8 : Bohrung RKS 7b/09: Schichtsäule
- Anlage 4.8.9 : Bohrung RKS 8/09: Schichtsäule
- Anlage 4.8.10 : Bohrung ID-Nr. Umweltatlas: EB000104: Schichtsäule

#### **4.9 Bohrungen im Jahr 2022**

- Anlage 4.9.1 : Bohrung BK 1/22: Schichtenverzeichnis, Schichtsäule, Bohrlochver-  
füllung und Bohrlochversuche
- Anlage 4.9.2 : Bohrung BK 2/22: Schichtenverzeichnis, Schichtsäule, Bohrlochver-  
füllung und Bohrlochversuche
- Anlage 4.9.3 : Bohrung BK 3/22: Schichtenverzeichnis, Schichtsäule, Bohrlochver-  
füllung und Bohrlochversuche
- Anlage 4.9.4 : Bohrung BK 4/22: Schichtenverzeichnis, Schichtsäule, Bohrlochver-  
füllung und Bohrlochversuche

- Anlage 4.9.5 : Bohrung BK 5/22: Schichtenverzeichnis, Schichtsäule, Bohrlochverfüllung und Bohrlochversuche
- Anlage 4.9.6 : Bohrung BK 6/22: Schichtenverzeichnis, Schichtsäule, Bohrlochverfüllung und Bohrlochversuche
- Anlage 4.9.7 : Grundwassermessstelle GWM 7/ 22: Schichtenverzeichnis, Schichtsäule, Ausbauplan und Bohrlochversuche
- Anlage 4.9.8 : Grundwassermessstelle GWM 8/ 22: Schichtenverzeichnis, Schichtsäule und Ausbauplan

#### **4.10 Baggerschürfe im Jahr 2005**

- Anlage 4.10.1 : Schurf 1: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule
- Anlage 4.10.2 : Schurf 2: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule
- Anlage 4.10.3 : Schurf 3: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule

#### **4.11 Baggerschürfe im Jahr 2009**

- Anlage 4.11.1 : Baggerschurf SG 1/09: Schichtsäule
- Anlage 4.11.2 : Baggerschurf SG 2/09: Schichtsäule
- Anlage 4.11.3 : Baggerschurf SG 3/09: Schichtsäule
- Anlage 4.11.4 : Baggerschurf SG 4/09: Schichtsäule  
(keine Schichtdaten vorhanden)
- Anlage 4.11.5 : Baggerschurf SG 5/09: Schichtsäule

#### **4.12 Baggerschürfe im Jahr 2022**

- Anlage 4.12.1 : Baggerschurf SG 1/22: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule
- Anlage 4.12.2 : Baggerschurf SG 2/22: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule
- Anlage 4.12.3 : Baggerschurf SG 3/22 (Profil 1: Profilaufnahme Nr. 1 im Baggerschurf/-schlitz SG 3/22 ca. 1 m nordöstlich der Grundstücks- bzw. Abbaugrenze: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule
- Anlage 4.12.4 : Baggerschurf SG 3/22 (Profil 2: Profilaufnahme Nr. 1 im Baggerschurf/-schlitz SG 3/22 ca. 2,5 m nordöstlich der Grundstücks- bzw. Abbaugrenze: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule
- Anlage 4.12.5 : Baggerschurf SG 3/22 (Profil 3: Profilaufnahme Nr. 1 im Baggerschurf/-schlitz SG 3/22 ca. 3,6 m nordöstlich der Grundstücks- bzw. Abbaugrenze: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule
- Anlage 4.12.6 : Baggerschurf SG 4/22: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule
- Anlage 4.12.7 : Baggerschurf SG 5/22: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule
- Anlage 4.12.8 : Baggerschurf SG 6/22: Schichtenverzeichnis und Schichtsäule

#### **4.13 Verschleißprotokolle**

- Anlage 4.13.1 : Verschleißprotokoll zur fachgerechten Bohrlochverfüllung mit Schwenk Füllbinder Bohrung BK 1/22, BK 2/22, BK 3/22, BK 4/22, BK 5/22, BK 6/22 und Grundwassermessstelle GMW 8/22 (Bereich unterhalb Messstellenausbau)

## 5. Fotodokumentation

### 5.1 Fotodokumentation Bohrungen im Jahr 2022

- Anlage 5.1.1 : Bohrkerne Bohrung BK 1/22
- Anlage 5.1.2 : Bohrkerne Bohrung BK 2/22
- Anlage 5.1.3 : Bohrkerne Bohrung BK 3/22
- Anlage 5.1.4 : Bohrkerne Bohrung BK 4/22
- Anlage 5.1.5 : Bohrkerne Bohrung BK 5/22
- Anlage 5.1.6 : Bohrkerne Bohrung BK 6/22
- Anlage 5.1.7 : Bohrkerne Bohrung GWM 7/22
- Anlage 5.1.8 : Bohrkerne Bohrung GWM 8/22

### 5.2 Fotodokumentation Baggerschürfe im Jahr 2022

- Anlage 5.2.1 : Baggerschurfe SG 1/22
- Anlage 5.2.2 : Baggerschurfe SG 2/22
- Anlage 5.2.3 : Baggerschurfe SG 3/22
- Anlage 5.2.4 : Baggerschurfe SG 4/22
- Anlage 5.2.5 : Baggerschurfe SG 5/22
- Anlage 5.2.6 : Baggerschurfe SG 6/22

## 6. Grundwasser

### 6.1 Grundwasserganglinien

- Anlage 6.1.1 : Grundwasserstandsmessungen und Grundwasserganglinien an den Messstellen GWM 1/86, GWM 2/86, GWM 1/08, GWM 2/08, GWM 7/22, GWM 8/22

### 6.2 Grundwassermessungen

- Anlage 6.2.1 : Grundwasser-Stichtagsmessung am 22.03.2022, 04.04.2022 und 03.05.2022
- Anlage 6.2.2 : Grundwasser-Stichtagsmessung am 01.06.2022 und 09.06.2022
- Anlage 6.2.3 : Grundwasser-Stichtagsmessung am 22.06.2022
- Anlage 6.2.4 : Grundwasser-Stichtagsmessung am 21.03.2023

### 6.3 Wasserchemische Untersuchungen

#### 6.3.1 Probenahmeprotokolle

- Anlage 6.3.1.1 : Probenahmeprotokoll (Labornummer 31206) Nano GmbH zur Grundwasserprobenahme vom 21.03.2023

#### 6.3.2 Laborberichte

- Anlage 6.3.2.1 : Untersuchungsbericht Nr. 90309 vom 08.06.2009 zur Beprobung der Quelle Nr. 1 (Probenahmedatum: 27.05.2009) mit Angabe der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS 2016)
- Anlage 6.3.2.2 : Laborbericht Nr. 21241 (Nano GmbH) zur Beprobung der Quellen Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 4, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8 sowie des Zulaufs zur Viehtränke Ost (Probenahmedatum: 22.03.2022) mit Angabe der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS 2016)

- Anlage 6.3.2.3 : Laborbericht Nr. 21608 (Nano GmbH) zur Beprobung der Quelle Nr. 5 (Probenahmedatum: 20.04.2022) mit Angabe der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS 2016)
- Anlage 6.3.2.4 : Laborbericht Nr. 22819 (Nano GmbH) zur Beprobung der Gräben (Probenahmedatum: 12.07.2022) mit Angabe der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS 2016)
- Anlage 6.3.2.5 : Laborbericht Nr. 23225 (Nano GmbH) zur Beprobung der Quellen bei Kimpflen (Schacht Grabenwasser, Schacht Hangwasser, Quelle Nägele, Quelle Behr, Quelle Hausmann, Viehtränke Kimpflen (Probenahmedatum: 11.08.2022) mit Angabe der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS 2016)
- Anlage 6.3.2.6 : Laborbericht Nr. 31206 (Nano GmbH) zur Beprobung der Grundwassermessstellen GWM BP 1/86, GWM BP 2/86, GWM 1/08, GWM 2/08, GWM 7/22 und GWM 8/22 (Probenahmedatum: 21.03.2023) mit Angabe der Auslöseschwellenwerte
- Anlage 6.3.2.7 : Laborbericht Nr. 31207 (Nano GmbH) zur Beprobung der Quellen Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8, Viehtränke (Ost), der Quellen bei Kimpflen (Schacht Grabenwasser, Schacht Hangwasser, Quelle Nägele, Quelle Behr, Quelle Hausmann, Viehtränke Kimpflen) sowie der Gräben (Probenahmedatum: 21.03.2023) mit Angabe der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS 2016)

### 6.3.3 Analysenergebnisse

- Anlage 6.3.3.1 : Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8, Viehtränke (Ost), der Quellen bei Kimpflen (Schacht Grabenwasser, Schacht Hangwasser, Quelle Nägele, Quelle Behr, Quelle Hausmann, Viehtränke Kimpflen) sowie der Gräben (Probenahmedatum: 21.03.2023) mit Bewertungskriterien nach Trinkwasserverordnung und Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- Anlage 6.3.3.2 : Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8, (Probenahmedatum: 21.03.2023) mit Bewertungskriterien nach Trinkwasserverordnung und Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- Anlage 6.3.3.3 : Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Nr. 4, Nr. Viehtränke (Ost), (Probenahmedatum: 21.03.2023) mit Bewertungskriterien nach Trinkwasserverordnung und Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- Anlage 6.3.3.4 : Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Nr. 5, Viehtränke (Ost), der Quellen bei Kimpflen (Schacht Grabenwasser, Schacht Hangwasser, Quelle Nägele, Quelle Behr, Quelle Hausmann, Viehtränke Kimpflen) sowie der Gräben (Probenahmedatum: 21.03.2023) mit Bewertungskriterien nach Trinkwasserverordnung und Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

### 6.3.4 Zusammenfassung Untersuchungsergebnisse pro Quelle / Graben und Messtag

- Anlage 6.3.4.1 : Zusammenfassung der Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Süd (Quelle Nr. 1 (Probenahmedatum: 27.05.2009, 22.03.2022, 21.03.2023), Nr. 8 (Probenahmedatum: 22.03.2022, 21.03.2023)) und Quellen Süd-Ost (Quelle Nr. 2, Nr. 3, Nr. 6, Nr. 7 (Probenahmedatum: 22.03.2022, 21.03.2023)) mit Bewertungskriterien nach Trinkwasserverordnung und Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- Anlage 6.3.4.2 : Zusammenfassung der Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Ost (Quelle Nr. 4, Viehtränke, (Probenahmedatum: 22.03.2022, 21.03.2023)) mit Bewertungskriterien nach Trinkwasserverordnung und Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- Anlage 6.3.4.3 : Zusammenfassung der Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Kimpflen West (Quelle Hausmann, Quelle Behr, Quelle Nägele, Viehtränke Kimpflen (Probenahmedatum: 11.08.2022, 21.03.2023), Quelle 5 (Probenahmedatum: 20.04.2022, 21.03.2023)), Kimpflen Ost (Schacht Grabenwasser, Schacht Hangwasser (Probenahmedatum: 11.08.2022, 21.03.2023)) und der Gräben (Graben 1 und Graben 2 (Probenahmedatum: 12.07.2022, 21.03.2023)) mit Bewertungskriterien nach Trinkwasserverordnung und Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

## 7. Pumpversuchsauswertung

### 7.1 Pumpversuchsprotokolle

- Anlage 7.1.1 : Pumpversuch GWM 7/ 22  
Anlage 7.1.2 : Pumpversuch GWM 8/ 22

### 7.2 Pumpversuchsauswertung

- Anlage 7.2.1 : Pumpversuchsauswertung GWM 7/ 22  
Anlage 7.2.2 : Pumpversuchsauswertung GWM 8/ 22

## 8. Bodenmechanische Laboruntersuchungen

### Anlage 8.1 : Korngrößenverteilung nach DIN 17892-4

- Anlage 8.1.1 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-1b1 (BK 1/22)
- Anlage 8.1.2 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-5d1 (BK 3/22)
- Anlage 8.1.3 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-8c1 (BK 5/22)
- Anlage 8.1.4 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-9c1 (BK 5/22)
- Anlage 8.1.5 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-11b1 (BK 5/22)
- Anlage 8.1.6 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-12c1 (BK 5/22)
- Anlage 8.1.7 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-15c1 (BK 2/22)

- Anlage 8.1.8 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-16c1 (BK 2/22)
- Anlage 8.1.9 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-18b1 (BK 2/22)
- Anlage 8.1.10 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-23b1 (BK 3/22)
- Anlage 8.1.11 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-28c1 (BK 6/22)
- Anlage 8.1.12 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Probe Stein-GE-30c1 (BK 6/22)

## 9. Berechnung Sickerschacht

- Anlage 9.1 : Berechnung Schachtversickerung

## Abbildungsverzeichnis

### Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Siedlungen im Umfeld des Deponiestandorts.....	15
Tab. 2:	Durchgeführte Grundwasserstichtagsmessungen (Anlagen 6.2.1-6.2.4).....	30
Tab. 3:	Historische Luftbilder (Anlagen 2.2.1-2.2.9).....	32
Tab. 4:	Ergebnisse der Siebanalysen (Anlagen 8.1.3 und 8.1.11).....	41
Tab. 5:	Ergebnisse der SP-Tests (Anlagen 4.9.2, 4.9.3, 4.9.5 und 4.9.6).....	43
Tab. 6:	Ergebnisse der Siebschlämmanalysen (Anlagen 8.1.1 und 8.1.7).....	44
Tab. 7:	Ergebnisse der SP-Tests (Anlagen 4.9.2, 4.9.3, 4.9.5 und 4.9.6).....	45
Tab. 8:	Ergebnisse der Siebschlämmanalysen (Anlagen 8.1.6, 8.1.9, 8.1.10 und 8.1.12) ..	46
Tab. 9:	Ergebnisse der Siebschlämmanalysen (Anlagen 8.1.2, 8.1.4, 8.1.5 und 8.1.8) .....	48
Tab. 10:	Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit (Anlagen 8.1.2, 8.1.4, 8.1.5, 8.1.6).....	48
Tab. 11:	Ergebnisse der SP-Tests (Anlagen 4.9.2, 4.9.3, 4.9.5 und 4.9.6).....	49
Tab. 12:	Ergebnisse der SP-Tests (Anlagen 4.9.1, 4.9.4).....	51
Tab. 13:	Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit (Anlagen 8.1.1, 8.1.7, 7.2.1).....	56
Tab. 14:	Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit (Anlagen 8.1.6, 8.1.7, 7.2.1-2).....	57
Tab. 15:	Berechnung der Durchflussrate im Untergrund der Erweiterungsfläche.....	58

# 1 Vorhaben

## 1.1 Veranlassung

Der Zweckverband für Abfallwirtschaft Kempten (ZAK) ist der öffentliche Entsorgungsträger (öRE) für die Landkreise Lindau (Bodensee), Oberallgäu und für den Stadtkreis Kempten. Zum öffentlichen Auftrag des ZAK gehört u.a. die Sicherstellung von ausreichendem Deponie-volumen, um nicht verwertbare mineralische Abfälle aus seinem Verbandsgebiet umweltgerecht beseitigen zu können. Die ZAK Energie GmbH, Kempten, ist Genehmigungsinhaberin der Planfeststellung zur Errichtung und Betrieb der DK0-Deponie und der DK1-Deponie Steinegaden. Der Planfeststellungsbeschluss vom 07. April 2009 umfasst die Flurstücke 1189, 797/6 und Teilfläche 1301 der Gemarkung Röthenbach. Der Betreiber der Deponie ist der Steinegaden Deponie Betriebs GmbH & Co. KG übertragen worden. Grundstückseigentümer der o.g. Flurstücke ist die Geiger-Unternehmensgruppe.

Das verfügbare Volumen der DK1-Deponie Steinegaden wird voraussichtlich im Jahr 2027 erschöpft sein. Zur Absicherung der Entsorgungssicherheit für nicht verwertbaren Boden und Bauschutt sowie asbesthaltigen Abfällen und Mineralfaserabfällen soll die bestehende DK1-Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden nach Süden erweitert und über den Zeitraum 2027 hinaus betrieben werden. Geplant ist eine Verlängerung des Deponiebetriebs um rund 10 Jahre bis zum Jahr 2037. Mit der Erweiterung der DK1-Deponie Steinegaden wird auf einer Grundfläche von etwa 18.000 m<sup>2</sup> ein nutzbares Deponievolumen von rund 300.000 m<sup>3</sup> geschaffen.

Zur Klärung der hydrogeologischen Standortgegebenheiten der Erweiterung der DK1- Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden beauftragte der Zweckverband für Abfallwirtschaft Kempten (ZAK) die Geo + Plan Geotechnik GmbH mit der Erstellung des vorliegenden hydrogeologisch-geotechnischen Gutachtens.

Das vorliegende Gutachten beschreibt die örtlichen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse und bewertet die geologische Barriere am Standort entsprechend den Anforderungen der Deponieverordnung (DepV), Anhang 1.

## 1.2 Lage und Fläche der DKI-Deponie mit Erweiterung

### 1.2.1 Lage

Der Standort der Erweiterung der Deponie Steinegaden liegt auf einem sich von Südwest nach Nordost erstreckenden und nach Nordosten zu abtauchenden Höhenzug auf einer durchschnittlichen Höhe von ca. 700 m NHN. Dieser Höhenrücken fällt mit steilen Flanken nach Süden und Südosten zum Tal des Schwarzenbachs auf eine Höhe von ca. 645 m NHN hin ab und hat ein mäßiges Abfallen nach Nordnordosten bis auf eine Höhe von ca. 685 m ü.NHN. Nach Nordwesten zu fällt das Gelände allmählich bis auf eine Höhe von 655 m NHN ab.

Die Deponieerweiterung liegt im Bereich eines ehemaligen Kiesabbaus, der südwestlich von Steinegaden im Bereich der Kuppe des Höhenzuges angelegt war. Während der westliche Bereich (Flur-Nr. 797/9) unverritz ist, hat im östlichen Bereich der Deponieerweiterung (Flur-Nr. 1300) ehemals Kiesabbau stattgefunden. Die Hohlform ist wieder verfüllt worden. Die genehmigte Abbausohle verläuft auf einem Höhenniveau von 670 m NN. Die Bohrungen aus dem Jahr 2022 zeigen, dass hingegen lediglich bis auf ein Höhenniveau von 688 m NHN bis 691 m NHN abgebaut wurde und die basalen eher feinkörnigen Ablagerungen verblieben.

Der rund 380 m südöstlich verlaufende Talbereich des Schwarzenbachs hat eine Geländehöhe von rund 645 m NHN. Der Schwarzenbach verläuft vom Standort aus gesehen rund 0,6 km bis zum Wertstoffhof Röthenbach und vereinigt sich dort mit dem von Süden zufließenden Ellhofner Tobelbach zum Röthenbach. Von hier ab fließt dieser in etwa in nördlicher Richtung. Er mündet nach einer Fließstrecke von 1,9 km rund 0,7 km westlich von Gestratz in die Obere Argen.

In Nachbarschaft zum Deponiestandort liegen die Ortschaften Röthenbach, Gestratz, Harratried und Heimenkirch. Die Streusiedlungen Kimpflen, Happareute und Wigglis besitzen einen landwirtschaftlichen dörflichen Charakter und bestehen aus einzelnen landwirtschaftlichen Hofstellen (Wirtschaftshäuser und Stallungen) und Wohnhäusern.

Tab. 1 Siedlungen im Umfeld des Deponiestandorts

Siedlung	Entfernung zum Deponiestandort (DKI)
Röthenbach (Allgäu) ca. 1,1 km südöstlich	Röthenbach (Allgäu) ca. 1,1 km südöstlich
Gestratz ca. 2,4 km nordöstlich	Gestratz ca. 2,4 km nordöstlich
Harratried ca. 2,1 km nordnordwestlich	Harratried ca. 2,1 km nordnordwestlich
Heimenkirch ca. 4,0 km westlich	Heimenkirch ca. 4,0 km westlich

Der Anschluss der Erweiterungsfläche der Deponie an das öffentliche Verkehrsnetz besteht bereits über die ST 2001. Die Anlieferung erfolgt über die Staatsstraßen ST 2001 und 2378 sowie über die Bundesstraße B12 und B 32.

## 1.2.2 Fläche

Das verfügbare Volumen der DKI-Deponie (Planfeststellungsbeschluss 07.04.2009) wird voraussichtlich im Jahr 2027 erschöpft sein. Zur Absicherung der Entsorgungssicherheit für nicht verwertbaren Boden und Bauschutt sowie asbesthaltigen Abfällen und Mineralfaserabfällen soll die bestehende DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden nach Süden erweitert und über den Zeitraum 2027 hinaus betrieben werden. Das Areal der geplanten Deponieerweiterung erstreckt sich auf die folgenden Eingriffsbereiche:

- Im Süden zwischen dem planfestgestellten Deponieumring und der bisherigen Planfeststellungsgrenze erstreckt sich die Erweiterungsfläche der DKI-Deponie auf rund 1,02 ha der noch nicht rekultivierten DK0-Deponie und den Auffüllungen des ehemaligen Kiesabbaus auf dem Grundstück mit der Flur-Nr. 1301.
- Südlich der bisherigen Planfeststellungsgrenze überdeckt die Erweiterungsfläche der DKI-Deponie auf dem Grundstück mit der Flur-Nr. 1300 rund 0,23 ha Teilflächen der von der RvS mit Bescheid vom 21. März 2017 aus der Nachsorgephase entlassenen ehemaligen Deponie Steinegaden Röthenbach (Altlastenkataster-Nr. 77600046).
- Im Süd-Westen überdeckt die geplante Deponieerweiterung auf dem Grundstück mit der Flur-Nr. 797/9 eine rund 0,7 ha große unbelastete Fläche mit anstehendem Kiesuntergrund.
- Nach Norden überlappt die Erweiterungsplanung die bestehende DKI-Deponie auf den beiden Grundstücken mit den Flur-Nrn. 1301 und 1189 auf einer Grundfläche von rund 2,3 ha.

## 1.3 Erkundungsprogramm

### 1.3.1 Mit dem Wasserwirtschaftsamt Kempten abgestimmtes Untersuchungsprogramm

Das mit dem Wasserwirtschaftsamt Kempten abgestimmte und einvernehmlich festgelegte Untersuchungsprogramm ist in den Bohranmeldungen vom 02.03.2022 und 17.03.2022 dokumentiert. Am 17.03.2022 wurde die Anzahl und Lage der geplanten Bohrungen gegenüber dem Bearbeitungsstand vom 02.03.2022 nochmals abschließend optimiert. Die aktualisierte Lage der Bohrungen wurde mit dem WWA Kempten, Herr Mayer abgestimmt. Das Untersuchungsprogramm beinhaltet:

- Abteufen von vier repräsentativen Bohrungen im Bereich der bestehenden Kiesabbauverfüllung zur Erkundung der Verfüllung, der darunter anstehenden Schichten und der hydrogeologischen Verhältnisse (erwartete Bohrtiefe: 29 m; durchgeführte Bohrtiefe bis 44,3 m).
- Abteufen von drei repräsentativen Bohrungen im unverritzten Bereich westlich der bestehenden Kiesabbauverfüllung zur Erkundung der anstehenden Schichten und der hydrogeologischen Verhältnisse mit Ausbau einer Bohrung zu Grundwassermessstelle Durchmesser 5" (vollständiger Ausbau der Grundwassermessstelle); (erwartete Bohrtiefe: 31 m; durchgeführte Bohrtiefe bis 42 m)
- Abteufen einer repräsentativen Bohrung östlich der bestehenden Kiesabbauverfüllung zur Erkundung der anstehenden Schichten und der hydrogeologischen Verhältnisse mit Ausbau einer Bohrung zu Grundwassermessstelle Durchmesser 5" (vollständiger Ausbau der Grundwassermessstelle)
- Grundwasserstichtagsmessung an allen vorhandenen Grundwassermessstellen
- Einmessung aller Grundwassermessstellen

### 1.3.2 Bohrkampagnen

Am Standort Steinegaden wurden in den Jahren 1968, 1969, 1971, 1972, 1975, 1985, 1986, 1987, 2006, 2007, 2008, 2009 und 2010 umfangreiche Bohrkampagnen durchgeführt. Diese 52 Bohrungen decken den Bereich der bestehenden DKI-Deponie sowie das engere und weitere Umfeld um die Deponie ab (Anlage 1.3) und sind zur Interpretation der geologischen Gesamtsituation verwendbar. Zur Detailerkundung der Erweiterungsfläche der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden erfolgte eine weitere Ergänzung des bestehenden Aufschlussnetzes durch die mit dem Wasserwirtschaftsamt Kempten abgestimmte Bohrkampagne im Jahr 2022.

Zur besseren Übersicht werden die einzelnen Erkundungskampagnen in nachfolgenden Abschnitten dokumentiert und beschrieben.

Hinweis:

In vorliegendem Gutachten erfolgte die Umstellung auf das Koordinatensystem UTM32 und auf das Höhenbezugssystem DHHN2016 (m ü. NHN). Gegenüber den in den vorangegangenen Gutachten im alten Höhenbezugssystem m ü. NN (DHHN12) dargestellten Höhen ergibt sich, entsprechend Angaben aus dem Auszug aus dem amtlichen Festpunktinformationssystem (Höhenfestpunkt 8325 5006, Auszug zur Verfügung gestellt durch Riwa GmbH) eine Differenz von -3,8 cm. Sämtliche in vorliegendem Gutachten angegebenen Höhen wurden, sofern vermessungstechnisch nicht bereits neu im System DHHN2016 aufgenommen (z.B. Bohrkampagne Jahr 2022), über die Beziehung Höhe in m ü. NN minus 3,8 cm = Höhe in m ü. NHN transformiert.

Angaben zur Lage, den Stammdaten, der Schichtenabfolge sowie, sofern vorhanden, zu Grundwasserständen der Bohrungen aus den Bohrkampagnen der Jahre 1968, 1969, 1971, 1972, 1975, 1985, 1986 und 1987 wurden aus dem UmweltAtlas Bayern des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) entnommen. Entsprechend Auskunft des Bayerischen Landesamtes für Umwelt vom 16.01.2024 wurden die UmweltAtlas Bayern dokumentierten Ansatzhöhen der genannten Bohrungen durch das LfU aus der TK 25 mit einer Genauigkeit von 10 m zum Zeitpunkt der Erfassung (Jahr 2010) bestimmt. Da sich die Bohrungen im Abbaubereich des ehemaligen Kiesabbaus Steingaden befinden und sich die Geländemorphologie dem Abbau und der Rekultivierung folgend seit den 1960er Jahren daher mehrfach verändert hat, wurden die vom LfU angegebenen Ansatzhöhen der Bohrungen durch Geo+Plan Geotechnik GmbH unter Verwendung der folgenden Unterlagen überprüft und, sofern erforderlich, angepasst (siehe Anlage 1.3, Anlagen 4.1 bis 4.6):

- Gert Wegner freier Gartenarchitekt BDLA: Abbauplan (Stand 28.06.1976) mit Grundstücksgrenzen und Geländezustand Februar 1974 (übersendet von Fa. Wilhelm Geiger GmbH & Co. KG per E-Mail am 09.02.2022)
- Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung:
  - Historische Topographische Karte TK 25 – Jahr 1948
  - Historische Topographische Karte TK 25 – Jahr 1960
  - Historische Topographische Karte TK 25 – Jahr 1972
  - Historische Topographische Karte TK 25 – Jahr 1981
  - Historische Topographische Karte TK 25 – Jahr 1989

### 1.3.2.1 Erkundungen Jahr 1968

Im Jahr 1968 wurden im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus (nördlicher Bereich der späteren DK0-Deponie) 7 Bohrungen mit Tiefen zwischen 16 m (Bohrung BG015191) bis 35 m (Bohrung BG015194) unter GOK abgeteuft. Angaben zum Bohrverfahren (außer Bohrung BG015191: Greiferbohrung), dem Bohrdurchmesser, der Bohrfirma sowie zu Grundwasserständen liegen entsprechend UmweltAtlas nicht vor. Die Schichtsäulen zu den Bohrungen mit Ergänzungen zur Stratigraphie und Hinweisen durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage 4.1.1 bis 4.1.7 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

### 1.3.2.2 Erkundungen Jahr 1969

Im Jahr 1969 wurden im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus, im heutigen DKI-Deponiebereich, 3 Bohrungen mit Tiefen von jeweils 26 m unter GOK abgeteuft. Angaben zum Bohrverfahren, dem Bohrdurchmesser, der Bohrfirma sowie zu Grundwasserständen liegen entsprechend UmweltAtlas nicht vor. Die Schichtsäulen zu den Bohrungen mit Ergänzungen zur Stratigraphie und Hinweisen durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage 4.2.1 bis 4.2.3 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

### 1.3.2.3 Erkundungen Jahr 1971

Im Jahr 1971 wurden im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus 9 Bohrungen mit Tiefen zwischen 14 m (Bohrung BG015202) bis 29 m (Bohrung BG015211) unter GOK abgeteuft. Die Bohrungen BG015211 und BG015213 liegen im östlichen Bereich der Erweiterung der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden (siehe Anlage 1.3). Die Endteufen der beiden Bohrungen liegen mit 20 m (Bohrung BG015213) und 29 m (Bohrung BG015211) unter GOK auf einem Tiefenniveau zwischen 671 m ü. NHN bis 680 m ü. NHN und damit mindestens 11 m unterhalb der Deponiesohle der Erweiterungsfläche (Deponiesohle  $\geq$  691 m ü. NHN).

Angaben zum Bohrverfahren, dem Bohrdurchmesser, der Bohrfirma sowie zu Grundwasserständen liegen entsprechend UmweltAtlas nicht vor. Die Schichtsäulen zu den Bohrungen mit Ergänzungen zur Stratigraphie und Hinweisen durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage

4.3.1 bis 4.3.9 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

#### 1.3.2.4 Erkundungen Jahr 1972

Im Jahr 1972 wurden im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus 5 Bohrungen mit Tiefen zwischen 17 m (Bohrung BG015209) bis 24 m (Bohrung BG015206) unter GOK abgeteuft. Die Bohrung BG015214 liegt im östlichen Bereich der Erweiterung der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden (siehe Anlage 1.3). Die Endteufe der Bohrung liegt mit 23 m unter GOK auf einem Tiefenniveau zwischen 677 m ü. NHN und damit 14 m unterhalb der Deponiesohle der Erweiterungsfläche (Deponiesohle  $\geq$  691 m ü. NHN).

Angaben zum Bohrverfahren, dem Bohrdurchmesser, der Bohrfirma sowie zu Grundwasserständen liegen entsprechend UmweltAtlas nicht vor. Die Schichtsäulen zu den Bohrungen mit Ergänzungen zur Stratigraphie und Hinweisen durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage 4.4.1 bis 4.4.5 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

#### 1.3.2.5 Erkundungen Jahr 1975

Im Jahr 1975 wurden im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus im heutigen DK0-(Bohrung BH015189) bzw. DKI-Deponiebereich 4 Bohrungen mit Tiefen zwischen 18 m (Bohrung BG015187) bis 35 m (Bohrung BG015188) unter GOK abgeteuft. Angaben zum Bohrverfahren (außer Bohrung BG015190: Greiferbohrung), dem Bohrdurchmesser, der Bohrfirma sowie zu Grundwasserständen liegen entsprechend UmweltAtlas nicht vor. Die Schichtsäulen zu den Bohrungen mit Ergänzungen zur Stratigraphie und Hinweisen durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage 4.5.1 bis 4.5.4 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

### 1.3.2.6 Erkundungen Jahr 1985

Zur Erkundung des ehemaligen Kiesabbaus wurden im Jahr 1985, in dem zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten teilweise bereits verfüllten Kiesabbau, zwei Spülbohrungen (B I/85, B II/85) und eine Kernbohrung B III/85 mit Endtiefen zwischen 18 m (BII/85) bis 33 m (B III/85) unter GOK abgeteuft (siehe Anlage 1.3). Die Aufnahme und Dokumentation der Bohrungen erfolgten durch das Ingenieurbüro G. Langes (25.10.1985). Die Bohrungen wurden zu temporären Grundwassermessstellen ausgebaut.

Die Schichtsäulen zu den Bohrungen mit Ergänzungen zur Stratigraphie und Hinweisen durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage 4.6.1 bis 4.6.3 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

#### Hinweis:

Die Bohrungen B I/85 und B II/85 wurden als Spülbohrung abgeteuft. Bei diesem Bohrverfahren wird der Feinkornanteil aus gemischtkörnigen Böden ausgetragen. Aus diesem Grund entspricht die dargestellte Schichtung nicht den tatsächlichen Verhältnissen. Die in den Bohrungen B I/85, B II/85 und B III/85 dokumentierten Wasserstände resultieren aus der Einspeisung von Sickerwasser aus dem damals aktiven, zentralen Absetzbecken der Kieswaschanlage (siehe Ingenieurbüro G. Langes (25.10.1985): Rekultivierungsplan) und sind nicht repräsentativ für die eigentliche Grundwassersituation.

### 1.3.2.7 Erkundungen Jahr 1986

Im Jahr 1986 wurden zwei Spülbohrungen (BP 1/86, BP 2/86) von der Bohrfirma Angerer aus Grönenbach abgeteuft und zu 5“-Grundwassermessstellen ausgebaut. Die Endteufe der zentral im Bereich der Erweiterungsfläche gelegenen GWM BP1/ 86 liegt bei 46 m unter GOK, entsprechend 651,16 m ü. NHN und damit rund 40 m unterhalb der Deponiesohle der Erweiterungsfläche (Deponiesohle  $\geq$  691 m ü. NHN).

Die GWM BP 2/86 wurde bis in eine Tiefe von 19 m unter GOK, entsprechend 654,45 m ü. NHN abgeteuft und befindet sich rund 180 m nördlich der Erweiterungsfläche im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus östlich der Staatsstraße 2001. Die GWM BP 2/86 dient als Abstrom-Grundwassermessstelle der bestehenden Deponie.

Die Schichtsäulen und Ausbaupläne zu den Bohrungen mit Ergänzungen zur Stratigraphie und Hinweisen durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage 4.6.4 bis 4.6.5 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

#### Hinweis:

Die Bohrungen BP 1/86 und BP 2/86 wurden als Spülbohrung abgeteuft. Bei diesem Bohrverfahren wird der Feinkornanteil aus gemischtkörnigen Böden ausgelesen. Aus diesem Grund entspricht die dargestellte Schichtung nicht den tatsächlichen Verhältnissen. Die geologischen Verhältnisse an BP 1/86 konnten aber durch die in der Umgebung abgeteuften Bohrungen BK3/ 22 und BK5/ 22 grundsätzlich bestätigt werden.

#### 1.3.2.8 Erkundungen Jahr 1987

Im weiteren Umfeld nördlich, östlich und südlich der Erweiterung der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden wurden im Jahr 1987 4 flachgründige Rammrotationskernbohrungen mit Tiefen zwischen 5 m (BG015151, BG015155) bis 7 m (BG015150) abgeteuft. Angaben zum Bohrdurchmesser und der Bohrfirma liegen entsprechend UmweltAtlas nicht vor. In der rund 120 m südlich der Erweiterungsfläche gelegenen Bohrung BG015155 wurde entsprechend UmweltAtlas in einer Höhe von 2,2 m unter Ansatzpunkt (entspr. rund 675 m ü. NHN) Grundwasser angetroffen. Bei den anderen drei Bohrungen wurde kein Grundwasser angetroffen.

Die Schichtsäulen zu den Bohrungen mit Ergänzungen zur Stratigraphie und Hinweisen durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage 4.6.6 bis 4.6.9 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

#### 1.3.2.9 Erkundungen Jahr 2006

Im Jahr 2006 wurde zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich der damals noch nicht bestehenden DKI-Deponie eine Rammkernbohrung (BK 1/06) mit einer Tiefe 17 m unter GOK, entsprechend 667,46 m ü. NHN durch GEO-CONSULT, Sauter + Stüber GmbH, Blaichach abgeteuft. Im Bereich der Bohrung BK 1/06 wurden Kieswaschschlämme über Bodenabraum aus dem ehemaligen Kiesabbau angetroffen. Unterlagert wurden die Kieswaschschlämme und der Bodenabraum von Geschiebemergel. Die Kieswaschschlämme sowie der Bodenabraum lagen bereichsweise in weicher, z.T. breiiger Konsistenz vor (siehe Geo+Plan (21.08.2008): Geotechnische Bewertung für den Standort (geplante Teilumwandlung und -ausbau der bestehenden Bauschuttdeponie Steinegaden in eine Deponie der Klasse DKI nach DepV). Im Zuge der Herstellung der Deponiewanne der bestehenden DKI-Deponie wurden die aufgeweichten Kieswaschschlämme sowie der aufgeweichte unterlagernde Bodenabraum des ehemaligen Kiesabbaus bis auf den Geschiebemergel rückgebaut und durch tragfähiges Material ausgetauscht (siehe Geo+Plan (05.08.2009): Bericht Nr. 6b – Aktualisierter Abschlussbericht zur Erkundung

der geologischen Barriere und zum Aufbau der Sohlfläche der Deponie sowie des Rohraufagers östlich der Deponiesohle).

Das Schichtenverzeichnis sowie die Schichtsäule der Bohrung ist Anlage 4.7.1 zu entnehmen. Die Lage der Bohrung ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

#### 1.3.2.10 Erkundungen Jahr 2007

Unter Fachaufsicht von Geo+Plan – Geotechnisches Büro Achim Veigel wurden im Jahr 2007 zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich der damals noch nicht existierenden DKI-Deponie zwei Rammkernbohrung (BK 2/07, BK 3/07) durch die Bohrfirma BauGrund Süd abgeteuft. Die Endteufen der beiden Bohrungen liegen bei 14 m (BK 2/07) und 19 m (BK 3/07) unter GOK auf einem Tiefenniveau zwischen 671 m ü. NHN bis 680 m ü. NHN. Die Bohrkern der beiden Bohrungen wurden durch Geo+Plan beprobt und umfangreich bodenmechanisch untersucht (siehe Geo+Plan (21.08.2008): Geotechnische Bewertung für den Standort (geplante Teilumwandlung und -ausbau der bestehenden Bauschuttdeponie Steinegaden in eine Deponie der Klasse DK1 nach DepV).

Im Bereich der Bohrungen wurden Kieswaschschlamm über Bodenabraum aus dem ehemaligen Kiesabbau angetroffen. Unterlagert wurden die Kieswaschschlämme und der Bodenabraum von Geschiebemergel. Die Kieswaschschlämme sowie der Bodenabraum lagen bereichsweise in weicher, z.T. breiiger Konsistenz vor (siehe Geo+Plan (21.08.2008)). Im Zuge der Herstellung der Deponiewanne der bestehenden DK1-Deponie wurden die aufgeweichten Kieswaschschlämme sowie der unterlagernde Bodenabraum des ehemaligen Kiesabbaus bis auf den Geschiebemergel rückgebaut und durch tragfähiges Material ausgetauscht (siehe Geo+Plan (05.08.2009): Bericht Nr. 6b – Aktualisierter Abschlussbericht zur Erkundung der geologischen Barriere und zum Aufbau der Sohlfläche der Deponie sowie des Rohraufagers östlich der Deponiesohle).

Die Schichtenverzeichnisse und Schichtsäulen der Bohrungen sind der Anlage 4.7.2-3 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

#### 1.3.2.11 Erkundungen Jahr 2008

Im Jahr 2008 wurden zur Vervollständigung des Grundwasserüberwachungsprogramms der bestehenden Deponie zwei Bohrungen (GWM 1/08, GWM 2/08) mit einem Bohrdurchmesser von jeweils 300 mm abgeteuft und zu 5“-Grundwassermessstellen ausgebaut (Dr. Ebel & Co.

(01.07.2008): Stellungnahme zu den neuen Monitoring-Messstellen GWM 1/08 und GWM 2/08 für die geplante Teilumwandlung der Bauschuttdeponie Steinegaden in Deponieklasse 1).

Die GWM 1/08 befindet sich rund 60 m westlich der Erweiterungsfläche und wurde bis in eine Tiefe von 50 m unter GOK, entsprechend 653,79 m ü. NHN abgeteuft. Sie dient als Zustrom-Grundwassermessstelle der bestehenden Deponie.

Die GWM 2/08 befindet sich rund 140 m nördlich der Erweiterungsfläche und wurde bis in eine Tiefe von 50 m unter GOK, entsprechend 647,72 m ü. NHN abgeteuft. Sie dient als neben GWM BP 2/86 als zweite Abstrom-Grundwassermessstelle der bestehenden Deponie.

Die Schichtsäulen und Ausbaupläne zu den Bohrungen mit Ergänzungen zur Stratigraphie und Hinweisen durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage 4.7.4 bis 4.7.5 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

### 1.3.2.12 Erkundungen Jahr 2009

Unter Fachaufsicht von Geo+Plan wurden im Jahr 2009 zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im zentralen Bereich der DKI-Deponie flachgründige Rammkernsondierungen mit der schweren Rammsonde abgeteuft (siehe Geo+Plan (05.08.2009): Bericht Nr. 6b – Aktualisierter Abschlussbericht zur Erkundung der geologischen Barriere und zum Aufbau der Sohlfläche der Deponie sowie des Rohrauflegers östlich der Deponiesohle). Die Rammkernsondierungen erreichten Tiefen zwischen 3,1 m (RKS 8/09) bis 6,5 m (RKS 6/09). Die Bohrkerne der Rammkernsondierungen wurden durch Geo+Plan beprobt und umfangreich bodenmechanisch untersucht. Im Bereich der Rammkernsondierungen wurden Auffüllungen des ehemaligen Kiesabbaus (Kieswaschschlamm, Bodenabraum) über Geschiebelehm und sandigem Kies (spätglazialer Kies) angetroffen. Die Kieswaschschlämme, der Bodenabraum sowie der Geschiebelehm lagen bereichsweise in weicher, z.T. breiiger Konsistenz vor. Im Zuge der Herstellung der Deponiewanne der bestehenden DKI-Deponie wurden die aufgeweichten, nicht tragfähigen Bodenmaterialien rückgebaut und durch tragfähiges Material ausgetauscht (siehe Geo+Plan (05.08.2009): Bericht Nr. 6b – Aktualisierter Abschlussbericht zur Erkundung der geologischen Barriere und zum Aufbau der Sohlfläche der Deponie sowie des Rohrauflegers östlich der Deponiesohle).

Die Schichtsäulen zu den Rammkernsondierungen mit Ergänzungen zur Stratigraphie durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage 4.8.1 bis 4.8.9 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

### 1.3.2.13 Erkundungen Jahr 2010

Rund 315 m nördlich der Erweiterung der DK1-Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden wurde im Jahr 2010 eine Erdwärmesonde (EB000104) errichtet. Die Bohrung erfolgte entsprechend Umweltatlas als Lufthebebohrung und erreichte eine Endteufe von 300 m. Das Hangende der Bohrung bilden bis in eine Tiefe von 47 m unter GOK (entspr. 650 m ü. NHN) würmeiszeitliche Ablagerungen (spätglazialer Kies, Geschiebemergel) gefolgt von Sanden und Kiesen der Rißeiszeit bis in 92 m Tiefe unter GOK (entspr. 605 m ü. NHN). Ab 92 m unter GOK folgen die Sedimente der Oberen Süßwassermolasse (Wechselfolge aus Sand- und Mergelstein) bis zur Endteufe in 300 m (entspr. 397 m ü. NHN). Angaben zum Bohrdurchmesser, der Bohrfirma sowie zu Grundwasserständen liegen entsprechend UmweltAtlas nicht vor.

Die Schichtsäule der Bohrung ist Anlage 4.8.10 zu entnehmen. Die Lage der Bohrung ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

### 1.3.2.14 Erkundungen Jahr 2022

Die Erweiterungsfläche untergliedert sich in den südwestlichen Bereich, welcher unverritz ist, in den östlichen Bereich mit den ehemaligen, verfüllten Kiesabbau und in den nördlichen Bereich, welcher die Fläche der DK0-Deponie überdeckt. Um die geologische Situation dieser Bereiche zu erkunden, wurden im Zeitraum vom 04.04.2022 bis zum 15.06.2022 von der Geo-Bohrtechnik GmbH insgesamt acht Kernbohrungen unter fachlicher Betreuung durch die Geo + Plan Geotechnik GmbH wie folgt niedergebracht:

- Vier Bohrungen wurden im Bereich der Kiesabbauverfüllung mit Tiefen bis zu 44,3 m abgeteuft (BK1/ 22, BK 2/ 22, BK3/ 22 und BK4/ 22). Das Verschließen der Bohrungen erfolgte vollständig, wie mit dem WWA Kempten abgestimmt, mit Dämmer (Schwenk-Füllbinder L-HS).
- Drei Bohrungen wurden im Bereich der westlich der Auffüllung gelegenen unverritzten Fläche mit Tiefen bis zu 42 m abgeteuft (BK5/ 22, BK6/ 22 und GWM7/ 22). Von diesen wurde eine Bohrung (GWM7/ 22) zur Grundwassermessstelle ausgebaut. Das Verschließen der nicht ausgebauten Bohrungen erfolgte vollständig, wie mit dem WWA Kempten abgestimmt, mit Dämmer (Schwenk-Füllbinder L-HS).
- Aufgrund dessen, dass im Bereich östlich der Erweiterung ebenfalls Kiesabbau mit Verfüllung stattgefunden hat wurde die Grundwassermessstelle GWM 8/ 22 östlich und damit außerhalb der wiederverfüllten Fläche unmittelbar westlich der Verbindungsstraße Steinegaden-Röthenbach (Staatstraße ST 2001) errichtet.

Sämtliche Bohrungen wurden mindestens 15 m tiefer als die Deponiesohle geführt, so dass die Höhe des Grundwasserspiegels des vorhandenen Grundwassers eindeutig bestimmt werden konnte. Dort wo es aus hydrogeologischer Sicht notwendig erschien, wurden die Bohrungen bis in den unterlagernden Geschiebemergel (Grundwasserstauer) geführt. Die Bohrungen wurden mit Enddurchmesser DN 270 mm abgeteuft. Die Bohrungen für die Grundwassermessstellen (GWM 7/22 und GWM 8/22) wurden mit einem Durchmesser von 320 mm aufgeweitet. Die Grundwassermessstellen wurden mit Durchmesser von 5" ausgebaut.

Alle Bohrkerne wurden von der Geo + Plan Geotechnik GmbH geologisch aufgenommen und photographisch dokumentiert (siehe Anlage 4.9.1-4.9.8, Anlage 5.1.1-5.1.8).

Zur Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften des natürlichen Untergrundes wurden von der Geo + Plan Geotechnik GmbH aus den Bohrkernen repräsentative Bodenproben entnommen und bodenmechanisch untersucht (siehe Anlage 8.1.1 – 8.1.11).

Die Schichtenverzeichnisse, Schichtsäulen und Ausbaupläne der Bohrungen sind den Anlagen 4.9.1 bis 4.9.8 zu entnehmen. Die Lage der Bohrungen ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

#### Bohrlochversuche

Zur Bestimmung der Lagerungsdichte der im Bereich der Deponiewanne der Erweiterung im Untergrund anstehenden Schichten wurden in relevanten Tiefenbereichen von der Geo-Bohrtechnik GmbH Standard-Penetration-Test in den Bohrlöchern der Bohrungen BK 1/22, BK 2/22, BK 3/22, BK 4/22, BK 5/22, BK 6/22 und GWM 7/22 durchgeführt. Die Ergebnisse der SP-Tests sind den Anlagen 4.9.1 bis 4.9.7 zu entnehmen.

### 1.3.3 Baggerschürfe

#### 1.3.3.1 Baggerschürfe Jahr 2005

Im Jahr 2005 wurden zur orientierenden Untersuchung der im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus auf Flurstück-Nr. 1300 anstehenden Verfüllung von der Firma AKS unter Fachaufsicht der Fa. Wilhelm Geiger GmbH & Co. KG, Herr Dr. Heim drei flachgründige Baggerschürfe abgeteuft (siehe Wilhelm Geiger GmbH & Co. KG (19.12.2005): Bericht zur orientierenden Untersuchung der Altablagerung in der ehemaligen Aushub- und Bauschuttdeponie Steinegaden am 23.11.2005). Die zwischen 2,75 m (Schurf 2) bis 3,2 m (Schurf 3) tiefen Schürfe liegen zwischen rund 17 m (Schurf 3) bis 85 m (Schurf 1) östlich der Erweiterung der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden (siehe Anlage 1.3). Entsprechend vorliegender Dokumentation der Fa. Wilhelm Geiger GmbH & Co. KG, Herr Dr. Heim wurde in den Baggerschürfen Bodenmaterial mit Anteilen an mineralischen und nicht mineralischen Fremddanteilen angetroffen. Für Details siehe Wilhelm Geiger GmbH & Co. KG (19.12.2005): Bericht zur orientierenden Untersuchung der Altablagerung in der ehemaligen Aushub- und Bauschuttdeponie Steinegaden am 23.11.2005. Die Schichtenverzeichnisse und Schichtsäulen der Baggerschürfe sind den Anlagen 4.10.1 bis 4.10.3 zu entnehmen. Die Lage der Baggerschürfe ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

#### 1.3.3.2 Baggerschürfe Jahr 2009

Unter Fachaufsicht von Geo+Plan – Geotechnisches Büro Achim Veigel wurden im Jahr 2009 zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im zentralen Bereich der DKI-Deponie 6 flachgründige Baggerschürfe abgeteuft (siehe Geo+Plan (05.08.2009): Bericht Nr. 6b – Aktualisierter Abschlussbericht zur Erkundung der geologischen Barriere und zum Aufbau der Sohlfläche der Deponie sowie des Rohraufagers östlich der Deponiesohle). Die Baggerschürfe erreichten Tiefen zwischen 0,7 m (SG 1/09) bis 3,8 m (SG 5/09). Die in den Baggerschürfen angetroffenen Bodenmaterialien wurden durch Geo+Plan beprobt und umfangreich bodenmechanisch untersucht. Im Bereich der Baggerschürfe wurden Auffüllungen des ehemaligen Kiesabbaus (Kieswaschschlamm, Bodenabraum) über dem natürlich anstehenden Untergrund (Geschiebemergel, spätglazialer Sand und Kies) angetroffen. Die Kieswaschschlämme, der Bodenabraum sowie der Geschiebelehm lagen bereichsweise in weicher Konsistenz vor. Im Zuge der Herstellung der Deponiewanne der bestehenden DKI-Deponie wurden die aufgeweichten, nicht tragfähigen Bodenma-

aterialien rückgebaut und durch tragfähiges Material ausgetauscht (siehe Geo+Plan (05.08.2009): Bericht Nr. 6b – Aktualisierter Abschlussbericht zur Erkundung der geologischen Barriere und zum Aufbau der Sohlfläche der Deponie sowie des Rohraufagers östlich der Deponiesohle). Die Schichtsäulen zu den Baggerschürfen mit Ergänzungen zur Stratigraphie durch Geo+Plan Geotechnik GmbH sind der Anlage 4.11.1 bis 4.11.6 zu entnehmen. Die Lage der Baggerschürfe ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

### 1.3.3.3 Baggerschürfe Jahr 2022

Im Jahr 2022 wurden zur Erkundung des Untergrundes im Bereich der Erweiterung der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden 6 Baggerschürfe unter der Fachaufsicht von Geo+Plan Geotechnik GmbH abgeteuft:

- Zwei Baggerschürfe mit Tiefen zwischen 5,5 m (SG 2/22) und 6,0 m (SG 1/22) wurden im Bereich der Kiesabbauverfüllung abgeteuft (Anlage 4.12.1 – 4.12.2).
- Zur Erkundung der westlichen Randsituation des verfüllten Abbaus zur unverritzten Fläche wurden zwei Baggerschürfe mit Tiefen zwischen 1,0 m (SG 3/22) und 4,5 m (SG 4/22) im westlichen Grenzverlauf Flurstück 1300 zu Flurstück 797/7 abgeteuft. Baggerschurf SG 3/22 wurde in drei Stufen ausgeführt. Jede Stufe wurde von der Geo+Plan Geotechnik GmbH aufgenommen und dokumentiert (siehe SG 3/22 Profil 1 bis Profil 3 in Anlage 4.12.3 bis 4.12.5).
- Zwei Baggerschürfe (SG 5/22, SG 6/22) mit Tiefen von je 6,0 m wurden im Bereich der unverritzten Fläche (Flurnummer 797/7) abgeteuft (Anlage 4.12.7 – 4.12.8).

Alle Baggerschürfe wurden von der Geo + Plan Geotechnik GmbH geologisch aufgenommen und photographisch dokumentiert (siehe Anlage 4.12.1 - 4.12.8, Anlage 5.2.1-5.2.6). Die Schichtsäulen zu den Baggerschürfen sind der Anlage 4.12.1 bis 4.12.8 zu entnehmen. Die Lage der Baggerschürfe ist in den Lageplänen dokumentiert (siehe z.B. Anlage 1.3).

## 1.3.4 Vermessung, Drohnenbefliegung, digitales Geländemodell

### 1.3.4.1 Einmessung der Grundwassermessstellen, Bohrungen und Baggerschürfe

Die Einmessung der aktuell abgeteuften Baggerschürfe, Bohrungen und fertiggestellten Grundwassermessstellen nach Lage und Höhe in UTM32, Höhensystem DHHN2016 erfolgte durch die

Fa. Geiger Hoch- und Tiefbau GmbH & Co. KG sukzessive dem Bohrfortschritt folgend. Zusätzlich wurden alle bereits vor dem Jahr 2022 errichteten Grundwassermessstellen nach Lage und Höhe neu eingemessen (siehe Anlage 1.3).

#### 1.3.4.2 Drohnenbefliegung, digitales Geländemodell, digitales Orthophoto

Am 29.01.2024 erfolgte durch die Fa. Geiger Hoch- und Tiefbau GmbH & Co. KG eine hochauflösende Drohnenbefliegung der Bestandsdeponie, der Erweiterungsfläche sowie dem näheren Umfeld. Die Ergebnisse der Drohnenbefliegung (digitales Orthophoto, Geländemodell) wurden am 01.02.2024 von der Fa. Geiger Hoch- und Tiefbau GmbH & Co. KG per E-Mail übersendet und sind in den Lageplänen dargestellt (siehe Anlage 1.3). Im weiteren Umfeld wurde auf das amtliche digitale Orthophoto (Aufnahmedatum: 03.07.2020) und das amtliche digitale Geländemodell (Befliegungsdatum: 09.01.2020 – 12.01.2020) zurückgegriffen (siehe Anlage 1.2).

### 1.3.5 Grundwassermessungen

#### 1.3.5.1 Langjährige Grundwasserstandsmessreihen

Um Aussagen zu Minimal-, Mittel- und Maximalwasserstand treffen zu können, sind langjährige Grundwasserstandsaufzeichnungen notwendig. Im Bereich der Erweiterungsfläche konnte hierfür auf die folgenden Grundwassermessreihen zurückgegriffen werden:

- Langjährige Grundwassermessreihe Grundwassermessstelle BP 1/86 zwischen dem 10.04.1989 bis 01.01.2006
  - Nachrichtlich übernommen aus: Dr. Ebel & Co. (10.08.2007): Hydrogeologischer Bericht – Anlage 6 Grundwasserstandsdaten
- Langjährige Grundwassermessreihen der Grundwassermessstellen BP 2/86 (Zeitraum 18.12.1988 bis 23.11.2023), GWM 1/08 und GWM 2/08 (Zeitraum jeweils 17.06.2009 – 23.11.2023)
  - Nachrichtlich übernommen aus Ingenieurbüro Haas-Kahlenberg GmbH: Grundwasserstandsmessungen (übersandt per E-Mail am 26.02.2024)

Die Darstellung der langjährigen Grundwassermessreihen, ergänzt durch die von der Geo + Plan Geotechnik GmbH durchgeführten Grundwasserstichtagsmessungen, ist Anlage 6.1 zu entnehmen.

### 1.3.5.2 Grundwasserstichtagsmessungen

Zwischen Frühjahr 2022 und Frühjahr 2023 wurden die nachfolgend aufgeführten Grundwasserstichtagsmessungen von der Geo + Plan Geotechnik GmbH durchgeführt:

Tab. 2: Durchgeführte Grundwasserstichtagsmessungen (Anlagen 6.2.1-6.2.4)

<b>Grundwasserstichtagsmessung</b>	<b>Berücksichtigte Grundwassermessstellen</b>
22.03.2022	BP 2/86, GWM 1/08, GWM 2/08
04.04.2022	BP 1/86
03.05.2022	BP 1/86, BP 2/86, GWM 1/08, GWM 2/08, GWM 7/22
01.06.2022	BP 1/86, BP 2/86, GWM 1/08, GWM 2/08, GWM 7/22, GWM 8/22
09.06.2022	BK 6/22, GWM 7/22
22.06.2022	BP 1/86, BP 2/86, GWM 1/08, GWM 2/08, BK 4/22, GWM 7/22, GWM 8/22
21.03.2023	BP 1/86, BP 2/86, GWM 1/08, GWM 2/08, GWM 7/22, GWM 8/22

Die Protokolle der Grundwasserstichtagsmessungen liegen mit den Anlagen 6.2.1 bis 6.2.4 bei.

### 1.3.5.3 Einmessungen der Wasserspiegelhöhen im Bereich der südlichen und östlichen Quellen

Am 22.03.2023 erfolgte durch die Fa. Wilhelm Geiger GmbH & Co. KG eine vermessungstechnische Aufnahme der Lage und der Wasserspiegelhöhen der südlichen und östlichen Quellen. Die Ergebnisse der Vermessungen sind in Anlage 2.1.1 dargestellt.

### 1.3.6 Pumpversuche Jahr 2022

Um Auskunft über die Grundwasserdurchlässigkeit der wasserführenden quartären Sande (spätglazialer Sand, glazifluvialer Sand) im Bereich der Erweiterungsfläche zu erhalten, wurden von der Geo-Bohrtechnik GmbH am 02.05.2022 (GWM 7/22) und 14.06.2022 (GWM 8/22) Kurzpumpversuche durchgeführt (siehe auch Abschnitt 3.5).

Die Protokolle und Auswertungen der Pumpversuche liegen mit Anlage 7.1.1-2 und 7.2.1-2 bei.

### **1.3.7 Bodenuntersuchungen**

Zur Bestimmung der Kornzusammensetzung und Durchlässigkeit der angetroffenen Schichten wurden an ausgewählten, von der Geo+Plan Geotechnik GmbH aus den Bohrkernen der im Jahr 2022 abgeteufte Bohrungen entnommenen Proben Laboruntersuchungen durchgeführt und ausgewertet. Die Laboruntersuchungen erfolgten durch GHB Consult GmbH. Die Ergebnisse der Laborversuche liegen mit den Anlagen 8.1.1-8.1.12 bei.

### **1.3.8 Wasserchemische Untersuchungen**

Wasserproben wurden durch die Nano GmbH an den Grundwassermessstellen, an den Quellaustritten und an den Quelfassungen mehrfach entnommen in der Zeit vom Frühjahr 2022 bis Frühjahr 2023 sowie einmalig zeitgleich am 21.03.2023. Die entsprechenden Probenahmeprotokolle liegen mit Anlage 6.3.1.1, die Laborberichte mit Anlage 6.3.2.1 bis 6.3.2.7 bei. Die detaillierte Auswertung und Zusammenfassung der Ergebnisse der wasserchemischen Analysen ist Abschnitt 3.7 sowie den Anlagen 6.3.3.1 bis 6.3.3.4 und 6.3.4.1 bis 6.3.4.3 zu entnehmen.

Die Grundwassermessstellen GWM 1/ 08, GWM2/ 08 und BP2/ 86 werden im Rahmen der Grundwasserüberwachung der bestehenden Deponie regelmäßig untersucht. Die Ergebnisse der turnusmäßigen Untersuchungen werden in den Jahresberichten Gewässerschutz der bestehenden DKI-Deponie Steinegaden dokumentiert und bewertet.

### **1.3.9 Historische Luftbilder**

Zur Analyse der historischen Entwicklung des Standortes wurde die folgenden historischen Luftbilder beim Landesamt für Digitalisierung und Breitband bestellt, planerisch dargestellt und ausgewertet.

Tab. 3: Historische Luftbilder (Anlagen 2.2.1-2.2.9)

<b>Aufnahmejahr historisches Luftbild</b>	<b>Anlage</b>
1973	2.2.1
1976	2.2.2
1980	2.2.3
1983	2.2.4
1985	2.2.5
1986	2.2.6
1988	2.2.7
1990	2.2.8
1993	2.2.9

Das Ergebnis der Luftbildanalyse wird in Abschnitt 2.2 beschrieben.

## 1.4 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst das Gebiet des Standortes Steinegaden und die hydrogeologisch relevante Umgebung. Im Norden erstreckt es sich nach Steinegaden. Im Süden reicht das Untersuchungsgebiet bis ins Schwarzenbachtal. Westlich begrenzt die Straße nach Egg in etwa das Untersuchungsgebiet. Im Osten reicht das Untersuchungsgebiet bis in das Röthenbachtal (Anlage 2.1.1)

## 2 Geologie und Boden

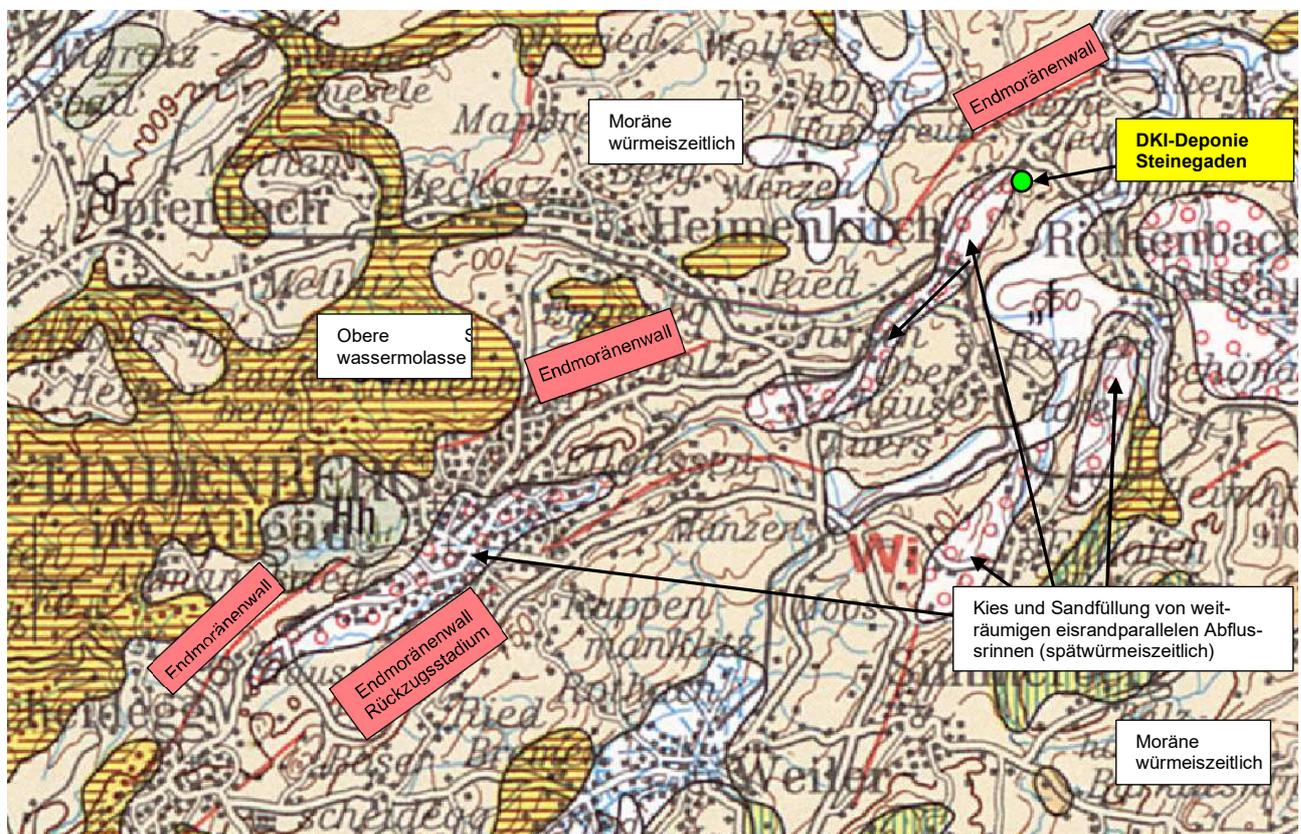
### 2.1 Geologischer Rahmen

Die Deponie Steinegaden und die Erweiterung befinden sich auf einem sich von Südwest nach Nordost erstreckenden und nach Nordosten zu abtauchenden Höhenzug auf einer durchschnittlichen Höhe von ca. 700 m NHN. Im Kern besteht der Höhenzug aus Festgesteinen der Oberen Süßwassermolasse, welche als Festgestein mit der Bohrung BP1/ 86 (Anlage 4.6.4) auf einer Höhe von 661 m NN angetroffen wurden. Dieser Rücken fällt nach Nordwesten steil ab. Mit der Tiefbohrung EB000104 (Anlage 4.8.10) unmittelbar nördlich von Steinegaden wurde die Obere Süßwassermolasse auf einer Höhe von 605 m NHN angetroffen. Im Schwarzenbachtal liegt die Obere Süßwassermolasse entsprechend den im Jahr 1992 abgeteufte Bohrungen (Schöchle-Schorer-Wolf GmbH 29.06.1992: Anlage 5.4: Bohrungen B1, BN2 und B3) tiefer als 632 m NHN. Auf diesem Festgestein folgen nördlich der Deponie Steinegaden rißeiszeitliche Kiese. Es ist da-

von auszugehen, dass sich diese Kies unter der nördlich von Steinegaden vorhandenen Moränenlandschaft weiterziehen. Das im Untergrund bestimmende Element ist das nördlich der Staatsstraße 2001 vorhandene Moränengebiet sowie die Geschiebemergelschichten im südlichen Bereich der bestehenden Deponie und im Bereich der Erweiterungsfläche, welches über weite Gebiete mit glazifluvialen Sand verzahnt ist, bzw. diesen überlagert (Anlage 3.2: Schnitt A -A'). Der Untergrund des nördlichen Bereichs der DKI-Deponie wird von einem sich von Südwesten nach Nordosten erstreckenden Kieskörper (Vorstoßschotter) geprägt, welcher im Bereich der Kiesabbaufächen zum großen Teil abgebaut wurde.

Bei den oberen Schichten des Höhenzugs handelt es sich um Kiese und Sande der Gletscher-rückzugsphase, welche sich auf engem Raum sowohl horizontal als auch vertikal, zum Teil auch mit Geschiebemergel verzahnen und anlagern. Zum Teil sind Rinnen und Senken auf der Oberfläche des Geschiebemergels vorhanden, welche sich auf ausgeschmolzenes Toteiszonon zurückführen lassen. Zeitlich ist die Entstehung in die späte und ausgehende Würmeiszeit zu stellen. Bei diesem Kies- und Sandkörper handelt es sich um einen Teil einer weiträumigen ehemals eisrandparallel verlaufenden Abflussrinne des zu diesem Zeitpunkt zerfallenden Rheingletschers (Abb. 1). Dementsprechend sind die Leitgeschiebe grüne Granite des Rheingletschers vorhanden. Die folgende Abbildung zeigt den großräumigen geologischen Rahmen:

Abb. 1: Ausschnitt aus der Geologischen Karte GK 200 Nr. 8718 Konstanz, unmaßstäblich



Im Gebiet um Steinegaden wurde die Rinne in der späten Würmeiszeit nordwestlich (Moränenlandschaft nordwestlich der Staatsstraße ST 2378) und südlich (Schwarzenbachtal) durch Eisloben begrenzt. In den randlichen Bereichen steht dementsprechend Geschiebemergel an (Anlage 2.2). Unter und im Geschiebemergel steht zum Teil Sand und Kies in schmalen, lokal eng begrenzten Rinnen an.

Das heutige Bild der Landschaft ist ein „Produkt“ der späteren nacheiszeitlichen Prozesse des Quartärs (Abschmelzen der verbleibenden Eiskörper) und steht nicht im Zusammenhang mit der Entstehungsgeschichte des Kies- und Sandkörpers. Nach Abschmelzen dieser Randzonen trat die kiesverfüllte Rinne als Höhenzug (Reliefumkehr) in Erscheinung.

In den im Spätwürmglazial noch eisbedeckten Talbereichen haben sich nach Ende der Vereisung die Entwässerungssysteme Röthenbach und Obere Argen gebildet. Wegen der im Süden noch vorhandenen Eismassen der Rückzugsstadien ergaben sich hohe Abflüsse und aus den Geschiebemergelablagerungen umfangreiche Geröllansammlungen, so dass die Talbereiche mit Talkies sedimentiert sind. In diese Talkiese haben sich die Gewässer im Holozän eingeschnitten und die heutigen Bach- und Flußläufe gebildet.

## **2.2 Historische Entwicklung/ Geländemorphologie zum Zeitpunkt des Beginns der Deponiearbeiten**

Am Standort Steinegaden wurde beginnend in den sechziger Jahren bis Ende der achtziger Jahren Kiesrohstoff gewonnen (Anlage 2.2.1 -7), so dass das Gelände massiv anthropogen überprägt ist. Der Abbau wurde beginnend von Norden in südliche Richtung mit ansteigender Abbausohle aufgeföhren. Der Grund hierfür ist das nach Süden auskeilende Kiesvorkommen mit ansteigender Geschiebemergeloberfläche unter der Abbausohle. Seit etwa dem Jahr 1983 (Anlage 2.2.4) fand Verfüllung statt. Zuerst rückschreitend beginnend an der südlichen Grenze des Abbaus als Kiesabbauverfüllung (Anlage 2.2.4), später als Aushub- und Bauschuttdeponie bzw. DK0-Deponie (Anlage 2.2.5). Im nördlichen Bereich der späteren DKI-Deponie ist aus dem Jahr 1986 ein weiträumiger Absetzteich für die sich in der Abbauföhle östlich der Staatsstraße St2001 sich befindende Kieswaschanlage dokumentiert (Anlage 2.2.6) sowie Antragsunterlagen zur Errichtung einer Bauschutt-Deponie des Ing.-Büros G. Langes vom 17.02.1986; hier Rekultivierungsplan). Im Rahmen der Gründungsarbeiten der DKI-Deponie im Jahr 2009 wurden sowohl die Kieswaschschlämme als auch weiche Schichten vollständig entfernt. Die geotechnischen Fremdprüfung dokumentierte den Endzustand. Bei den Abnahmen war erkenntlich, dass die

DK0-Deponie im Bereich der Baugrube zur DKI- Deponie auf dem Geschiebemergel auflagert (Geo + Plan Geotechnik GmbH: Bericht Fremdprüfung Nr. 30).

Ausgehend von den vorliegenden Vermessungsergebnissen und den historischen Luftbildern zeigen die Anlagen 2.3.1 und 3.2 die Endstellung des Kiesabbaus mit der vermuteten Abbausohlenhöhe und dem Umgriff des Abbaus. Der tiefste Punkt lag in einem kleinräumigen Bereich bei 667 m NHN (Anlage 3.2). Vor Errichtung der technischen Ersatzmassnahme erfolgte der qualifizierte, lagenweise Aufbau zur Modellierung der Deponiewanne bis auf eine Höhenkote von 676 m NHN mit Wandkies. Inzwischen ist die Verfüllung der DKI-Deponie weitgehend fortgeschritten (Anlage 1.2, Anlage 3.1.1).

## 2.3 Geologisch-hydrogeologischer Überblick

### Unterer Grundwasserleiter im nördlichen Untergrund der bestehenden Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden

Die bestehende Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden befindet sich über einem sich von Südwesten nach Nordosten erstreckenden Lockergesteinskörper, welcher differenziert aufgebaut ist. Entsprechend den Bohrergebnissen GWM1/ 08 (Anlage 4.7.4), GWM2/ 08 (Anlage 4.7.5) und EB000104 (Anlage 4.8.20) liegt die Deponie am Rand eines Rinnensystems, dessen Rinnenfüllung nach Norden zu auf kurzer Distanz (weniger als 200 m) von Mächtigkeiten von wenigen Metern (GWM1/ 08, GWM2/ 08) auf Mächtigkeiten von über 50 m zunimmt. Gegliedert ist dieses System von oben nach unten in einen glazialen Kies mit hoher Durchlässigkeit, einem Sand/ Grobschluff mit einer sehr geringen Durchlässigkeit und einer sehr mächtigen Schicht, welche aus rißeiszeitlichem Kies besteht (Anlage 3.2). Die Grundwasserfließrichtung ist dementsprechend von Südwesten nach Nordosten und tritt in den Quellen Kimpflen sowie im Bereich der Vernässungszone Quelle Hausmann, Viehtränke (Kimpflen) aus. Bei diesen Lockergesteinen handelt es sich um den „Unteren“ Grundwasserleiter“.

### Oberer nördlicher Grundwasserleiter im südlichen Untergrund der DKI-Deponie, im Untergrund der DK0-Deponie und im Untergrund der nördlichen Kiesabbauverfüllung

Südlich der Sohlfläche der DKI-Deponie (Untergrund der DK0-Deponie) steigt der relativ wasserundurchlässige Geschiebemergel-Untergrund an. Gut dokumentiert ist der Anstieg durch die nach Süden ansteigende Abbausohle, welche im Wesentlichen bis auf den Geschiebemergel geführt wurde (Anlage 3.2). Zum Teil sind Rinnen und Senken auf der Oberfläche des Geschiebemergels vorhanden, welche sich auf ausgeschmolzenes Toteis zurückführen lassen (Anlage 3.1). Eingeschaltet in den Geschiebemergel und wechsellagernd sind glazifluviatile Sande/

Grobschluffe. Auf engem Raum sind dabei sowohl horizontal als auch vertikal Verzahnungen sowie Über- als auch Unterlagerungen mit Geschiebemergel vorhanden. Es handelt sich bei dem Oberen Grundwasserleiter dementsprechend um ein heterogenes System, jedoch mit relativ einheitlicher Grundwasserfließrichtung nach Nordosten. Entsprechend der Überlagerung mit Geschiebemergel und dem hoch gelegenen Grundwasserentstehungsgebiet im südlichen Bereich der Verfüllung des ehemaligen Kiesabbaus (Bereich des Schnittes C-C' und südlich hiervon) ist das Grundwasser durchgehend gespannt. Die Durchlässigkeitsauswertungen (Abschnitt 3.5.3) zeigen, dass der Grundwasserleiter, bestehend aus Sand und Grobschluff) eine hohe Varianz an Durchlässigkeiten aufweist. Neben sehr geringen Durchlässigkeiten von im Mittel  $6,2 \times 10^{-8}$  m/s, bei denen die Sande/ Grobschluffe nahezu als Grundwassergering- bis Nichtleiter zu charakterisieren sind (Abschnitt 3.5.3) ergaben sich Bereiche mit Durchlässigkeiten von durchschnittlich  $1,1 \times 10^{-5}$  m/s. Derartige Zonen sind auch im Untergrund der östlichen Kiesabbauverfüllung vorhanden, so dass das Grundwasser am östlichen Hang an einzelnen Vernässungs-(Quellen-)Zonen austritt. Die einzelnen unregelmäßigen Quellaustritte belegen das hydrogeologische Modell.

Die Ergebnisse der in diesem Bereich abgeteufte Bohrungen zeigen, dass der auf dem Geschiebemergel auflagernde Kies zumeist trocken ist. Dies belegt die Dichtigkeit des Geschiebemergels und zeigt, dass keine Grundwasserneubildung in diesem Bereich stattfindet.

#### Grundwasserentstehungsgebiet des Oberen Grundwasserleiter

Am südlichen Randbereich der DK0-Deponie, im Bereich der südlichen Kiesabbauverfüllung und im Bereich der unverritzten Fläche keilen Geschiebemergelschichten aus (Anlage 4.9.7: GWM7/22) und der basale Bereich des Geschiebemergels fällt nach Süden ab (Anlagen 3.1, 3.2). In diesen Bereichen wird Grundwasser gebildet, welches der Untergrundmorphologie folgend nach Norden (nördlicher Oberer Grundwasserleiter) bzw. nach Süden (südlicher Oberer Grundwasserleiter) abfließt. Dementsprechend besteht im Untergrund eine Grundwasserscheide. Begünstigt wird die Grundwasserentstehung durch die in diesem Bereich vorhandenen hochdurchlässigen Kiesen.

#### Oberer südlicher Grundwasserleiter

Südlich der Grundwasserscheide fließt das Wasser des Oberen Grundwasserleiters in Richtung der Quellen Süd. Alle Quellwasseruntersuchungen zeigen keine Beeinflussung durch Verfüllungen (Abschnitt 3.7.1.1). Entsprechend den nachgewiesenen Durchlässigkeits-Inhomogenitäten im Grundwasserleiter zeichnen die einzelnen Quellen, welche sich in einem „Quellband-Höheniveau“ befinden die Bereiche mit höheren Durchlässigkeiten nach. Die meisten Quellen befinden sich auf einem Niveau zwischen 669 m NHN bis 673 m NHN (Anlage 2.1.1). Lediglich die Quelle

8 befindet sich auf einem Niveau von 653 m NHN. Hierbei handelt es sich vermutlich um eine Wasserwegsamkeit im Geschiebemergel.

## 2.4 Geologische Situation im Bereich der Erweiterungsfläche

Der Bereich der geplanten Erweiterungsfläche der DKI-Deponie gliedert sich in die folgenden drei Teilflächen (siehe Anlage 1.3):

- Teilbereich 1: Bereich des ehemaligen Kiesabbaus mit Kiesabbauverfüllung bis auf das ursprüngliche Geländeniveau (nordöstlicher Bereich der Erweiterungsfläche)
- Teilbereich 2: Bereich des ehemaligen Kiesabbaus mit bestehender DK0-Deponie (nördlicher, westlicher und zentraler Bereich der Erweiterungsfläche)
- Teilbereich 3: Unverritzte Flächen (südlicher, östlicher und zentraler Bereich der Erweiterungsfläche (im Wesentlichen Flurnummer 797/9))

Informationen über die Untergrundverhältnisse liefern die Aufzeichnungen der Bohrungen und Baggerschürfe aus dem Bereich und dem Umfeld der Erweiterungsfläche (siehe Anlage 4). Die detaillierte Darstellung der geologischen Situation ist in den annähernd Südwest-Nordost gerichteten Profilschnitten A - A', C - C' und D - D' sowie dem Südost-Nordwest verlaufenden Profilschnitt B - B' (Anlagen 3.1-4) ersichtlich. Die angetroffenen Schichten werden im Folgenden beschrieben.

## 2.5 Beschreibung der anstehenden, natürlichen Bodenschichten

Im Folgenden werden die in den Bohrungen und Baggerschürfen angetroffenen Schichten beschrieben:

- Mutterboden / Oberboden
  - natürlich anstehend im Bereich der unverritzten Bereiche (Flur-Nr. 797/9) westlich/südlich des ehemaligen Kiesabbaus
  - im Zuge der Rekultivierung (Verfüllung) des Kiesabbaus oberhalb der Verfüllung eingebaut (Flur-Nr. 1300)
- Umgelagertes Verwitterungsmaterial
  - Vorkommen im Bereich der unverritzten Abbaufäche (Flur-Nr. 797/9) sowie den sich westlich der Erweiterungsfläche anschließenden Flächen

- Umgelagertes Lehmmaterial (pleistozän bis holozän):
  - Vorkommen im Bereich der nach Süden und Südosten zum Tal des Schwarzenbachs abfallenden Flanken des Höhenrückens
- Spätglazialer Kies
  - Vorkommen in den unverritzten Bereichen flächig im Untergrund der Deponie
  - Im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus weitestgehend abgebaut.
- Spätglazialer Sand
  - Vorkommen flächig im Untergrund der Deponie
- Glazifluviatiler Sand
  - Vorkommen flächig im Untergrund der Deponie
- Geschiebemergel
  - Vorkommen flächig im Untergrund der Deponie
- Wechsellagerungen von spätglazialen Kies, spätglazialen Sand und Geschiebemergel sowie von spätglazialen Sand, glazifluviatilen Sand und Geschiebemergel
- Kies und Sand, vermutlich rißzeitlich
  - Vorkommen, entsprechend Aufschlusssdaten Bohrung EB000104 im Bereich der ca. West-Ost streichenden Rinnenstruktur nördlich der Erweiterungsfläche im Liegenden der würmezeitlichen Ablagerungen (siehe Anlage 3.1)
- Obere Süßwassermolasse
  - Vorkommen flächig im tieferen Untergrund der Deponie

## 2.5.1 Mutterboden / Oberboden

### 2.5.1.1 Mutterboden im Bereich der unverritzten Flächen

Entsprechend den Ergebnissen aus den Bohrungen und Baggerschürfen wird in den unverritzten Bereichen der oberste Boden aus Mutterboden mit einer Mächtigkeit von rund 0,2 m aufgebaut. Der entkalkte und durchwurzelte Mutterboden ist ein dunkelbrauner, schwach humoser bis humoser, sandiger Schluff. Die Konsistenz schwankt in Abhängigkeit des natürlichen Wassergehaltes zwischen steif bis halbfest. Der Mutterboden ist der Bodengruppe OU nach DIN EN ISO 14688 zuzuordnen. Mit seinen hohen Feinkornanteilen und seinem Humusgehalt ist er ein kulturfähiger Boden und bei Rekultivierungsmaßnahmen als Pflanzenstandort gut geeignet. Die Schicht ist als mäßig durchlässiger Untergrund zu bewerten, der in den Grobporen die anfallenden Niederschläge sammelt, verzögert zur Tiefe abgibt und einen Teil für die Vegetation verfügbar zwischenspeichert. Das Material ist als frostempfindlich einzustufen.

Eine repräsentative Beprobung der Bohrkern zur Erkundung hinsichtlich evtl. bestehender geogener Belastungen wurde auftragsgemäß nicht durchgeführt.

### 2.5.1.2 Oberboden im Bereich der unverritzten Flächen

Im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus wurde im Zuge der Rekultivierung Oberboden in einer Schichtdicke von 0,1 m bis 0,2 m oberhalb der Verfüllung aufgebracht. Entsprechend den Ergebnissen aus den Bohrungen und Baggerschürfen handelt es sich bei dem Oberbodenmaterial um einen entkalkten dunkelbraunen, schwach humosen bis humosen, sandigen Schluff in weicher bis steifer Konsistenz. Der Oberboden ist der Bodengruppe OU nach DIN EN ISO 14688 zuzuordnen. Das Material ist als frostempfindlich einzustufen.

### 2.5.1.3 Bodenabtrag und Zwischenlagerung von Mutterboden Oberboden

Bei der technischen Durchführung sind die Vorgaben der DIN 19731 sinngemäß anzuwenden. Es gelten insbesondere die im Folgenden aufgelisteten Vorgaben:

- Der Oberboden / Mutterboden und der kulturfähige Unterboden (umgelagertes Verwitterungsmaterial) bzw. die im Bereich der Kiesabbauverfüllung anstehenden Verfüllmaterialien sind bei den Erdbauarbeiten getrennt auszubauen und zu sichern sowie sachgerecht und getrennt zu lagern.
- Der Oberboden / Mutterboden ist bei Ausbau, Umlagerung und Einbau vor Verdichtung und Vernässung zu schützen (Erdbauarbeiten bei trockener Witterung). Stark verdichtete und stark feuchte Bodenschichten sind nicht kulturfähig.
- Der Oberboden / Mutterboden sollte möglichst nicht befahren werden. Wenn das Befahren unvermeidbar ist, sollte es nur durch Kettenfahrzeuge mit geringer Bodenbelastung erfolgen und nicht durch Radfahrzeuge.
- Die kulturfähige Bodenschicht sollte in einem Arbeitsgang ohne Zwischenbefahrung ausgebaut werden.
- Bei der Anlage von Oberboden- / Mutterbodenbodenmieten dürfen die Transportfahrzeuge nicht auf der Miete fahren.
  - Die Bodenmieten sollten nicht höher als 2,5 m geschüttet werden.
  - Die Mieten sollten nicht auf vernässtem Untergrund angelegt werden.
  - Die Oberboden- / Mutterbodenbodenmieten sollten so gestaltet sein, dass Oberflächenwasser nach außen abfließt.
  - Das Umsetzen von Oberboden- / Mutterbodenbodenmieten während der Lagerzeit ist nur in Ausnahmefällen zu empfehlen.

## 2.5.2 Umgelagertes Verwitterungsmaterial

Bei dem im in den unverritzten Bereichen (Flurnummer 797/9 im Bereich der Erweiterungsfläche sowie den westlich und südlich daran anschließenden Flächen) unterhalb des Mutterbodens an-

getroffenen hellbraunen bis braunen, bereichsweise ockerbraunen umgelagerten Verwitterungsmaterial handelt es sich um schwach kiesigen bis kiesigen, lokal stark kiesigen (SG 6/22), sandigen Schluff. Die in den Bohrungen und Baggerschürfen dokumentierte Mächtigkeit des Verwitterungsmaterials schwankt zwischen rund 2 m (BK 5/22) bis ca. 5 m (BK 6/22). Der Grund hierfür sind spätglaziale Umlagerung der Frostböden (Solifluktion). Die Kiese sind z.T. stark angewittert (SG 5/22, SG 6/22). Vereinzelt sind Blöcke bis 0,3 m Durchmesser vorhanden (SG 5/22).

Im Bereich der BK 6/22 steht über dem kiesig ausgebildeten Verwitterungsmaterial, nahezu grobkornfreies Material (feinsandiger Schluff) in einer Schichtdicke  $\geq 2$  m an.

In den Bohrungen und Baggerschürfen lag das Verwitterungsmaterial überwiegend in weicher, lokal steifer (SG 6/22) Konsistenz vor. Das Verwitterungsmaterial ist der Bodengruppe UL nach DIN EN ISO 14688 zuzuordnen. Das Material ist als frostempfindlich einzustufen.

Die Schicht ist als mäßig bis gering durchlässiger Untergrund zu bewerten, der in den Bodenporen die anfallenden Niederschläge sammelt, verzögert zur Tiefe abgibt und einen Teil für die Vegetation verfügbar zwischenspeichert. Das Verwitterungsmaterial ist nach derzeitigem Kenntnisstand für eine Verwertung als qualifizierter Erdbaustoff nur untergeordnet verwendbar. Möglich ist die Verwendung des Bodenmaterials z.B. im Zuge von Rekultivierungsmaßnahmen bzw. bei Einhaltung der Vorgaben der BQS 7-1 zum qualifizierten Einbau in Rekultivierungsschichten bei Deponiebauvorhaben.

Aufgrund der überwiegend weichen Konsistenz des Verwitterungsmaterial ist im Zuge der Profilierung der Deponiewanne der Erweiterungsfläche die Standsicherheit der im Bereich des Verwitterungsmaterials angelegten Böschungen zu überprüfen. Gegebenenfalls sind Maßnahmen zur Sicherung der Böschungen (Standsicherheit, Erosionsschutz etc.) erforderlich.

### **2.5.3 Umgelagertes Lehmmaterial**

Entsprechend geologischer Karte (dGK25) sowie den Bohrergebnissen der Bohrung GWM 8/22 steht im Bereich der nach Süden und Südosten zum Tal des Schwarzenbachs abfallenden Flanken des Höhenrückens flächig umgelagertes Lehmmaterial an. Bei dem Material handelt es sich um braunen, sandigen Schluff. Im Bereich der Bohrung GWM 8/22 wurde eine Mächtigkeit des Lehmmaterials von 3 m nachgewiesen. Die Konsistenz des Materials lag im Bohrkern der GWM 8/22 im weichen Bereich. Das frostempfindliche Lehmmaterial ist der Bodengruppe UL nach DIN EN ISO 14688 zuzuordnen.

## 2.5.4 Spätglazialer Kies

### Allgemeine Schichtbeschreibung, Schichtdicke, Grundwasser

Der spätglazial (Würm) gebildete, kalkhaltige Kies erscheint im Bohrkern und Baggerschurf grau bis graubraun. Zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung wurden, neben der Ansprache im Gelände, Korngrößenanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt. Die durchgeführten Siebungen zeigen folgende Ergebnisse:

Tab. 4: Ergebnisse der Siebanalysen (Anlagen 8.1.3 und 8.1.11)

Probenbezeichn.	Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m]	Ton und Schluff < 0,063 mm [Gew-%]	Sand 0,063 mm bis 2 mm [Gew-%]	Kies 2 mm bis 60 mm [Gew-%]	Steine > 60 mm [Gew-%]
Stein-GE-8c1	BK 5/22	6,0 – 8,0	6,7	13,4	79,9	0,0
Stein-GE-28c1	BK 6/22	8,2 – 12,0	5,9	23,3	70,9	0,0

Entsprechend den Ergebnissen der Bodenansprache im Gelände sowie den durchgeführten Siebanalysen handelt es sich bei dem spätglazialen Kies um schwach schluffige, sandige bis stark sandige, schwach steinige Kiese. Entsprechend ihrem fluviatilen Ablagerungsmilieu schwankt der Sand- und Feinkorngehalt (Schluff) der Kiese. Der im Regelfall nicht bis gering frostempfindliche Kies ist überwiegend der Bodengruppe GW nach DIN EN ISO 14688 zuzuordnen. Im Übergangsbereich zum auflagernden lehmigen Verwitterungsmaterial nimmt der Feinkorngehalt des Kiesmaterials zu (Bodengruppe GU/GU\* nach DIN EN ISO 14688). Erhöhte Feinkorngehalte bringen eine größere Frostempfindlichkeit mit sich (mittel frostempfindlich).

Die Mächtigkeit zusammenhängender Kieshorizonte schwankt entsprechend den Bohrergebnissen zwischen 3 m bis 8 m. Häufig tritt der spätglaziale Kies in Wechsellagerung mit dezimeter- bis meterdicken Geschiebemergel- und spätglazialen Sandlagen auf. Diese Wechselfolgen erreichen in den Bohrungen Mächtigkeiten von > 15 m (siehe z.B. BK 5/22). Im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus wurden die spätglazialen Kiese großflächig abgebaut. Im Bereich der BK 1/22, BK 2/22 und BK 3/22 wurden unterhalb der ehemaligen Abbausohle (=UK der Auffüllung) Restkiesvorkommen zwischen 1,0 bis 1,4 m Dicke oberhalb des darunter anstehenden Geschiebemergels angetroffen.

Eine rohstoffgeologische qualitative und quantitative Bewertung der spätglazialen Kiese erfolgte auftragsgemäß nicht. Nagelfluhartig verfestigte Kieshorizonte wurden in den Bohrungen und Bag-

gerschürfen nicht angetroffen. Lokale Vorkommen verfestigter Kiesbereiche sind aufgrund der Genese der Kiese jedoch nicht auszuschließen.

In den aktuell im Jahr 2022 abgeteuften Bohrungen im Bereich der Erweiterungsfläche wurde in den spätglazialen Kiesen kein Grundwasser angetroffen (siehe Anlage 4.9.1 bis 4.9.8). Im Bereich der GWM 1/86 und GWM 1/08 (Ausbau Filterrohr jeweils bis in die spätglazialen Kiese) liegt der in den Messstellen ausgespiegelte Grundwasserspiegel am Tag der Stichtagsmessung vom 21.03.2023 auf einem Höhenniveau zwischen 676,97 m ü. NHN (GWM 1/08) bis 679,39 m ü. NHN (GWM BP 1/86), welches hier in etwa dem basalen Bereich der Kiese entspricht (siehe Anlage 3.1-2) Im zentralen Bereich der DKI-Bestandsdeponie sind die Kiese im Bereich der in etwa nach Nordosten streichenden Rinne im basalen Bereich grundwassererfüllt (siehe Anlage 2.1.1 und 3.2).

Nach DIN 18130 sind die Kiese als stark durchlässig zu bezeichnen. Im Übergangsbereich zum auflagernden, lehmigen Verwitterungsmaterial besitzen die Kiese einen höheren Feinkorngehalt (Bodengruppe GU/GU\* nach DIN EN ISO 14688). Die Durchlässigkeit der dort anstehenden Kiese lässt sich entsprechend der Zusammensetzung zu etwa  $1 \times 10^{-6}$  m/s bis zu  $1 \times 10^{-4}$  m/s abschätzen. Nach DIN 18130 sind die Kiese im Übergangsbereich als durchlässig zu bezeichnen (siehe Abschnitt 3.5.1).

#### Lagerungsdichte / Tragfähigkeit

Die spätglazialen Kiese waren in Tiefen > 6 m im Regelfall schwer, in Tiefen < 6 m überwiegend mittel zu bohren. Unter Berücksichtigung des Bohrvorgangs und der in der Tiefe zunehmenden Auflast ist bei Tiefen > 6 m in der Regel von einer dichten Lagerung der Kiese auszugehen. Zur Überprüfung der Lagerungsdichte der spätglazialen Kiese wurden im Bohrloch der Bohrungen BK 2/22, BK 3/22, BK 5/22 und BK 6/22 Standard-Penetration-Tests (SP-Tests) durchgeführt. Zu Beginn der Sondierung wurde eine Anpassungsrammung ( $N_0$ ) von 15 cm vorgenommen. Die eigentliche Versuchsstrecke betrug 30 cm. Die benötigten Schläge wurden in Intervallen von 15 cm ( $N_{15}$ ) gezählt und auf  $N_{30}$  summiert.

Die Ergebnisse der SP-Tests sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

Tab. 5: Ergebnisse der SP-Tests (Anlagen 4.9.2, 4.9.3, 4.9.5 und 4.9.6)

Bohrung	Ab Tiefe unter GOK / Ansatzhöhe [m]	Ab Höhengniveau [m ü. NHN]	N <sub>15</sub> [-]	N <sub>30</sub> (Summe) [-]	Bodenschicht	Lagerungsdichte
BK 2/22	13,2	687,71	3/6/8	14	Übergangsbereich spätglazialer Kies zu spätglazialen Sand	mitteldicht - dicht
	18,2	682,71	5/28/37	65	Spätglazialer Kies	dicht
BK 3/22	10,3	689,57	12/40/50	90	Spätglazialer Kies	dicht
BK 5/22	6,3	692,70	4/38/50	88	Spätglazialer Kies	dicht
BK 6/22	12,0	687,47	3/13/18	31	Spätglazialer Kies	dicht

Der Lagerungszustand der Kiese ist entsprechend dem Bohrwiderstand sowie den im Bohrloch durchgeführten SP-Tests als mitteldicht bis dicht zu beurteilen. Bei den spätglazialen Kiesen handelt es sich um einen gut tragfähigen Untergrund, der auf Belastungen mit geringen Setzungsbeiträgen reagieren wird. Die Setzungen klingen relativ rasch ab, mit Langzeitsetzungen ist in den spätglazialen Kiesen nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu rechnen.

### 2.5.5 Spätglazialer Sand

#### Allgemeine Schichtbeschreibung, Schichtdicke, Grundwasser

Die würmzeitlichen hellbraunen, lokal ocker- bis olivbraunen (GWM 1/08), kalkhaltigen spätglazialen Sande wurden mit Ausnahme von BK 5/22 in allen Bohrungen im Bereich der Erweiterungsfläche nachgewiesen. Zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung wurden, neben der Ansprache im Gelände, Korngrößenanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt. Die durchgeführten Siebschlammanalysen zeigen folgende Ergebnisse:

Tab. 6: Ergebnisse der Siebschlämmanalysen (Anlagen 8.1.1 und 8.1.7)

Proben- bezeichn.	Entnah- mestelle	Entnahme- tiefe [m]	Ton	Schluff	Sand	Kies	Steine
			< 0,002 mm [Gew-%]	0,002 mm bis 0,063 mm	0,063 mm bis 2 mm [Gew-%]	2 mm bis 60 mm [Gew-%]	> 60 mm [Gew-%]
Stein-GE-1b1	BK 1/22	17,2 – 19,80	6,5	75,4	17,2	0,9	0,0
Stein-GE-15c1	BK 2/22	22,5 – 28,0	7,2	65,8	23,3	3,6	0,0

Entsprechend den Ergebnissen der Bodenansprache im Gelände sowie der durchgeführten Siebschlämmanalysen handelt es sich bei dem spätglazialen Sanden im Regelfall um schwach schluffige bis schluffige Feinsande und feinsandige Grobschluffe (BK 1/22). Lokal sind Mittel- und Grobsandlagen mit einzelnen Kieskomponenten in die Feinsande und Grobschluffe eingeschaltet (BK 3/22).

In Abhängigkeit des Feinkornanteils sind die spätglazialen Sande im Regelfall der Bodengruppe SU in den feinkornreichen (Korngröße  $\leq 0,06 \text{ mm} > 5 \text{ Gew.-%}$ ) bis SW / SE in den feinkornarmen Bereichen (Korngröße  $\leq 0,06 \text{ mm} \leq 5 \text{ Gew.-%}$ ) nach DIN EN ISO 14688 zuzuordnen. Erhöhte Feinkorngehalte bringen eine größere Frostempfindlichkeit mit sich. Die Frostempfindlichkeit der Sande schwankt dementsprechend im Regelfall zwischen mittel bis nicht frostempfindlich. In sehr feinkornreichen Bereichen (Bodengruppe SU\* nach DIN EN ISO 14688) sind die Sande sehr frostempfindlich.

Das rinnenartig angelegte Sandpaket der spätglazialen Sande erreicht in den Bohraufschlüssen Mächtigkeiten von bis zu 10 m (GWM 7/22). Wie in BK 2/22 dokumentiert, tritt der spätglaziale Sand weiter häufig in Wechsellagerung mit Geschiebemergel und spätglazialen Kies auf. Diese Wechselfolgen der dezimeter- bis meterdicken Sand-, Kies- und Geschiebemergellagen können Gesamtmächtigkeiten von  $> 15 \text{ m}$  erreichen (siehe BK 2/22). Im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus wurden die spätglazialen Sande zusammen mit den spätglazialen Kiesen großflächig abgebaut (siehe z.B. Anlage 3.2). Eine rohstoffgeologische qualitative und quantitative Bewertung der spätglazialen Sande erfolgte auftragsgemäß nicht. In den aktuell im Jahr 2022 abgeteufte Bohrungen im Bereich der Erweiterungsfläche wurde in den erbohrten Bereichen der spätglazialen Sande, mit Ausnahme der Bohrungen BK 2/22 und GWM 7/22, kein Grundwasser angetroffen (siehe Anlage 4.9.1 bis 4.9.8). Im Bereich der BK 2/22 wurde im Zuge der Bohrarbeiten am 04.05.2022 in den spätglazialen Sanden Grundwasser in einer Tiefe von 23,2 m unter GOK bzw. 677,71 m ü. NHN dokumentiert. In GWM 7/22 lag der Grundwasserspiegel am Tag der Stichtagsmessung bei 682,62 m ü. NHN entsprechend 21,88 m unter GOK. Die Schichtdicke des Grund-

wassererfüllten Bereichs der spätglazialen Sande liegt in BK 2/22 bei rund 4,8 m und bei GWM 7/22 bei rund 5,1 m.

Nach DIN 18130 sind die Sande als schwach durchlässig zu bezeichnen (siehe Abschnitt 3.5.2).

### Lagerungsdichte / Tragfähigkeit

Die spätglazialen Sande waren im Regelfall mittel bis schwer zu bohren. Unter Berücksichtigung des Bohrvorgangs und der in der Tiefe zunehmenden Auflast ist bei den spätglazialen Sanden in der Regel von einer mitteldichten bis dichten Lagerung auszugehen. Zur Überprüfung der Lagerungsdichte der spätglazialen Sande wurden im Bohrloch der Bohrungen BK 1/22, BK 2/22 und BK 4/22 Standard-Penetration-Tests (SP-Tests) durchgeführt. Zu Beginn der Sondierung wurde eine Anpassungsrammung ( $N_0$ ) von 15 cm vorgenommen. Die eigentliche Versuchsstrecke betrug 30 cm. Die benötigten Schläge wurden in Intervallen von 15 cm ( $N_{15}$ ) gezählt und auf  $N_{30}$  summiert. Bei Schlagzahlen  $> 50$  auf 15 cm wurde der Versuch eingestellt. Die Ergebnisse der SP-Tests sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

Tab. 7: Ergebnisse der SP-Tests (Anlagen 4.9.2, 4.9.3, 4.9.5 und 4.9.6)

Bohrung	Ab Tiefe unter GOK / Ansatzhöhe [m]	Ab Höhengniveau [m ü. NHN]	$N_{15}$ [-]	$N_{30}$ (Summe) [-]	Bodenschicht	Lagerungsdichte
BK 1/22	15,6	685,61	5/33/55	88	Spätglazialer Sand	dicht
BK 2/22	13,2	687,71	3/6/8	14	Übergangsbereich spätglazialer Kies zu spätglazialem Sand	mitteldicht - dicht
	21,4	679,51	2/4/8	12	Spätglazialer Sand	mitteldicht
BK 4/22	14,3	690,61	28/35/47	82	Übergangsbereich Auffüllung zu spätglazialem Sand	dicht
	15,6	687,47	11/ >50	> 50	Spätglazialer Sand	dicht

Der Lagerungszustand der Sande ist entsprechend dem Bohrwiderstand sowie den im Bohrloch durchgeführten SP-Tests als mitteldicht bis dicht zu beurteilen. Bei den spätglazialen Sanden handelt es sich um einen gut tragfähigen Untergrund, der auf Belastungen mit geringen Setzungsbeträgen reagieren wird. Die Setzungen klingen relativ rasch ab, mit Langzeitsetzungen ist in den spätglazialen Sanden nicht zu rechnen.

## 2.5.6 Glazifluviatiler Sand/ Grobschluff

### Allgemeine Schichtbeschreibung, Schichtdicke, Grundwasser

Die würmzeitlichen hellbraunen bis braungrauen, lokal olivbraunen (GWM 1/08), kalkhaltigen glazifluviatilen Sande/ Grobschluffe wurden in allen Bohrungen im Bereich der Erweiterungsfläche nachgewiesen. Zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung wurden, neben der Ansprache im Gelände, Korngrößenanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt. Die durchgeführten Siebschlämmanalysen zeigen folgende Ergebnisse:

Tab. 8: Ergebnisse der Siebschlämmanalysen (Anlagen 8.1.6, 8.1.9, 8.1.10 und 8.1.12)

Probenbezeichn.	Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m]	Ton	Schluff	Sand	Kies	Steine
			< 0,002 mm [Gew-%]	0,002 mm bis 0,063 mm	0,063 mm bis 2 mm [Gew-%]	2 mm bis 60 mm [Gew-%]	> 60 mm [Gew-%]
Stein-GE-12c1	BK 5/22	25,1 – 28,7	9,7	81,07	8,5	0,1	0,0
Stein-GE-18b1	BK 2/22	33,3 – 35,5	11,4	74,6	12,6	1,4	0,0
Stein-GE-23b1	BK 3/22	29,5 – 30,5	18,3	57,0	17,6	7,2	0,0
Stein-GE-30c1	BK 6/22	18,0 – 23,3	21,6	71,6	6,9	0,0	0,0

Entsprechend den Ergebnissen der Bodenansprache im Gelände sowie den durchgeführten Siebschlämmanalysen handelt es sich bei dem glazifluviatilen Sanden im Regelfall um schwach schluffige bis schluffige Feinsande und feinsandige Grobschluffe (BK 3/22). Lokal sind Mittel- und Grobsandlagen in die Feinsande und Grobschluffe eingeschaltet (BK 2/22).

In Abhängigkeit des Feinkornanteils sind die glazifluviatilen Sande im Regelfall der Bodengruppe SU (lokal SU\*) in den feinkornreichen (Korngröße  $\leq 0,06$  mm > 5 Gew.-%) bis SW / SE in den feinkornarmen Bereichen (Korngröße  $\leq 0,06$  mm  $\leq$  Gew.-%) nach DIN EN ISO 14688 zuzuordnen. Erhöhte Feinkorngehalte bringen eine größere Frostempfindlichkeit mit sich. Die Frostempfindlichkeit der Sande schwankt dementsprechend im Regelfall zwischen mittel bis nicht frostempfindlich. In sehr feinkornreichen Bereichen (Bodengruppe SU\* nach DIN EN ISO 14688) sind die Sande sehr frostempfindlich.

Das rinnenartig angelegte Sandpaket der glazifluviatilen Sande erreicht in den Bohraufschlüssen Mächtigkeiten von bis zu rund 10 m (GWM 8/22). Wie in BK 2/22 dokumentiert tritt der spätglaziale Sand weiter häufig in Wechsellagerung mit Geschiebemergel auf. Diese Wechselfolgen der dezimeter- bis meterdicken Sand/ Grobschluff- und Geschiebemergellagen sind in den Bohrungen bis zu > 15 m mächtig (siehe BK 2/22).

Die glazifluviatilen Sande/ Grobschluffe sind im Bereich der Erweiterungsfläche im Regelfall grundwassererfüllt und repräsentieren hier den „Oberen“ Grundwasserleiter mit einer Höhenkote der Grundwasser-Oberfläche von rund 682 m NHN bis 683 m NHN an der Südseite der Erweiterungsfläche, abfallend auf rund 670 m NHN an der Nordseite der Erweiterung. Richtung Norden geht der sandige Grundwasserleiter begleitet von einem Eindrehen der Grundwasserfließrichtung Richtung Nordosten in den kiesigen „Unteren“ Grundwasserleiter über (siehe Anlage 2.1.1, Abschnitt 3.3).

In Abhängigkeit des Feinkorngehaltes sind die Sande als schwach durchlässig bis durchlässig nach DIN 18130 zu bezeichnen (siehe Abschnitt 3.5.3).

#### Lagerungsdichte / Tragfähigkeit

Die glazifluviatilen Sande waren im Regelfall mittel bis schwer zu bohren. Unter Berücksichtigung des Bohrvorgangs und der in der Tiefe zunehmenden Auflast ist bei den spätglazialen Sanden in der Regel von einer mitteldichten bis dichten Lagerung auszugehen.

### **2.5.7 Geschiebemergel**

#### Allgemeine Schichtbeschreibung, Schichtdicke, Grundwasser

Im Untergrund der Erweiterungsfläche steht flächig sowie in Wechsellagerung mit den spätglazialen Kiesen und Sanden sowie den glazifluviatilen Sanden Geschiebemergel in mehreren Metern Mächtigkeit an (BK 3/22, GWM 7/22). Der kalkhaltige bis stark kalkhaltige Geschiebemergel erscheint im Bohrkern im Regelfall braun bis hellbraun, bereichsweise graubraun bis oliv.

Zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung des Geschiebemergels wurden, neben der Ansprache im Gelände, Korngrößenanalysen nach DIN 18123 durchgeführt.

Die durchgeführten Siebschlammungen zeigen folgende Ergebnisse:

Tab. 9: Ergebnisse der Siebschlämmanalysen (Anlagen 8.1.2, 8.1.4, 8.1.5 und 8.1.8)

Proben- bezeichn.	Entnah- mestelle	Entnah- me- tiefe [m]	Ton	Schluff	Sand	Kies	Steine
			< 0,002 mm [Gew-%]	0,002 mm bis 0,063 mm	0,063 mm bis 2 mm [Gew-%]	2 mm bis 60 mm [Gew-%]	> 60 mm [Gew-%]
Stein-GE-11b1	BK 5/22	19,2 – 22,1	11,8	53,9	15,4	18,9	0,0
Stein-GE-5d1	BK 3/22	12,0 – 14,5	7,1	45,2	26,8	20,9	0,0
Stein-GE-9c1	BK 5/22	8,3 – 11,0	11,1	24,0	15,1	49,9	0,0
Stein-GE-16c1	BK 2/22	28,0 – 30,0	18,4	54,9	21,5	5,1	0,0

Entsprechend den Ergebnissen der Bodenansprache im Gelände sowie den durchgeführten Siebschlämmanalysen handelt es sich bei dem Geschiebemergel im Regelfall schwach tonigen, fein- bis mittelsandigen, mittel- bis grobkiesigen, z.T. steinigen Schluff. Lokal ist der Geschiebemergel stark kiesig (BK 5/22) ausgebildet.

Der frostempfindliche Geschiebemergel ist im Regelfall der Bodengruppe UL/UM, in den stark kiesigen Bereichen der Bodengruppe GU\* nach DIN EN ISO 14688 zuzuordnen. Der Geschiebemergel ist schwach feucht bis feucht und bildet den lokalen Grundwasserstauer an der Basis der oben beschriebenen Sande und Kiese.

#### Wasserdurchlässigkeit

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Geschiebemergels wurden Auswertungen an den Siebschlämmanalysen durchgeführt. Im Folgenden sind die Ergebnisse der  $k_f$ -Wert-Ermittlungen zusammengestellt.

Tab. 10: Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit (Anlagen 8.1.2, 8.1.4, 8.1.5, 8.1.6)

Proben- bezeichn.	Entnahme- stelle	Entnahme- tiefe [m]	Information	Verfahren	Wasser- durchläs- sig-keit
Stein-GE-16c1	BK 2/22	28,0 bis 30,0	Berechnung aus Sieb- schlāmmanalyse	USBR	$4,09 \times 10^{-9}$
Stein-GE-11b1	BK 5/22	19,2 bis 22,1	Berechnung aus Sieb- schlāmmanalyse	USBR	$2,6 \times 10^{-8}$
Stein-GE-5d1	BK 3/22	12,0 bis 14,5	Berechnung aus Sieb- schlāmmanalyse	Kaubisch	$3,1 \times 10^{-9}$
Stein-GE-9c1	BK 5/22	8,3 bis 11,0	Berechnung aus Sieb- schlāmmanalyse	Kaubisch	$6,6 \times 10^{-8}$
				USBR	$4,2 \times 10^{-8}$
Mittelwert					$2,8 \times 10^{-8}$

Die rechnerisch aus der Kornsummenkurve bestimmte Durchlässigkeit des Geschiebemergelmaterials liegt zwischen  $3,1 \times 10^{-9}$  m/s bis  $6,6 \times 10^{-8}$  m/s (im Mittel  $2,8 \times 10^{-8}$  m/s). Bei der rechnerischen Bestimmung der Durchlässigkeit aus der Kornsummenkurve wird die Lagerungsdichte des Materials nicht berücksichtigt. Der Geschiebemergel ist im Regelfall dicht gelagert, so dass von deutlich geringeren Durchlässigkeiten des Materials auszugehen ist. Nach DIN 18130 ist der Geschiebemergel als sehr schwach, in den stark kiesigen Bereich als schwach durchlässig zu bezeichnen.

#### Lagerungsdichte / Tragfähigkeit

Der Geschiebemergel war mittel bis schwer zu bohren. Unter Berücksichtigung des Bohrvorgangs und der in der Tiefe zunehmenden Auflast ist beim Geschiebemergel im Regelfall von einer dichten Lagerung auszugehen. Die bindigen Bestandteile des Geschiebemergels liegen in steifer bis halbfester, bei BK 5/22 lokal ist steif-weicher, Konsistenz vor. Zur Überprüfung der Lagerungsdichte des Geschiebemergels wurden im Bohrloch der Bohrungen BK 2/22, BK 3/22, BK 5/22, BK 6/22 und GWM 7/22 Standard-Penetration-Tests (SP-Tests) durchgeführt. Zu Beginn der Sondierung wurde eine Anpassungsrammung ( $N_0$ ) von 15 cm vorgenommen. Die eigentliche Versuchsstrecke betrug 30 cm. Die benötigten Schläge wurden in Intervallen von 15 cm ( $N_{15}$ ) gezählt und auf  $N_{30}$  summiert. Bei Schlagzahlen  $> 50$  auf 15 cm wurde der Versuch eingestellt. Die Ergebnisse der SP-Tests sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

Tab. 11: Ergebnisse der SP-Tests (Anlagen 4.9.2, 4.9.3, 4.9.5 und 4.9.6)

Bohrung	Ab Tiefe unter GOK / Ansatzhöhe [m]	Ab Höhengniveau [m ü. NHN]	$N_{15}$ [-]	$N_{30}$ (Summe) [-]	Bodenschicht	Lagerungsdichte
BK 2/22	15,0	685,91	2/6/11	17	Geschiebemergel (Mittel- bis Grobsand, kiesig)	dicht
BK 3/22	14,3	685,57	2/5/12	17	Geschiebemergel (Schluff, kiesig, sandig)	dicht (steif)
BK 5/22	10,6	688,58	4/12/17	29	Geschiebemergel (Schluff, sandig, kiesig bis Kies, stark schluffig)	dicht (steif-weich)
BK 6/22	12,0	687,47	3/13/18	31	Geschiebemergel (Schluff, kiesig, sandig)	dicht (steif)
GWM 7/22	6,0	697,81	3/4/6	10	Geschiebemergel (Schluff, kiesig, sandig)	dicht (halbfest)

Der Lagerungszustand des Geschiebemergels ist entsprechend dem Bohrwiderstand sowie den im Bohrloch durchgeführten SP-Tests als mitteldicht bis dicht zu beurteilen.

Bei steifer bis halbfester Konsistenz der bindigen Bestandteile ist der Geschiebemergel als gut tragfähiger Untergrund zu bewerten. Weiche Bereiche sind als nicht tragfähig zu beurteilen und müssen im Zuge der Profilierung der Deponiewanne aufbereitet werden.

### **2.5.8 Rißeiszeitliche Ablagerungen (Kies und Sand)**

In der rund 315 m nördlich Erweiterungsfläche gelegenen Bohrung EB000104 stehen ab rund 650 m ü. NHN rißeiszeitliche Moränenablagerungen (sandig, schluffige Kiese und schluffige Sande) an (siehe Anlage 3.2 und Anlage 4.8.10). Die Mächtigkeit der Sand-/Kieswechsellagerung liegt bei Bohrung EB000104 bei rund 45 m. Angaben zu Grundwasser, Lagerungsdichte oder Durchlässigkeit liegen nicht vor. Erfahrungsgemäß kann aufgrund der hohen Auflast von  $\geq 50$  m von einer dichten Lagerung der Kiese und Sande ausgegangen werden. Die Durchlässigkeit dürfte sich in Abhängigkeit des Feinkorngehaltes im Bereich zwischen  $1 \times 10^{-3}$  m/s bis  $1 \times 10^{-4}$  m/s für die Kiese und  $< 1 \times 10^{-5}$  m/s für die schluffigen Sande bewegen.

In den Bohrungen im Bereich des ehemaligen Kiesabbaus sowie den aktuell im Bereich der Erweiterungsfläche abgeteufte Bohrungen wurden keine rißeiszeitlichen Sedimente erbohrt.

### **2.5.9 Obere Süßwassermolasse**

Der tiefere Untergrund der Erweiterungsfläche unter den quartären Ablagerungen wird von den Schichten der Oberen Süßwassermolasse (OSM) aufgebaut. Die Schicht besteht aus Sand, Schluff, Ton, bereichsweise verfestigt zu Mergel- und Sandstein (siehe Bohrung EB000104). Bei GWM BP 1/86 im zentralen Bereich der Erweiterungsfläche wurde bei 37 m u. GOK, entspr. 660,16 m ü. NHN grauer Schluff der OSM in fester Konsistenz angetroffen (siehe Anlage 4.6.4). Im Bereich der BP 2/86 steht bei 16 m u. GOK, entspr. 657,45 m ü. NHN graubrauner toniger Sand der OSM in mitteldichter Lagerung an (siehe Anlage 4.6.5). In der rund 315 m nördlich Erweiterungsfläche gelegenen Bohrung EB000104 wurde die OSM ab 92 m u. GOK, entspr. 605 m ü. NHN erbohrt.

Die tonigen, schluffigen Bereiche der Oberen Süßwassermolasse wirken als wasserstauer, relativ undurchlässiger Untergrund. Die Durchlässigkeit ( $k_r$ -Wert) der tonig, schluffigen Bereiche lässt sich zu  $\leq 5 \times 10^{-10}$  m/s abschätzen.

## 2.6 Auffüllungen

Das Areal der geplanten Deponieerweiterung erstreckt sich zum Teil auf den Verfüllbereich des ehemaligen Kiesabbaus und zum Teil auf die noch nicht rekultivierte DK0-Deponie (Anlagen 3). Die Ergebnisse der in diesem Bereich punktuell abgeteufte Bohrungen und Schürfe zeigen überwiegend eine Verfüllung aus mineralischen Materialien. Die Anlagen 4.9.1-4, 4.12.1-4 zeigen die Schichtsäulen und -beschreibungen. Die Photodokumentationen der angetroffenen Materialien sind in den Anlagen 5.1.1-4, 5.2.1-4 zusammengestellt. Die Handhabung der Altablagerungen im Zusammenhang mit der Profilierung der Deponiewanne sind in Abschnitt 10 beschrieben.

### Lagerungsdichte / Tragfähigkeit

Zur Überprüfung der Lagerungsdichte der Verfüllmaterialien wurden im Bohrloch der Bohrungen BK 1/22 und BK 4/22 Standard-Penetration-Tests (SP-Tests) durchgeführt. Zu Beginn der Sondierung wurde eine Anpassungsrammung ( $N_0$ ) von 15 cm vorgenommen. Die eigentliche Versuchsstrecke betrug 30 cm. Die benötigten Schläge wurden in Intervallen von 15 cm ( $N_{15}$ ) gezählt und auf  $N_{30}$  summiert. Die Ergebnisse der SP-Tests sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

Tab. 12: Ergebnisse der SP-Tests (Anlagen 4.9.1, 4.9.4)

Bohrung	Ab Tiefe unter GOK / Ansatzhöhe [m]	Ab Höhengniveau [m ü. NHN]	N15 [-]	N30 (Summe) [-]	Bodenschicht	Lagerungsdichte
BK 1/22	6,3	694,91	2/2/5	7	Auffüllung, Schluff, schwach kiesig	weich
	10,7	690,51	2/4/5	9	Auffüllung, Schluff, tonig, schwach kiesig	weich
BK 4/22	14,3	690,61	28/35/47	82	Übergangsbereich Auffüllung (Schluff und Kies) zu spät-glazialen Sand	dicht

Der Lagerungszustand der Verfüllungen ist entsprechend dem Bohrwiderstand sowie den im Bohrloch durchgeführten SP-Tests als weich und locker zu beurteilen. Bei den Auffüllungen handelt es sich um einen gering tragfähigen Untergrund, der auf gegenüber der jetzigen Situation zusätzlich aufgebrachten Belastungen mit Setzungen reagieren wird.

### 3 Grundwasser

Zur Klärung der hydrogeologischen Situation fand im Jahr 2022 ein umfangreiches Erkundungsprogramm statt (siehe Abschnitt 1.3). In diesem Rahmen wurden insgesamt 7 Bohrungen niedergebracht. An zwei Bohrungen erfolgte der Ausbau als Grundwassermessstelle. Alle bereits vorhandenen Grundwassermessstellen wurden neu im System UTM, DHHN 2016 eingemessen zuzüglich die neu errichteten Grundwassermessstellen. Ergänzend wurden sämtliche Bohrungen, die seit dem Jahr 1968 abgeteuft wurden, ausgewertet. Die Bohrungen im Bereich und im Umfeld der Deponie erschließen den im Untergrund vorhandenen und hinsichtlich der Festlegung der Deponiesohle maßgebenden quartären Grundwasserleiter (würmeiszeitliche Sande und Kiese) und den Grundwasserstauer (Geschiebemergel). Zu Details zur geologischen Situation im Bereich der Deponie Kraftisried siehe Abschnitt 2 und Anlagen 3.

#### 3.1 Grundwasserleiter, Grundwasserstauer

##### Unterer Grundwasserleiter

Der Untere Grundwasserleiter, welcher sich im nördlichen Untergrund der bestehenden Boden- und Bauschuttdeponie Steinegaden befindet, besteht von oben nach unten aus einem glazialen Kies mit hoher Durchlässigkeit, einem Sand/ Grobschluff mit einer sehr geringen Durchlässigkeit und einer sehr mächtigen Schicht aus rißeiszeitlichem Kies (Anlage 3.2). Grundwasserstauer ist das Festgestein der Oberen Süßwassermolasse.

##### Oberer nördlicher Grundwasserleiter

im südlichen Untergrund der DKI-Deponie, im Untergrund der DK0-Deponie und im Untergrund der nördlichen Kiesabbauverfüllung befindet sich der Obere Grundwasserleiter unter Geschiebemergel. Eingeschaltet in den Geschiebemergel und wechsellagernd sind glazifluviale Sande/ Grobschluffe. Auf engem Raum sind dabei sowohl horizontal als auch vertikal Verzahnungen sowie Über- als auch Unterlagerungen mit Geschiebemergel vorhanden. Es handelt sich bei dem Oberen Grundwasserleiter dementsprechend um ein heterogenes System, jedoch mit relativ einheitlicher Grundwasserfließrichtung nach Nordosten. Entsprechend der Überlagerung mit Geschiebemergel und dem hoch gelegenen Grundwasserentstehungsgebiet im südlichen Bereich der Verfüllung des ehemaligen Kiesabbaus (Bereich des Schnittes C-C´ und südlich hiervon) ist das Grundwasser durchgehend gespannt. Neben sehr geringen Durchlässigkeiten von im Mittel  $6,2 \times 10^{-8}$  m/s, bei denen die Sande/ Grobschluffe nahezu als Grundwassergering- bis Nichtleiter zu charakterisieren sind (Abschnitt 3.5.3) ergaben sich Bereiche mit Durchlässigkeiten von durchschnittlich  $1,1 \times 10^{-5}$  m/s. Derartige Zonen sind auch im Untergrund der östlichen Kiesabbauver-

füllung vorhanden, so dass das Grundwasser am östlichen Hang an einzelnen Vernässungs-(Quellen-)Zonen austritt. Die einzelnen unregelmäßigen Quellaustritte belegen das hydrogeologische Modell.

Die Ergebnisse der in diesem Bereich abgeteufte Bohrungen zeigen, dass der auf dem Geschiebemergel auflagernde Kies zumeist trocken ist. Dies belegt die Dichtigkeit des Geschiebemergels und zeigt, dass keine Grundwasserneubildung in diesem Bereich stattfindet. Grundwasserstauer ist der Geschiebemergel und bereichsweise das Festgestein der Oberen Süßwassermolasse.

#### Grundwasserentstehungsgebiet des Oberen Grundwasserleiter

Am südlichen Randbereich der DK0-Deponie, im Bereich der südlichen Kiesabbauverfüllung und im Bereich der unverritzten Fläche keilen Geschiebemergelschichten aus (Anlage 4.9.7: GWM7/22) und der basale Bereich des Geschiebemergels fällt nach Süden ab (Anlagen 3.1, 3.2). In diesen Bereichen wird Grundwasser gebildet, welches der Untergrundmorphologie folgend nach Norden (nördlicher Oberer Grundwasserleiter) bzw. nach Süden (südlicher Oberer Grundwasserleiter) abfließt. Dementsprechend besteht im Untergrund eine Grundwasserscheide. Begünstigt wird die Grundwasserentstehung durch die in diesem Bereich vorhandenen hochdurchlässigen Kiesen.

#### Oberer südlicher Grundwasserleiter

Südlich der Grundwasserscheide fließt das Wasser des Oberen Grundwasserleiters in Richtung der Quellen Süd. Alle Quellwasseruntersuchungen zeigen keine Beeinflussung durch Verfüllungen (Abschnitt 3.7.1.1). Entsprechend den nachgewiesenen Durchlässigkeits-Inhomogenitäten im Grundwasserleiter zeichnen die einzelnen Quellen, welche sich in einem „Quellband-Höhenniveau“ befinden die Bereiche mit höheren Durchlässigkeiten nach. Die meisten Quellen befinden sich auf einem Niveau zwischen 669 m NHN bis 673 m NHN (Anlage 2.1.1). Lediglich die Quelle 8 befindet sich auf einem Niveau von 653 m NHN. Hierbei handelt es sich vermutlich um eine Wasserwegsamkeit im Geschiebemergel. Grundwasserstauer ist der Geschiebemergel

### **3.2 Grundwasserdeckschicht, Grundwasserflurabstand**

Mutterboden, umgelagerter Verwitterungslehm sowie teilweise Geschiebemergel und die nicht grundwassererfüllten Anteile des würmeiszeitlichen Kieses und der unterschiedlichen Sande (Anlagen 3) mit Gesamtschichtdicken von mehr als 15 m bildeten im unverritzten Zustand die Grundwasserdeckschicht (siehe Anlage 2.1.1, Anlagen 3). Bescheidsgemäß war im Abbau eine Abbau-sohlenhöhe von 670 m ü.NN einzuhalten. Abgebaut wurde jedoch lediglich bis zu einer Höhen-

kote von 688 m NHN bis 691 m NHN (Anlage 2.3.1) wegen dem darunter anstehenden Geschiebemergel. Ausgehend von der Grundwasserstichtagsmessung am 21.03.2023 beträgt der Abstand zum Grundwasser von der Abbausohle mindestens 10 m.

### 3.2.1 Grundwasserstichtagsmessungen

Im Rahmen der hydrogeologischen Untersuchung wurden von Geo + Plan Geotechnik GmbH für das vorliegende Gutachten folgende Stichtagsmessungen an relevanten Grundwassermessstellen durchgeführt:

- Grundwasserstichtagsmessung vom 22.03.2022 (Anlage 6.2.1)
- Grundwasserstichtagsmessung vom 03.05.2022 (Anlage 6.2.1)
- Grundwasserstichtagsmessung vom 01.06.2022 (Anlage 6.2.2)
- Grundwasserstichtagsmessung vom 09.06.2022 (Anlage 6.2.2)
- Grundwasserstichtagsmessung vom 22.06.2022 (Anlage 6.2.3)
- Grundwasserstichtagsmessung vom 21.03.2023 (Anlage 6.2.4)

### 3.2.2 Grundwasserstände, Abstand des Grundwasserspiegels zur Deponie-sohle

Die Ergebnisse der Grundwasserstichtagsmessung vom 21.03.2023 sind im Grundwassergleichplan in Anlage 2.1.1 dargestellt. Die Grundwasserganglinien (Anlage 6.1.1) beinhalten die langjährigen Messungen des Unteren Grundwasserleiters und die Messungen aus den Jahren 2022 und 2023. Entsprechend DepV, Anhang 1, Ziffer 1.1, Nr. 1 ist der für die Deponie maßgebende höchste zu erwartende freie Grundwasserstand (HZEGW) zu bestimmen. Der Grundwasserstand lag am 21.03.2023 an der Südwestseite der Deponieerweiterung bei 682,62 m NHN (GWM7/ 22), im Bereich des tiefsten Punktes der Deponiewanne bei 678 m NHN und an der Nordseite der Deponieerweiterungsfläche bei 673 m NHN. Wegen dem kleinflächigen Einzugsgebiet des Oberen Grundwasserleiters ist davon auszugehen, dass der HZEGW maximal 1 m über den am 21.03.2023 gemessenen Grundwasserständen liegt. Damit befindet sich das Grundwasser im ungünstigsten Fall mindestens 12 m unter der Oberkante der Technischen Ersatzmaßnahme. Der nach DepV Anhang 1, Absatz 1, Satz 1 permanent zu gewährleistende Abstand der Oberkante der geologischen Barriere vom höchsten zu erwartenden freien Grundwasserspiegel (HZEGW) von einem Meter wird eingehalten.

### 3.3 Grundwasserfließrichtung

#### Oberer Grundwasserleiter

Das Grundwasser fließt im Bereich der Erweiterungsfläche unter der bereichsweise vorhandenen geologischen Barriere (Geschiebemergel) in dem rinnenartig angelegten Sandpaket in nördlicher Richtung bevor es im zentralen Bereich der bestehenden DKI-Deponie Richtung Nordosten ein dreht. Insgesamt handelt es sich damit um ein lokal begrenztes Grundwasservorkommen mit kleinem Einzugsgebiet. Südlich der Grundwassermessstelle GWM 7/ 22 verläuft in etwa nordöstlicher Richtung die Grundwasserscheide (Anlage 2.2). Damit fließt kein Grundwasser aus dem Bereich der Erweiterungsfläche in südlicher Richtung zu den südlich gelegenen Quelfassungen ab (siehe Anlage 2.1).

#### Unterer Grundwasserleiter

Im Unteren Grundwasserleiter (Vorstoßschotter) fließt das Grundwasser von Südwesten nach Nordosten und tritt und tritt östlich des östlich der Staatsstraße gelegenen ehemaligen Kiesabbaus teilweise in Quellaustritten zu Tage (Anlage 2.1.1).

### 3.4 Grundwassergefälle

Das Grundwassergefälle im Oberen Grundwasserleiter hat ein Gefälle von rund 0,095, entsprechend 9,5 %. Im Unteren Grundwasserleiter liegt das Gefälle im westlichen Bereich bei rund 0,056, entsprechend 5,56 % und im östlichen Bereich bei 0,023, entsprechend 2,3 %.

### 3.5 Durchlässigkeit des Grundwasserleiters

#### 3.5.1 Spätglazialer Kies

Der im Untergrund anstehende spätglaziale Kies führt im Bereich der geplanten Erweiterung der DKI-Deponie lediglich lokal in Rinnenstrukturen, wie bei GWM BP 1/86, Grundwasser. Die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der spätglazialen Kiese erfolgte nach dem rechnerischen Verfahren nach SEILER aus der Siebkurve. Die daraus abgeleitete Durchlässigkeit der Kiese liegt bei  $4,7 \times 10^{-3}$  m/s (siehe Anlage 8.1.11). Diese Durchlässigkeit deckt sich sehr gut mit Erfahrungswerten vergleichbarer Kiesmaterialien und ist aus gutachterlicher Sicht plausibel. Nach DIN 18130 sind die Kiese als stark durchlässig zu bezeichnen.

Im Übergangsbereich zum auflagernden, lehmigen Verwitterungsmaterial besitzen die Kiese einen höheren Feinkorngehalt (Bodengruppe GU/GU\* nach DIN EN ISO 14688). Die Durchlässigkeit der dort anstehenden Kiese lässt sich entsprechend der Zusammensetzung zu etwa  $1 \times 10^{-6}$  m/s bis zu  $1 \times 10^{-4}$  m/s abschätzen. Nach DIN 18130 sind die Kiese im Übergangsbereich als durchlässig zu bezeichnen.

### 3.5.2 Spätglazialer Sand

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit des spätglazialen Sandes wurden Auswertungen an den Siebschlammanalysen und ein Pumpversuch durchgeführt. Im Folgenden sind die Ergebnisse der  $k_f$ -Wert-Ermittlungen zusammengestellt.

Tab. 13: Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit (Anlagen 8.1.1, 8.1.7, 7.2.1)

Probenbezeichn.	Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m]	Information	Verfahren	Wasserdurchlässigkeit
Stein-GE-1b1	BK 1/22	17,2 bis 19,8	Berechnung aus Siebschlammanalyse	Beyer	$9,3 \times 10^{-7}$
				Hazen	$9,0 \times 10^{-7}$
				USBR	$7,1 \times 10^{-7}$
Stein-GE-15c1	BK 2/22	22,5 bis 28,0	Berechnung aus Siebschlammanalyse	Beyer	$4,3 \times 10^{-7}$
				USBR	$5,6 \times 10^{-7}$
				Mittelwert	$7,1 \times 10^{-7}$
Pumpversuch	GWM 7/22		Pumpversuch	Hölting & Coldeway	$2,7 \times 10^{-6}$

Die Proben Stein-GE-1b1 und Stein GE-15c1 wurden aus grobschluffreichen Bereichen der spätglazialen Sande entnommen. Dementsprechend wurden rechnerisch aus den Korngrößenanalysen Durchlässigkeiten von im Mittel  $7,1 \times 10^{-7}$  m/s ermittelt.

Die Auswertung des Pumpversuchs in GWM 7/22 ergab eine Durchlässigkeit von  $2,7 \times 10^{-6}$  m/s. Dabei ist zu beachten, dass die beim Pumpversuch berücksichtigte Filterstrecke in GWM 7/22 sowohl den spätglazialen Sand (hier: schluffiger Feinsand) als auch den unterlagernden glazifluviatilen Sand (Wechselagerung Feinsand/Grobschluff) erfasst und die bestimmte Durchlässigkeit somit als „Misch“-Durchlässigkeit aus der Durchlässigkeit der spätglazialen Sande und der glazifluviatilen Sande zu interpretieren ist.

Für die weitere Betrachtung wird auf Basis der rechnerisch und im Pumpversuch bestimmten  $k_f$ -Werte von einer mittleren Durchlässigkeit der spätglazialen Sande von rund  $1 \times 10^{-6}$  m/s ausgegangen. Nach DIN 18130 sind die Sande als schwach durchlässig zu bezeichnen.

### 3.5.3 Glazifluviatiler Sand/ Grobschluff

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit des glazifluviatilen Sandes/ Grobschluff wurden Auswertungen an den Siebschlämmanalysen und zwei Pumpversuche durchgeführt. Im Folgenden sind die Ergebnisse der  $k_f$ -Wert-Ermittlungen zusammengestellt.

Tab. 14: Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit (Anlagen 8.1.6, 8.1.7, 7.2.1-2)

Proben-bezeichn.	Entnahme-stelle	Entnahme-tiefe [m]	Information	Verfahren	Wasser-durchläs-sig-keit
Stein-GE-12c1	BK 5/22	25,1 bis 28,7	Berechnung aus Sieb-schlämmanalyse	Beyer	$4,9 \times 10^{-8}$
				USBR	$8,7 \times 10^{-8}$
Stein-GE-18b1	BK 2/22	33,3 bis 35,5	Berechnung aus Sieb-schlämmanalyse	USBR	$5,0 \times 10^{-8}$
Mittelwert					$6,2 \times 10^{-8}$
Pump-versuch	GWM 7/22		Pumpversuch	Hölting & Coldeway	$2,7 \times 10^{-6}$
Pump-versuch	GWM 8/22		Pumpversuch	Hölting & Coldeway	$1,97 \times 10^{-5}$
Mittelwert					$1,1 \times 10^{-5}$

Die Proben Stein-GE-1b1 und Stein GE-15c1 wurden aus grobschluffreichen Bereichen der glazifluviatilen Sande entnommen. Dementsprechend wurden rechnerisch aus den Korngrößenanalysen Durchlässigkeiten von im Mittel  $6,2 \times 10^{-8}$  m/s ermittelt.

Die Auswertung des Pumpversuchs in GWM 7/22 ergab eine Durchlässigkeit der Sande von  $2,7 \times 10^{-6}$  m/s. Dabei ist zu beachten, dass die beim Pumpversuch berücksichtigte Filterstrecke in GWM 7/22 sowohl den glazifluviatilen Sand (Wechselagerung Feinsand/Grobschluff) als auch den auflagernden spätglazialen Sand (hier: schluffiger Feinsand) erfasst und die bestimmte Durchlässigkeit somit als „Misch“-Durchlässigkeit aus der Durchlässigkeit der spätglazialen Sande und der glazifluviatilen Sande zu interpretieren ist. Der Pumpversuch in GWM 8/22 ergab für die dort anstehenden überwiegend schwach schluffigen, mittel- bis grobsandigen Feinsande eine Durchlässigkeit von  $1,97 \times 10^{-5}$  m/s.

Die Ergebnisse der Durchlässigkeitsbestimmungen zeigen, dass die Durchlässigkeit innerhalb des glazifluviatilen Sandpakets sehr heterogen ist. Feinkornreiche Grobschluff- und Feinsandhorizonte sind mit Durchlässigkeiten im Bereich von im Mittel rund  $6 \times 10^{-8}$  m/s als schwach durchlässig, feinkornärmere Horizonte mit Durchlässigkeiten von im Mittel rund  $1 \times 10^{-5}$  m/s als durchlässig nach DIN 18130 zu bezeichnen.

### 3.6 Durchflussmenge am Standort Steinegaden

Die Durchflussmenge im Untergrund der Erweiterung der DKI-Deponie des nach Nordosten gerichteten Grundwasserabstroms lässt sich unter Ansatz der kf-Werte des heterogen zusammengesetzten Grundwasserleiters (Abschnitte 2.3, 3.5.3), dem durchschnittlichen Gefälle J und der durchschnittlichen durchflossenen Fläche F überschlägig wie folgt berechnen:

Tab. 15: Berechnung der Durchflussrate im Untergrund der Erweiterungsfläche

Parameter	Abstrom nach Nordosten		
	kf-Wert-Spektrum minimal	kf-Wert-Spektrum maximal	
hydraulisches Gefälle J	- - -	0,0952	0,0952
Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$	[m/s]	6,20E-08	2,00E-05
Durchflussfläche $F = B \times M$	[m <sup>2</sup> ]	1900	800
<b>Berechnung</b>			
Durchflußmenge Q	[m <sup>3</sup> /s]	$Q = k_f \times F \times l$	
Einzeldurchflussmenge Q	[m <sup>3</sup> /s]	0,0000	0,0015
	[l/s]	<b>0,01</b>	<b>1,52</b>
Gesamtdurchflussmenge	[m <sup>3</sup> /Tag]	1	132
		<b>133</b>	

Die rechnerisch abgeschätzte Gesamtdurchflussrate des Grundwassers unterhalb der Deponie-sohle liegt bei rund 1,53 l/s, entsprechend 133 m<sup>3</sup>/Tag. Dieser Durchfluss ist als sehr gering zu bewerten und ist dem sehr geringen kf-Wert der glazifluviatilen Sande bzw. Grobschluffe und der heterogenen Zusammensetzung des Grundwasserleiters geschuldet.

### 3.7 Grundwasseruntersuchungen

Im Untersuchungszeitraum erfolgten mehrfache Beprobungen von:

- Grundwassermessstellen im An- und Abstrom der bestehenden Deponie Steinegaden
- Grundwassermessstellen im Bereich der Erweiterungsfläche der Deponie Steinegaden
- Quellen Kimpfen sowie von Gräben östlich der bestehenden Deponie.
- Quellen südlich und östlich der Erweiterungsfläche der Deponie Steinegaden

Die Proben wurden nach den Parametern der Trinkwasserverordnung, dem LFU Merkblatt 3.8.1 und der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft (LAWA) 2016 analysiert. Bewertet wurden die Analyseergebnisse nach den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung und den Geringfügigkeits-schwellenwerten der LAWA (2016).

### **3.7.1 Grundwasser Quellen Süd**

Im Süden der geplanten Erweiterungsfläche befinden sich die Quellen Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8, welche als „Quellen Süd“ zusammengefasst sind.

#### **3.7.1.1 Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Süd (Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8, (Probenahmedatum:22.03.2022 und 21.03.2023)**

Die Auswertung der Grundwasseruntersuchungen zeigt keine Überschreitungen der Grenz-, bzw. Geringfügigkeitsschwellenwerte (Anlage 6.3.4.1).

#### **3.7.1.2 Vergleich der Grundwässer Quellen Süd und Erweiterungsgebiet (GWM 7/22)**

Die Quellen Süd befinden sich südlich der Wasserscheide zur DKI-Deponie und der geplanten Erweiterungsfläche. Aus diesem Grund fließt kein Wasser aus dem Einflussbereich der Deponie-Erweiterungsfläche zu den Quellen (Anlage 2.1.1). Es fließt auch kein Wasser aus dem Einflussbereich der Kiesabbau-Verfüllfläche zu den Quellen. Der südliche Rand des Kiesabbaus ist wegen der geringen Flächengröße und wegen der abdichtenden Wirkung der bindigen Auffüllung aus gutachterlicher Sicht vernachlässigbar. Die ähnlichen Analyseergebnissen der Wasserprobenahmen der Quellen Süd im Vergleich zu den Analyseergebnissen der GWM 7/22 (Anlage 6.3.3.2). zeigen, dass es sich um Wasser aus dem gleichen Sand-Grundwasserleiter handelt. Die höheren Werte der bauschuttlelevanten Parameter (Sulfat, Chlorid, Magnesium) in der GWM 7/22 sind vermutlich auf den Wegebau direkt an der Grundwassermessstelle zurückzuführen.

### **3.7.2 Grundwasser Quellen Ost**

Im Osten der DKI Deponie und der geplanten Erweiterungsfläche ist die Quelle Nr. 4 und Viehtränke (Ost) als „Quellen Ost“ zusammengefasst. Die Quellen befinden sich im östlichen Abstrom von der geplanten Deponie-Erweiterungsfläche in einer Entfernung von ca. 200 m im Oberen Grundwasserleiter.

### 3.7.2.1 Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Nr. 4, Nr. Viehtränke (Ost)

Alle Geringfügigkeitsschwellenwerte sind eingehalten (Anlage 6.3.4.2). Die Auswertung der Grundwasseruntersuchungen vom 22.03.2022 und 21.03.2023 zeigen Überschreitungen der Grenzwerte nach Trinkwasserverordnung für die Parameter Mangan und Eisen. Dies ist vermutlich auf die Zuleitung zur Viehtränke (Eisenrohr) zurückzuführen.

### 3.7.2.2 Vergleich der Grundwässer Quellen Ost und Erweiterungsgebiet (GWM 7/22 und BP1/86)

Die Quelle 4 und die Viehtränke befinden sich im Abstrom der Kiesabbau-Verfüllfläche (Anlage 2.1.1). In den Analyseergebnissen der Wasserprobenahmen der „Quellen Ost“ im Vergleich zu den Analyseergebnissen der GWM 7/22 sind die Parameter in einem ähnlichen Spektrum. Die bauschuttrelevanten Parameter (Natrium, Chlorid) steigen im Abstrom der ehemaligen Verfüllung des Kiesabbaus erwartungsgemäß leicht an (Anlage 6.3.3.3).

## 3.7.3 Grundwasser Quellen Kimpflen

Die Quellen Kimpflen sowie die Vernässungszone mit der Viehtränke Kimpflen und der Quelle Hausmann mit den Gräben 1 und Gräben 2 liegen im Abstrombereich der bestehenden Deponie Steinegaden. Sie beziehen ihr Wasser aus dem Unteren Grundwasserleiter.

### 3.7.3.1 Analysenergebnisse Hydrochemie der Quellen Kimpflen, (Probenahmedatum: 11.08.2022 21.03.2023)

Die Auswertung der Grundwasseruntersuchungen zeigt, dass bei allen Untersuchungsergebnisse die Grenz-, bzw. Geringfügigkeitsschwellenwerte eingehalten sind (Anlage 6.3.4.3).

### 3.7.3.2 Vergleich der Grundwässer Quellen Kimpflen mit dem der Bestandsdeponie, Erweiterungsfläche und Kiesterrasse

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen den hydrochemischen Zusammenhang zwischen den An- und Abstrom-Grundwassermessstellen der bestehenden Deponie. Leicht erhöht sind an den

Abstrommessstellen die bauschuttrelevanten Parameter Sulfat, Chlorid und Magnesium (Anlage 6.3.3.4).

## 4 Geologische Barriere

### 4.1 Anforderungen an die geologische Barriere

Nach der Deponieverordnung (DepV) vom 27. April 2009, zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 09. Juli 2021 ist der dauerhafte Schutz des Bodens und des Grundwassers durch die Kombination aus geologischer Barriere nach Nummer 1 der Tabelle 1 und einem Basisabdichtungssystem nach den Nummern 2 und 4 der Tabelle 1 oder aus gleichwertigen Systemkomponenten oder durch eine gleichwertige Kombination von Systemkomponenten zu erreichen. Dementsprechend gelten für die geologische Barriere bei einer DK I-Deponie folgende Anforderungen (DepV Tab 1; Nr. 1):

- Schichtdicke der geologischen Barriere .....  $\geq 1,0$  m
- Durchlässigkeit ( $k_f$ -Wert) der geologischen Barriere.....  $\leq 1 \times 10^{-9}$  m/s

Erfüllt die geologische Barriere aufgrund ihrer natürlichen Beschaffenheit nicht die Anforderungen, kann sie durch technische Maßnahmen künstlich geschaffen, vervollständigt und verbessert werden. Die Anforderungen an die geologische Barriere sind auch erfüllt, wenn bei Einhaltung der geforderten Mindestmächtigkeit durch kombinatorische Wirkung von Durchlässigkeitsbeiwert, Schichtmächtigkeit und Schadstoffrückhaltevermögen der Schichten zwischen Deponiebasis und oberstem anstehenden Grundwasserleiter eine gleiche Schutzwirkung erzielt wird.

### 4.2 Bewertung der angetroffenen geologischen Schichten als geologische Barriere

Die verbleibende Kies- und Sandschicht hat einen  $k_f$ -Wert von  $\geq 1 \times 10^{-4}$  m/s. Der mit diesen Schichten sich verzahnende Geschiebemergel hat eine abgeschätzte Durchlässigkeit von  $\leq 1 \times 10^{-8}$  m/s. Die Durchlässigkeit erfüllt damit flächig nicht die Anforderungen an eine geologische Barriere und ist dementsprechend durch technische Ersatzmaßnahmen zu schaffen bzw. zu vervollständigen und zu verbessern.

## 5 Abgleich der Deponiesohlenhöhe mit den Vorgaben der DepV

In Anhang 1 der DepV ist der permanent zu gewährleistende Abstand der Oberkante der geologischen Barriere vom höchsten zu erwartenden freien Grundwasserspiegel mit mindestens 1 m festgelegt.

Die Oberkante der technischen Ersatzmaßnahme betreffend die geologische Barriere (Fachanlagenteile 4.1 und 5) liegt am tiefsten Punkt der Deponiewanne bei 691,0 m NHN.

Am Standort der geplanten Deponieerweiterung ist im Bereich der Deponiewanne ein freier und zum Teil gespannter Grundwasserspiegel in den Sanden vorhanden. Die Grundwasseroberfläche liegt standortbezogen zwischen rund 670 m NHN im nördlichen und bis zu 683 m NHN im südlichen Bereich der Erweiterungsfläche und damit mindestens 10 m von der Oberkante der technischen Ersatzmassnahme entfernt. Die Anforderung der Deponieverordnung an den Mindestabstand von 1,0 m zwischen HHW und OK Deponiesohle wird eingehalten.

## 6 Repräsentative Grundwassermessstellen zur Überwachung

Gemäß §12 (2) der DepV hat der Betreiber einer Deponie vor Beginn der Ablagerungsphase Grundwasser-Messstellen zu schaffen und bis zum Ende der Nachsorgephase zu erhalten. Entsprechend der vorliegenden Grundwassergleichenkarte mit Randstromlinien der Deponieerweiterung sind die vorhandenen An- und Abstrommessstellen in Lage und Anzahl ausreichend und repräsentativ für die Grundwasserüberwachung der DKI-Deponie sowie der Deponie-Erweiterung.

Die Grundwassermessstellen GWM 1/08 (Zustrom), sowie die Abstrommessstellen GWM 2/08 und GWM BP 2/86 werden im Rahmen der Grundwasserüberwachung der bestehenden DKI-Deponie seit dem Jahr 2009 regelmäßig untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen sowie deren Bewertung sind den Jahresberichten Gewässerschutz der DKI-Deponie Steinegaden zu entnehmen. Zur Überwachung der Erweiterung wird vorgeschlagen die bestehende Grundwasserüberwachung der DKI-Deponie um die GWM 7/22 (Zustrom) zu ergänzen.

## 7 Versickerung von Oberflächenwasser

Für die geordnete Sammlung und Ableitung des unverschmutzten Oberflächenwassers aus dem rekultivierten Teileinzugsgebiet S2 der Deponie, das in einer lokalen Mulde liegt, ist eine Versickerung in den Untergrund über einen Versickerungsschacht vorgesehen. Die lokale Mulde erstreckt sich auch auf westlich an die Deponieerweiterung anschließende landwirtschaftlich genutzte Grünlandflächen, die auch an den Versickerungsschacht angeschlossen werden sollen, um Staunässe am Deponierand bei stärkeren Regenereignissen zu vermeiden. Das Teileinzugs-

gebiet der außerhalb der Deponie liegenden Wiesenfläche besitzt eine Flächengröße  $A_E$  von 1,89 ha. Der Versickerungsschacht ist an der Südwestecke der Erweiterungsfläche der DKI-Deponie auf dem Grundstück, Flur-Nr. 797/9 vorgesehen mit einer Geländehöhe von ca. 705 m NHN (Fachanlagenteil 10.1.8). Die Bemessung des Versickerungsschachtes wurde mit dem Programm DC Sicker durchgeführt und erbrachte für den Schacht mit einem vorgegebenen Durchmesser von 2,5 m eine Gesamtschachttiefe von 7,0 m. Entsprechend der durchgeführten Bohrung GWM6/ 22 unmittelbar nordöstlich des Versickerungsschachtes (Anlage 3.1) ist der spät-glaziale Kies durchgehend und für die Versickerung in ausreichender Schichtdicke nachgewiesen worden. Wegen der deponieabgewandten Fließrichtung des Grundwassers in südöstlicher Richtung sowie wegen des geringen zu versickernden Wasservolumens und ist ein Einfluss auf die Deponie auszuschließen.

## 8 Wasserschutzgebiete

In der unmittelbaren Umgebung des Standortes bestehen keine Wasserschutzgebiete. Südlich der geplanten Deponieerweiterung befindet sich in der weiteren Umgebung in einer Entfernung von > 500 m das Wasserschutzgebiet der Trinkwasserversorgung Röthenbach (Gebietskennzahl 2210832500045). Die Brunnen beziehen ihr Wasser aus der quartären, kiesigen Talfüllung des Ellhofner Tobelbachtals und des Schwarzenbachtals. Die Anstromrichtung erfolgt aus südlicher bis südöstlicher Richtung. Ein Einfluss der geplanten Deponieerweiterung auf die südlich gelegene Wasserfassung ist daher ausgeschlossen. Zudem ist der Grundwasserleiter Talkies von den Sanden und Kiesen der Rinnenfüllung durch eine Barriere aus feinkörnigen glazialen Ablagerungen getrennt. Es fließt kein Grundwasser der Rinnenfüllung in südlicher Richtung zu den südlich gelegenen Quellfassungen ab.

## 9 Georisiken

### 9.1 Erdbeben

Nach DIN 4149 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Ausgabe 2005 gehört Steinegaden (PLZ: 88167) in Bayern, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zur Erdbebenzone 1 sowie zur Untergrundklasse S. Bemessungserdbeben mit Spitzenwerten der Horizontalbeschleunigung treten mit einer Häufigkeit von 475 Jahren auf und sind äußerst selten.

## 9.2 Bodensenkungen

Bodensenkungen und Erdfälle oder Hangrutschungen sind am Standort Steinegaden nicht bekannt. Im Untergrund stehen keine auslaugbaren Gesteine an. Die im tieferen Untergrund anstehenden Gesteine sind im Regelfall dicht gelagert. Maßgebliche Setzungen des natürlichen Untergrundes sind damit nicht mehr zu erwarten.

Die Verfüllungen werden im Böschungsbereich der Deponiewanne ertüchtigt bzw. rückgebaut und durch tragfähigen Untergrund ersetzt, so dass die Auflast des Deponates nicht zu unverträglichen Setzungen führt (Fachanlagenteile 10.4.1 und 10.4.3).

## 9.3 Überschwemmungen

Der Standort liegt außerhalb eines Überschwemmungsgebietes.

## 10 Handhabung der Altablagerungen nach Altlastenkataster-Nr. 7760046 im Zusammenhang mit der Profilierung der Deponiewanne

Die Deponiewanne der Deponieerweiterung erstreckt sich auf Flurstück 1300 und 1298 der Gemarkung Röthenbach auf einer Fläche von 0,3 ha auf Altablagerungen des ehemaligen Kiesabbaus, die im Altlastenkataster als „ehemalige Deponie Steinegaden-Röthenbach“, Altlastenkataster-Nr. 77600046, geführt ist (Anlage 1.3). Mit Bescheid vom 27.02.2017 der Regierung von Schwaben Gz. 55.1-8780.416/24 wurde der Abschluss der Nachsorgephase festgestellt, unter der Voraussetzung, dass die derzeitige Grünland-Nutzung beibehalten wird. Für die Profilierung der Deponiewanne ist in einer Teilfläche ein Rückbau von Altablagerungen erforderlich. Der Bescheid enthält den Hinweis: *„Vor einer veränderten Nutzung ist zu prüfen, ob auch bei der beabsichtigten Nutzungsänderung keine Beeinträchtigungen der Oberflächenabdichtung und der Rekultivierungsschicht sowie des Wohls der Allgemeinheit zu erwarten sind.“* Die Handhabung des teilweisen Rückbaus der bestehenden Altablagerungen nach Altlastenkataster-Nr. 7760046 im Zusammenhang mit der Profilierung der Deponiewanne wird nachfolgend beschrieben und ist Grundlage für den Arbeits- und Sicherheitsplan, der im Zuge der Ausführungsplanung erstellt und vorgelegt werden muss.

Für die Profilierung der Deponiewanne sind im Anschnitt der Altlastenkatasterfläche rund 9.200 m<sup>3</sup> an Altablagerungen rückzubauen. Der Rückbau muss von einem Sachverständigen für Altlasten begleitet werden. Von den rückgebauten Altablagerungen sind auf einer

Zwischenlagerfläche nach den einschlägigen Vorgaben Haufwerke zu bilden und zu beproben und mit Folien abzudecken. Die chemische Analytik soll durch Haufwerks- bzw. Insitu-Beprobungen erfolgen. Auf der Grundlage der vollständigen Deklarationsanalytik sind die rückgebauten Altablagerungen der jeweils erforderlichen Beseitigung bzw. einer Verwertung zuzuführen. Die angeschnittene offene Böschungfläche der Altlastenkatasterfläche muss mit Folie abgedeckt und gegen Wind gesichert werden. Während des Rückbaus muss an der Böschungssohle eine mit Schwimmerschalter gesteuerte Wasserhaltung eingerichtet werden. Das gefasste Niederschlagswasser soll über die bestehenden Pufferbecken, die nach der Verlegung der Behandlungsanlage nicht mehr benötigt werden, dosiert der bestehenden Behandlungsanlage zugeführt werden. Das Basisabdichtungssystem muss zeitnah nach Abschluss des Rückbaus auf die offene Böschungfläche der Altablagerungen aufgebracht werden. Mit dem Deponieabdichtungssystem wird die aus der Nachsorge entlassenen Altlastenkatasterfläche im Überlappungsbereich wesentlich besser geschützt. An der Geländeoberkante werden außerhalb der Deponiewanne wieder die Oberbodenabdeckung in der nachgewiesenen Schichtmächtigkeit von mind. 0,3 m aufgebracht und die Begrünung wieder hergestellt. Während der Betriebsphase 3 der Deponie verläuft entlang des Deponierandes auf der Altlastenkatasterfläche eine Betriebsstraße zum Deponieabschnitt BAell, die asphaltiert werden soll und im Fachanlagenteil 6.11 dargestellt ist. Das unverschmutzte Niederschlagswasser der Betriebsstraße soll über einen mit bindigem Boden abgedeckten Randstreifen in den dann anschließenden Deponierandgraben abgeleitet werden.

Für den Eingriff für den Rückbau der Altablagerungen sowie die Errichtung des Oberflächenabdichtungssystems der Deponiewanne mit der vollständigen Versiegelung der angeschnittenen Altlastenfläche veranschlagen wir rund 10 Arbeitswochen, in denen die Sicherungsmaßnahmen durchgehend anzuwenden sind.

Die Handhabung der Altablagerungen nach Altlastenkataster-Nr. 7760046 im Zusammenhang mit der Profilierung der Deponiewanne sind in einem Arbeits- und Sicherheitsplan im Zuge der Ausführungsplanung nach den DGUV Regeln 101-004 der BG Bau Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft zu konkretisieren. Darin sind die Sicherungsmaßnahmen und Arbeitsschutzmaßnahmen, die Zwischenlagerung und Haufwerksbeprobungen sowie die Wasserhaltung und die Verwertungs- und Beseitigungswege detailliert zu beschreiben.

Bad-Wörishofen, den 03.02.2025



Dipl.-Geologe Achim Veigel  
Geo + Plan Geotechnik GmbH  
(Geschäftsführer)