



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorhaben, Veranlassung.....</b>	<b>5</b>
1.1	Vorhaben .....	5
1.2	Veranlassung.....	5
1.3.1	Szenario I: Böschungen aus Oberen Sanden mit aufliegenden Donauschottern und Verwitterungshorizont .....	6
1.3.2	Szenario II: Böschungen aus den Oberen Sanden der Unteren fluviatilen Serie .....	6
1.3.3	Schichtenaufbau des Abdichtungssystems.....	7
<b>2</b>	<b>Böschungshöhen, Böschungsneigungen.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Standsicherheitsnachweis gegen Böschungsbruch .....</b>	<b>8</b>
3.1	Geotechnischen Kategorie.....	8
3.2	Geotechnische Erkundung, Bestimmung von Baugrundkenngößen .....	9
3.2.1	Geotechnische Erkundung.....	9
3.2.2	Bestimmung der für die Beurteilung und die Berechnung notwendigen Baugrundkenngößen .....	9
<b>4</b>	<b>Standsicherheitsnachweis im Grenzzustand GEO-3 (vormals GZ 1C) 10</b>	
4.1	Vorgehen bei der Erstellung des Standsicherheitsnachweises.....	10
4.2	Bemessungssituationen.....	10
4.3	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände GEO-3.....	11
<b>5</b>	<b>Bodenkennwerte .....</b>	<b>11</b>
5.1	Kornzusammensetzung .....	12
5.2	Proctordichte.....	12
5.3	Scherversuche (Reibungswinkel und Kohäsion).....	13
5.4	Bodenkennwerte.....	13
<b>6</b>	<b>Verkehrslast .....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Erdbeben .....</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Ergebnisse der Standsicherheitsnachweise.....</b>	<b>16</b>
<b>9</b>	<b>Bewertung .....</b>	<b>16</b>

<b>10</b>	<b>Ausführungshinweise .....</b>	<b>16</b>
10.1	Oberflächensicherung der Deponiewannenböschungen .....	16
10.2	Profilierungen.....	17
10.3	Technische Ersatzmassnahme und mineralische Abdichtung.....	17

## Anlagen

### 1. Lageplan der Deponiewanne mit Darstellung der geologischen Verhältnisse

- Anlage 1.1 : Lageplan der Deponiewanne mit Darstellung der geologischen Verhältnisse im Maßstab M 1: 1.000

### 2 Standsicherheit der Böschungen der Deponiewanne

- Anlage 2.1 : Ostböschung (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 600  
Anlage 2.2. : Ostböschung (Bemessungssituation BS-P) im Maßstab M 1: 600  
Anlage 2.3 : Südböschung (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 600  
Anlage 2.4 : Südböschung (Bemessungssituation BS-P) im Maßstab M 1: 600  
Anlage 2.5 : Technische Ersatzmassnahme und mineralische Dichtung (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 100  
Anlage 2.6 : Entwässerungsschicht (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 100

### 3. Schichtenverzeichnisse, Schichtsäulen, Ausbaupläne

- Anlage 3.1 : GWM 9/ 21: Schichtsäule und Ausbauplan  
Anlage 3.2 : GWM 10/ 22 Schichtsäule und Ausbauplan  
Anlage 3.3 : GWM 11/ 22: Schichtsäule und Ausbauplan

### 4. Laboruntersuchungen (Prüflabor: Dr. Ing. Johann Spotka GmbH)

- Anlage 4.1 : **Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123**  
Anlage 4.1.1 : Probenübersicht Prüfbericht 230344  
Anlage 4.1.2 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Bösch-GEO 1a1  
Anlage 4.1.3 : Bestimmung der Korngrößenverteilung von Bösch-GEO 2a1  
Anlage 4.2 : **Bestimmung der Proctordichte des Bodens nach DIN 18127**  
Anlage 4.2.1 : Probenübersicht Prüfbericht 230345  
Anlage 4.2.2 : Bestimmung der Proctordichte von Bösch-GEO 3c1+3d1  
Anlage 4.2.3 : Bestimmung der Proctordichte von Bösch-GEO 4c1+4d1

- Anlage 4.3 : **Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN EN ISO 17892-10**
- Anlage 4.3.1 : Probenübersicht Prüfbericht 230335
- Anlage 4.3.2.1-2 : Bestimmung der Scherfestigkeit Bösch-Geo 1b1
- Anlage 4.3.3.1-2 : Bestimmung der Scherfestigkeit Bösch-GEO 3c1+3d1
- Anlage 4.3.4 : Probenübersicht Prüfbericht 230347
- Anlage 4.3.5.1-2 : Bestimmung der Scherfestigkeit, Bösch-Geo 2b1
- Anlage 4.3.6.1-6 : Bestimmung der Scherfestigkeit, Bösch-GEO 4c1+4d1

## 5. Fotodokumentation

- Anlage 5.1 : Übersicht Blick von der östlichen Böschung Richtung Westen
- Anlage 5.2 : Blick Richtung Westen
- Anlage 5.3 : Blick Richtung Nord-Ost
- Anlage 5.4 : Temporäre Abbauböschung

## Unterlagen

- DIN 1054: 2010-12: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
  - DIN 1055-2:2010-11: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngößen
  - DIN 4084:2009-01: Gelände- und Böschungsbruchberechnungen
  - DIN 4149:2005-04: „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“
- INGENIEURBÜRO HAAS-KAHLENBERG GMBH
- (18.04.2023): Lageplan Deponiewanne im Maßstab M 1: 1.000
  - (18.04.2023): Längsprofile L1, L2, L3, L4 und L5 im Maßstab M 1: 500
  - (18.04.2023): Querprofile Q1, Q2 und Q3 im Maßstab M 1: 500

# 1 Vorhaben, Veranlassung

## 1.1 Vorhaben

Die Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH stellt den Antrag auf Planfeststellung für die Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg der Deponieklasse DK I nach den Vorgaben der Deponieverordnung (DepV) für die Wiederverfüllung der Hohlform des Kies- und Sandabbaus Brennborg.

## 1.2 Veranlassung

Die gesamte Deponiewanne wird von verfestigten Oberen Sanden der Unteren fluviatilen Serie der OSM gebildet. Unterlagert wird der Sandkomplex von dem tonig/schluffigen Trennhorizont oberhalb HGW1. Im nordöstlichen, östlichen und südöstlichen Böschungsbereich lagern den Oberen Sanden, dicht gelagerte Ältere Deckenschotter der Donau Kaltzeit auf. Im östlichen Böschungsbereich werden diese von einem Verwitterungshorizont, bestehend aus einer kiesigen Verwitterungsschicht und einer schluffigen Verwitterungsschicht, überlagert. Wegen dem, dem Deponiebau vorausseilenden Abbau stehen die Abbauböschungen über mehrere Jahre frei. Für die Böschungen der Deponiewanne ist die Sicherheit gegen Böschungsbruch, daher sowohl im Betriebszustand als auch langfristig nachzuweisen (Anlage 2).

Für das abfallrechtliche Genehmigungsverfahren wurden mit den vorliegenden Unterlagen die notwendigen erdstatischen Nachweise für die Deponiewanne der DK I-Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg erstellt. Dem Gutachten liegen die folgenden Fachanlagenteile zugrunde:

- Nr. 4.1: Lageplan Deponiewanne
- Nr. 5.1-4: Vorhaben in Profilen
- Nr. 7.1: Rekultivierungsplan
- Nr. 12.1: Fachbeitrag Geologie und Hydrogeologie

## 1.3 Böschungen der Deponiewanne

Zur Herstellung des Planums der Sohlfläche, auf welchem die technische Ersatzmaßnahme aufлагert, erfolgt eine Profilierung. Im östlichen Bereich der Sohlfläche liegt die Unterkante (UK) der technischen Ersatzmaßnahme 1,0 m über der Abbausohle, hier erfolgt eine Aufprofilierung. Im westlichen Böschungsbereich liegt die UK der technischen Ersatzmaßnahme 0,9 m unterhalb der

Abbausohle. Hier erfolgt eine Nachprofilierung der Abbausohle. Die Böschungen der Deponiewanne werden in zwei Böschungsszenarien wie folgt unterteilt:

- Szenario I Nordöstlicher, östlicher und südöstlicher Böschungsbereich.
- Szenario II Nordwestlicher westlicher, und südwestlicher Böschungsbereich.

### 1.3.1 Szenario I: Böschungen aus Oberen Sanden mit aufliegenden Donauschottern und Verwitterungshorizont

Die Böschungen sind nahezu vollständig von den Oberen Sanden der Unteren fluviatilen Serie der OSM aufgebaut. Im nordöstlichen, östlichen und südöstlichen Böschungsbereich lagert den Oberen Sanden, dicht gelagerter Ältere Deckenschotter der Donau-Kaltzeit auf. Im östlichen Böschungsbereich werden diese Schichten von einem Verwitterungshorizont, bestehend aus einer kiesigen Verwitterungsschicht und bestehend aus einer schluffigen Verwitterungsschicht, überlagert. In der folgenden Tabelle ist das repräsentative Böschungsszenario I im mittleren östlichen Böschungsbereich an Position GWM 11/22 beschrieben

Tab. 1: Schichtenaufbau

	Benennung der Schicht	Bodenbeschreibung	Schichtdicke (bei GWM 11/22)
Oberhalb Abbausohle	Verwitterungslehm	Schluff/ Sand und Schluff	2,4 m
	Verwitterungskies	Verwitterungskies und Sand	4,1 m
	Höhere ältere Deckenschotter der Donau-Kaltzeit	Dichtgelagerter Kies (an der Basis verwittert)	3,0 m
	Pleistozäne Bodenbildung	Bodenbildung, Kies und Schluff	0,5 m
	Obere Sande der Unteren fluviatilen Serie	Sand, verfestigt	15,0 m
Unterhalb Abbausohle	Obere Sande der Unteren fluviatilen Serie	Sand, verfestigt	4,0 m
	Schluffig-toniger Trennhorizont mit Sandlagen	Schluff und Schluffstein	11,8 m

### 1.3.2 Szenario II: Böschungen aus den Oberen Sanden der Unteren fluviatilen Serie

Die Böschungen sind südwestlichen, westlichen und nordwestlichen Böschungsbereich vollständig von den Oberen Sanden der Unteren fluviatilen Serie der OSM aufgebaut. In der Tabelle 2 ist das repräsentative Böschungsszenario 2 im südwestlichen Bereich an der Position GWM 9/21 beschrieben.

Tab. 2: Schichtenaufbau

	Benennung der Schicht	Bodenbeschreibung	Schichtdicke (bei GWM 11/22)
Oberhalb Abbausohe	Obere Sande der Unteren fluviatilen Serie	Sand, verfestigt	17,0 m
Unterhalb Abbausohe	Obere Sande der Unteren fluviatilen Serie	Sand, verfestigt	3,5 m
	Schluffig-toniger Trennhorizont mit Sandlagen	Schluff und Schluffstein	19,0 ,

### 1.3.3 Schichtenaufbau des Abdichtungssystems

Im Böschungsbereich wird die technische Ersatzmaßnahme stufenweise, je nach den Ergebnissen der Eigenprüfung auf 4 m Höhe, eingebaut (Anlage 2.5). Die Entwässerungsschicht wird ebenfalls stufenweise, je nach den Ergebnissen der Eigenprüfung auf 2 m bis 3 m Höhe, eingebaut (Anlage 2.6).

Das Abdichtungssystem der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg ist wie folgt aufgebaut:

Tab. 3: Schichtenaufbau des Abdichtungssystems

Benennung der Schicht	Bodenbeschreibung	Schichtdicke
Schichtenaufbau des Basisabdichtungssystems der <u>Sohlfläche</u> der Deponiewanne		
Geotextile Trennlage	Filtergewebe (Flächengewicht $\geq 330 \text{ g/m}^2$ )	-
Entwässerungsschicht	Kies entspr. BQS 3-1	$\geq 0,5 \text{ m}$
Schutzvlies	PP-Schutzvlies (Flächengewicht $\geq 2.700 \text{ g/m}^2$ )	$\sim 2,5 \text{ mm}$
KDB	Kunststoffdichtungsbahn mit BAM-Zulassung	2,5 mm
Technische Ersatzmaßnahme für die geologische Barriere	Ton und Schluff entspr. BQS 1-0	$\geq 1,0 \text{ m}$
Schichtenaufbau des Basisabdichtungssystems der <u>Böschungen</u> der Deponiewanne		
Entwässerungsschicht	Kies entspr. BQS 3-1	$\geq 0,5 \text{ m}$
Geotextile Trennlage	Filtergewebe (Flächengewicht $\geq 220 \text{ g/m}^2$ )	-
Mineralische Dichtung	Ton und Schluff entspr. BQS 2-0	$\geq 0,5 \text{ m}$
Technische Ersatzmaßnahme für die geologische Barriere	Ton und Schluff entspr. BQS 1-1	$\geq 0,5 \text{ m}$

## 2 Böschungshöhen, Böschungsneigungen

Die Böschungsneigung liegt bei 40° (zu Ausführungshinweisen siehe Abschnitt 10.3).

Die Deponiewanne besitzt folgende Höhen:

- Nördliche Böschung: 4,0 m (Westecke, GWM 12/22) bis 20,0 m (Ostecke)
- Östliche Böschung: 20,0 m (Nordecke) bis 25,0 m (Böschungsmitte GWM 11/22)
- Südliche Böschung: 13,0 m (Westecke, GWM 13/22) bis 21,5 m (Ostecke)
- Westliche Böschung: 4,0 m (Nordecke, GWM 12/22) bis 13,0 m (Südecke)

Die Böschungsneigung beträgt einheitlich 40°. Im Bereich der östlichen Böschung untergliedern zwei horizontale Bermen mit einer Breite von 2,0 m die Böschung. In der südlichen und nördlichen Böschung ergibt sich wegen der gegenüber der östlichen Böschung reduzierten Höhe nur eine Berme. In der westlichen Böschung ergibt sich keine Berme (Anlage 1.1). Die Bermen dürfen nicht mit Kfz-Fahrzeugen aller Art befahren werden.

## 3 Standsicherheitsnachweis gegen Böschungsbruch

Für die Berechnungen der Sicherheit gegen Geländebruch wurde das Programm DC-Böschung/Win Version 8.42 verwendet. Die Berechnungen erfolgten nach DIN 4084: 2009-1 nach Eurocode 7 mit Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN EN 1997-1, DIN 1054: 2010-12. Der Nachweis erfolgte für den Grenzzustand nach GEO-3 (Gesamtstandsicherheit) mit Teilsicherheitsbeiwerten für Einwirkungen und Beanspruchungen (DIN 1054: 2010-12: Tabelle A.2.1: GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit) und Teilsicherheitsbeiwerten für geotechnische Kenngrößen (DIN 1054: 2010-12: Tabelle A.2.2: GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit).

### 3.1 Geotechnischen Kategorie

Die Deponie ist nach 1054: 2010-12 Tabelle AA.1 Situation 5 (Boden- und Felsdeponien ohne Kontaminationen) der geotechnischen Kategorie GK2 zuzuordnen. Das Deponieplanum der Böschungen ist wegen der Gesamthöhe von bis zu 25 m nach 1054: 2010-12 Tabelle AA.1 Situation

11 (Hänge, Böschungen allgemein bei mehr als 10 m Höhe) der geotechnischen Kategorie GK3 zuzuordnen.

## **3.2 Geotechnische Erkundung, Bestimmung von Baugrundkenngrößen**

### **3.2.1 Geotechnische Erkundung**

Entsprechend der Einstufung der geotechnischen Kategorie sind nach DIN EN 1997-2:2010-10 direkte Aufschlüsse erforderlich. Informationen zum geologischen Aufbau des Untergrunds wurden aus dem hydrogeologischen Standortgutachten übernommen. Die Aufschlüsse erfolgten mit Rammkernbohrungen bis in den repräsentativen Homogenbereich des schluffig-tonigen Trennhorizontes oberhalb HGW 1 (OSM mit halbfester und fester Konsistenz) und mit drei Bohrungen bis zum Grundwasserstauer des HGW 1. Die vor Ort angetroffenen freiliegenden westlichen und nördlichen Abbauböschungen erschließen den oberen Bereich der für den Nachweis relevanten Schichten. Damit konnte ergänzend eine repräsentative geologische Aufnahme als baugrundgeologische Kartierung des Abbaus durchgeführt werden. Das großräumig homogene geotechnische Modell der verfestigten Oberen Sande der Unteren fluviatilen Serie der OSM, welche im östlichen Bereich mit Donauschottern überlagert sind, wurde mit den Bohrungen und mit der Kartierung bestätigt. Die Sohle der Sande wurde mit den Bohrungen nachgewiesen (Anlage 3). Die Abweichung der gewählten Bohrabstände von den Beispielen für Empfehlungen von Untersuchungsabständen aus Anhang B.3 DIN EN 1997-2:2010-10 ist aus baugrundgeologischer Sicht wegen den nachgewiesenen eindeutigen homogenen baugrundgeologischen Verhältnissen gerechtfertigt. Aus diesem Grund wurde auf eine Verfeinerung des Bohrrasters verzichtet. Zur Bestätigung der prognostizierten geotechnischen Verhältnisse hat die spätere Freilegung der Böschungen der Deponiewanne unter geotechnischer Fachaufsicht mit geotechnischer Aufnahme und Bewertung der anstehenden Schichten zu erfolgen.

### **3.2.2 Bestimmung der für die Beurteilung und die Berechnung notwendigen Baugrundkenngrößen**

Für die Nachweise wurden Rahmenscherversuche mit den in den Böschungen anstehenden Sanden durchgeführt. Für die Nachweise weiterer Schichten werden vorläufig Bodenkennwerte der DIN 1055-2 herangezogen. Für die abschließende Berechnung der Standsicherheit bedarf es eines Abgleichs mit den Ergebnissen der zu späterem Zeitpunkt vorliegenden Eignungsprüfungen für die tatsächlich zur Anwendung kommenden Materialien. Nach Freilegung

der oberen Bereiche der östlichen Böschung sind im Rahmen der geotechnischen Böschungsüberprüfung sukzessive Rahmenscherversuche der Donauschotter, des Verwitterungslehms und des Verwitterungskieses durchzuführen. Sofern damit Ansätze bzw. Eingangsparameter der vorliegenden Nachweisführung unterschritten werden, bedarf es einer Aktualisierung der Standsicherheitsnachweise.

## **4 Standsicherheitsnachweis im Grenzzustand GEO-3 (vormals GZ 1C)**

### **4.1 Vorgehen bei der Erstellung des Standsicherheitsnachweises**

Eine ausreichende Sicherheit gegen Versagen wird nach DIN 4084:2009-01 eingehalten, wenn die Bedingung für den Grenzzustand der Tragfähigkeit erfüllt ist. Der Ausnutzungsgrad  $\mu$  ergibt sich dabei aus dem Verhältnis der Summe der Einwirkungen und der Summe der Widerstände:

$$\mu = \frac{E}{R} < 1$$

Ein Auslastungsgrad von weniger als 1 ist nachzuweisen.

Die Berechnung der Standsicherheit wurde mit Gleitkreisen nach BISHOP als Iterationsverfahren mit variierenden Kreismittelpunkten und Radien durchgeführt.

### **4.2 Bemessungssituationen**

Im Rahmen des vorliegenden Nachweises wird von folgenden Bemessungssituationen ausgegangen (DIN 1054: 2010-12, Seite 19):

Bemessungssituation BS-P - für den Standsicherheitsnachweis der langjährigen Standzeit der westlichen und südlichen Deponiewannenböschungen und der nördlichen Abbauböschung:

- Ständige Situationen (Persistent situations), die den üblichen Nutzungsbedingungen entsprechen
- Ständige und während der Funktionszeit des Bauwerks regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen

Bemessungssituation BS-T - für die Herleitung der Baugrundkenngrößen und für den Standsicherheitsnachweis der kurz- und mittelfristigen Standzeit der westlichen und südlichen Deponiewannenböschungen und der nördlichen Abbauböschung:

- vorübergehende Situationen (Transient situations), die sich auf zeitlich begrenzte Zustände beziehen wie z.B.:
  - Bauzustände bei der Herstellung eines Bauwerks
  - Bauzustände an einem bestehenden Bauwerk, z.B. Reparaturen oder infolge von Aufgrabungs- oder Unterfangungsarbeiten
  - Baumaßnahmen für vorübergehende Zwecke, z.B. Baugrubenböschungen und Baugrubenkonstruktionen

### 4.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände GEO-3

Nach DIN 1054: 2010-12, Tab A.2.1 sind bezogen auf die Bemessungssituationen die folgenden Teilsicherheitsbeiwerte anzusetzen:

Tab. 4: Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen nach DIN 1054: 2010-12: Tab A.2.1:

Einwirkungen bzw. Beanspruchungen		BS-P	BS-T
Ständige Einwirkungen	$\gamma_G$	1,00	1,00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	$\gamma_Q$	1,30	1,20

Die Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände sind DIN 1054: 2010-12, Tab. A.2.2 zu entnehmen.

Tab. 5: Teilsicherheitsbeiwerte Widerstände nach DIN 1054: 2010-12, Tab. A.2.2:

Einwirkungen bzw. Beanspruchungen		BS-P	BS-T
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ des drainierten Bodens $\gamma_\varphi$	$\gamma_\varphi$	1,25	1,15
Kohäsion $c'$ des Bodens	$\gamma_c$		

## 5 Bodenkennwerte

Im Rahmen der geotechnischen Erkundung zur Überprüfung der Standsicherheit der Böschungen wurden Proben im Bereich der nördlichen Abbauböschung aus den Oberen Sanden der Unteren fluviatilen Serie der OSM entnommen. Die Untersuchungen wurden im Labor Dr. Ing.

Johann Spotka GmbH durchgeführt (siehe Anlage 4). In den folgenden Kapiteln sind die Laborergebnisse beschrieben und tabellarisch dargestellt.

## 5.1 Kornzusammensetzung

Die tertiäre hellbraune, bereichsweise ockerbraune bis gelbbraune Oberen Sande der Unteren fluviatilen Serie der OSM bildet die Haupteinheit der Deponiewanne. Bei dem Material handelt es sich überwiegend um einen schwach schluffigen stark feinsandigen Mittelsand mit einem geringen Anteil an Kies in zumeist dichter Lagerung. Im gebirgsfrischen bzw. ungestörtem Zustand ist das Material überwiegend verfestigt. In den Böschungen ist das Material in einem zum Teil in aufgelockertem Zustand aufgeschlossen. Die Oberen Sande der Unteren fluviatilen Serie der OSM sind der Bodenklasse SU und ST nach DIN 18196:2011-05 zuzuordnen. Die durchgeführten Siebungen zeigen folgende Ergebnisse:

Tab. 6: Ergebnisse der Siebanalysen (Anlage 4.1.2 u. 4.1.3)

Probenbezeichnung	Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Ton und Schluff < 0,063 mm [Gew-%]	Sand 0,063 mm bis 2 mm [Gew-%]	Kies 2 mm bis 60 mm [Gew-%]	Bezeichnung nach DIN 18196
Bösch-Geo 1a1	Böschung Nord-ost	5	5,79	94,21	-	SU/ST
Bösch-Geo 2a1	Böschung Nord-Ost	5	5,30	94,7	-	SU/ST

## 5.2 Proctordichte

Um für die Rahmenscherversuche realitätsnahe Einbaudichten für den frischen bzw. ungestörten Gebirgszustand sowie für den aufgelockerten Zustand in den Böschungen der Oberen Sande nachbilden zu können, wurde die Proctordichte des Sandes bestimmt. Die Ergebnisse der Bestimmung der Proctordichte  $\rho_{Pr}$  sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tab. 7: Proctordichte, optimaler Wassergehalt (Anlage 4.2)

Probenbezeichnung	Bösch-GEO 3c1+3d1	Bösch-GEO 4c1 u. 4d1
Entnahmestelle	Böschung, Nordost	Böschung, Nordost
100 %Proctordichte $\rho_{Pr}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,60	1,60
Opt. Wassergehalt $\omega_{Opt}$ [%]	16,3	18,2
88 %Proctordichte $\rho_{88\%}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,409	1,411
Wassergehalt $\omega_{88\% \min}$ [%]	7,1	10,8
Wassergehalt $\omega_{88\% \max}$ [%]	11,2	12,02

Die 100%-Proctordichte, entspricht dem ungestörtem Gebirgszustand des Sandes. Sie liegt bei 1,60 g/cm<sup>3</sup>. Die optimalen Wassergehalte bei 100% Proctordichte liegen zwischen 16,3 % und 18,2 %. In den im Bereich der Böschungen entnommenen Versuchszylinder wurde eine Proctordichte für den aufgelockerten Böschungszustand von 88 % ermittelt. Die natürlichen Wassergehalte lagen bei 8,73 % und 9,35 %. Um die Scherparameter für den aufgelockerten Gebirgszustand zu erhalten, wurde in den Scherversuchen das Material aus den Zylinderproben entsprechend der vor Ort angetroffenen Dichte eingebaut (Anlage 4.2, 4.3.1 und 4.3.2.2).

### 5.3 Scherversuche (Reibungswinkel und Kohäsion)

Im Labor wurden die Scherversuche für die Oberen Sande der Unteren fluviatilen Serie in zwei verschiedene Einbauszenarien bzw. Dichtezustände durchgeführt:

- Ungestörter Gebirgszustand mit 100% Proctordichte
- Auflockerungsbereich der Böschung mit 88% Proctordichte.

Tab. 8: Ergebnis der Bestimmung der Scherfestigkeit (Anlage 4.3 bis 4.6)

Probenbezeichnung	Entnahmestelle	Einbaudichte bez. des Proctorwertes	Reibungswinkel $\varphi_k$ [°]	Kohäsion $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Obere Sande der Unteren fluviatilen Serie der OSM</b>				
Bösch-Geo1b1	Böschung Nordost (aufgelockert Gebirgszustand)	88%	31,12	10,58
Bösch-Geo 3c1 + 3d1	Böschung Nordost (ungestörter Gebirgszustand)	100%	33,23	42,83
Bösch-Geo 2b1	Böschung Nordost (aufgelockert Gebirgszustand)	88%	32,66	4,13
Bösch-Geo 4c1 + 4d1	Böschung Nordost (ungestörter Gebirgszustand)	100%	32,10	48,30

### 5.4 Bodenkennwerte

In folgender Tabelle sind die für die Berechnungen verwendeten Bodenkennwerte und Scherparameter zusammengestellt. Um Unsicherheiten bezüglich der Repräsentativität und der Streuung der Versuchstechnik abzumindern wurde der Mittelwert der ermittelten Kohäsion des ungestörten Gebirgszustandes nach GDA E-2-7 Seite 5) wie folgt reduziert und, um auf der sicheren Seite

hinsichtlich nicht auszuschließenden partiellen tiefer liegenden Auflockerungen zu liegen, anschließend nochmals halbiert.

$$c'_k = \frac{c'}{1,3}$$

Eine Reduzierung der ermittelten Reibungswinkel wurde nicht durchgeführt, da der gemittelte Reibungswinkel aus den ermittelten Werten der mit 100 % Proctordichte mit 32,7° der dicht gelagerten und eingebauten Sanden dem in der DIN1055-2 benannten Reibungswinkel für mitteldicht gelagerte Sande von 32,5° entspricht (dicht gelagerte Sande: 35°) Bei den weiteren Bodenschichten wurden die Bodenkennwerte nach DIN1055-2 und Empfehlung des Arbeitskreises Baugruben EAB 2006: Seite 73-79) ermittelt.

Tab. 9: Angesetzte Bodenkennwerte und Scherparameter zur Berechnung der Standsicherheit der Deponiewanne

Bodenmaterial	Boden- gruppe  DIN 18196	Boden- klasse  DIN 18300	Lagerungs- dichte/ Kon- sistenz	Wichte erdfeucht  γ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte wasserge- sättigt  γ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte Unter Auf- trieb  γ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel  φ [Grad]	Kohäsion  c' [kN/m <sup>2</sup> ]
Verwitterungslehm	UL/SU*	4	Steif bis halbfest	18,5 <sup>1)</sup>	20,0 <sup>1)</sup>	10,0 <sup>1)</sup>	27,5 <sup>2)</sup>	3,0 <sup>2)</sup>
Verwitterungskies	GW/GU	3,4	mitteldicht	19,0 <sup>1)</sup>	21,0 <sup>1)</sup>	11,0 <sup>1)</sup>	32,5 <sup>2)</sup>	3,0 <sup>2)</sup>
Höhere Ältere Decken- schotter	GW	3	Dicht bis mitteldicht	20,0 <sup>1)</sup>	21,5 <sup>1)</sup>	12,5 <sup>1)</sup>	35 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>
Pleistozäne Bodenbildung	GU*	4	Dicht, bin- dige Anteile steif bis halbfest	18,5 <sup>1)</sup>	21,0 <sup>1)</sup>	11,0 <sup>1)</sup>	32,5 <sup>2)</sup>	6 <sup>2)</sup>
Ton /Schluff Linsen (in Oberem Sanden der fluvia- tilen Oberem Serie der OSM)	UL/UM	4,5,6	Halbfest bis fest	19,5 <sup>1)</sup>	20,5 <sup>1)</sup>	10,5 <sup>1)</sup>	25 <sup>2)</sup>	5 <sup>2)</sup>
Obere Sande der Unteren fluvialen Serie der OSM (ungestörter Gebirgszu- stand)	SU/SW	3, 4, 5 bis 6 (Blöcke)	dicht	18,0	22,0	12,0	33,23 <sup>3)</sup> 32,21 <sup>3)</sup> 32,2 <sup>4)</sup>	48,3 <sup>3)</sup> 42,83 <sup>3)</sup> 19 <sup>4)</sup>
Obere Sande der Unteren fluvialen Serie der OSM (Auflockerungsbereich in der Böschung)	SU/SW	3, 4, 5 bis 6 (Blöcke)	Mitteldicht bis locker	16,0	18,0	10,0	31,12 <sup>3)</sup> 32,66 <sup>3)</sup>	4,13 <sup>3)</sup> 10,58 <sup>3)</sup>
Schluffig-tonige Trenn- schicht oberhalb HGW 1	UM	4,5,6,7	Halbfest bis fest	19,5 <sup>1)</sup>	20,5 <sup>1)</sup>	10,5 <sup>1)</sup>	22,5 <sup>2)</sup>	10 <sup>2)</sup>

- 1) Wichte erdfeucht, wassergesättigt und Wichte unter Auftrieb abgeschätzt nach DIN 1055-2 und Empfehlung des Arbeitskreises Baugruben EAB 2006: Seite 73-79
- 2) Reibungswinkel und Kohäsion abgeschätzt nach DIN 1055-2 und Empfehlung des Arbeitskreises Baugruben EAB 2006: Seite 73-79)
- 3) Bodenkennwerte entsprechend Scherversuche (Anlagen 4)
- 4) Für die Nachweise angesetzten Werte

Hinweise zu den Kohäsionswerten der Oberen Sande der Unteren fluviatilen Serie der OSM:

Die Kohäsion bildet die beginnende diagenetische Verfestigung der Sande ab. Die Verfestigung ist in den Anlagen 5.1.2 und 5.1.3 des hydrogeologischen Standortgutachtens (s. Geo + Plan Geotechnik GmbH Mai 2023) gut zu erkennen. Um der oberflächennahen Auflockerung in der Böschung Rechnung zu tragen, wird bei den Berechnungen der Standsicherheit die Kohäsion auf  $19 \text{ kN/m}^2$  reduziert.

## 6 Verkehrslast

Als Verkehrslast wird eine Kettenraupe bzw. Bagger mit folgenden Kennwerten angenommen:

- Gewicht  $G_R$ : ..... 25 t, entspr. 250 kN
- Kettenbreite  $B_R$ : ..... 0,75 m
- Kettenlänge  $L_R$ : ..... 3,0 m

Die Aufstandsfläche  $A$  errechnet sich aus Kettenbreite  $L_B$  und Kettenlänge  $L_R$  zu:

$$A = (2 \cdot L_R \cdot B_R) = 4,5 \text{ m}^2$$

Die Verkehrslast errechnet sich zu:

$$\frac{250 \text{ kN}}{4,5 \text{ m}^2} = 56 \text{ kN/m}^2$$

## 7 Erdbeben

Nach DIN 4149 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Ausgabe 2005 gehört Hammerstetten (PLZ: 89358) in Bayern, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, keiner Erdbebenzone an (Siehe [Erdbebenzonen- und Untergrundklassenabfrage \(gfz-potsdam.de\)](http://gfz-potsdam.de), 20.05.2023)

## 8 Ergebnisse der Standsicherheitsnachweise

Die Berechnung der Standsicherheit der Deponiewanne nach BISHOP mit Iteration von Mittelpunkt und Radius unter Ansatz der inneren Reibungswinkel entsprechend Tabelle 5 ergab Auslastungsgrade von  $< 1$  wie folgt:

Tab. 10: Ergebnisse des Standsicherheitsnachweises:

Bausituation	Bemessungssituation	Auslastungsgrad $\mu$	Anlage
<b>Deponiewanne</b>			
Ostböschung	BS-T	0,85	Anlage 2.1
Ostböschung	BS-P	0,89	Anlage 2.2
Südböschung	BS-T	0,76	Anlage 2.3
Südböschung	BS-P	0,76	Anlage 2.4
<b>Profilierung, Technische Ersatzmaßnahme und mineralische Dichtung</b>			
Technische Ersatzmaßnahme und mineralische Dichtung	BS-T	0,92	Anlage 2.5
Entwässerungsschicht	BS-T	0,99	Anlage 2.6

## 9 Bewertung

Der Standsicherheitsnachweis ergab, dass bei allen berechneten Szenarien ein Auslastungsgrad von  $< 1$  nachgewiesen wurde. Die Deponiewanne ist sowohl im Bauzustand (Betriebszustand) als auch langfristig unter Ansatz der o.g. Bodenkennwerte und charakteristischer Scherparameter und bei Verwendung der in Tab. 1 aufgeführten Materialien entsprechend vorliegenden Planunterlagen als standsicher zu bewerten.

## 10 Ausführungshinweise

### 10.1 Oberflächensicherung der Deponiewannenböschungen

Die Deponiewannenböschungen werden im Lauf der Deponieverfüllung sukzessive überbaut. Sie sind damit über mehrere Jahre freistehend. Erosionsrinnen im Bereich der bestehenden Abbauteilböschungen zeigen die Erosionsanfälligkeit des Materials (Anlagen 5.2, 6). Die Erosionsanfälligkeit des Materials ist auch infolge von Austrocknung und Frostwechsel gegeben. Desweiteren zeigen die Scherparameter (Abschnitt 3.2.2) in Bezug auf die Wassergehalte des Proctorversuchs und auf den natürlichen Wassergehalt, dass bei Austrocknung des Sandes eine Auflockerung und eine Reduzierung der Kohäsion (=Verfestigung) stattfindet. Aus diesem Grund

wird ein Schutz der Sande und eine Erosionssicherung der Böschungen empfohlen. Erfahrungsgemäß ist hierfür eine Spritzbegrünung gut geeignet.

## 10.2 Profilierungen

Entsprechend Profilschnitt Q2-Q2' (Fachanlagenteil 8.8) kann es kleinräumig vorkommen, dass Aufprofilierungsarbeiten im Böschungsbereich notwendig werden. Hierzu ist schluffiger Sand bis Schluff mit entsprechend den Verdichtungsanforderungen eingestelltem Wassergehalten gut geeignet. Der Aufbau hat lagenweise mit einer Schichtdicke von 0,25 m (im verdichteten Zustand) zu erfolgen mit jeweils lagenweiser Verdichtung. Es ist eine Verdichtung von 95 % Proctor einzuhalten.

Im Bereich der Sohlfläche sind bereichsweise Aufprofilierungen durchzuführen. Hierfür sind sinngemäß die oben genannten Ausführungen einzuhalten.

## 10.3 Technische Ersatzmassnahme und mineralische Abdichtung

Gemäß hydrogeologischem Standortgutachten verfügt die Deponie über eine geologische Barriere. Die geologische Barriere, bestehend aus Sand und schluffig-sandigen Verwitterungsböden (Fachanlagenteil 12.1 Abschnitt 5.2) erfüllt in ihrer natürlichen Beschaffenheit jedoch nicht die Anforderungen nach DepV Anhang 1 Abschnitt 1.2 Ziffer 2. Es ist daher der Einbau einer technischen Ersatzmassnahme betreffend die geologische Barriere in der Gesamtfläche der Deponiewanne vorgesehen.

Die technische Ersatzmaßnahme wird im Sohlbereich mit einer Schichtdicke von 1 m errichtet. Im Böschungsbereich erfolgt entsprechend DepV Anhang 1 Abschnitt 1.2 Ziffer 3 eine Reduzierung der Schichtdicke auf eine Mindestdicke von 0,5 Meter, da über die wesentlich geringere Wasserdurchlässigkeit des einzubauenden Materials ( $< 5 \times 10^{-10}$ ) gegenüber der Anforderung der DepV von  $1 \times 10^{-9}$  m/s die gleiche bzw. eine deutlich höhere Schutzwirkung wie nach Satz 1 erzielt wird. Die Neigung des Planums beträgt im Böschungsbereich einheitlich  $40^\circ$ . Im östlichen Böschungsbereich untergliedern zwei horizontale Bermen mit einer Breite von 2,0 m die Böschung. Im südlichen und nördlichen Bereich ergibt sich aufgrund der gegenüber der östlichen Böschung reduzierten Böschungshöhe nur eine Berme. Das Material ist daher nach BQS 2-3 Abschnitt 8, Ziffer n in horizontalen Lagen mit einer Einbaudicke von ca. 30 cm abschnittsweise einzubauen und lagenweise mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 95 \%$  (BQS 2-3 Abschnitt 8 Ziffer c) zu verdichten

(verdichtete Lagendicke ca. 25 cm). Die Roßhauptener Kiesgesellschaft verfügt über eine hohe Fachkompetenz bei der Realisierung dieses Verfahrens. Die Einbauhöhe der temporär frei stehenden Böschung der technischen Ersatzmassnahme variiert je nach Reibungswinkel und Kohäsion des zum Einsatz kommenden Materials zwischen 3 m und 5 m (Anlage 2.5).

Aufgrund des einheitlichen Materials ist vorgesehen, die technische Ersatzmaßnahme zusammen mit der mineralischen Dichtung in einem Arbeitsgang zu errichten. Damit ist ein homogener Aufbau, eine einheitliche Verdichtung und eine kraftschlüssige Verbindung im Böschungsbereich gewährleistet. Entsprechend den Erfahrungen in der geotechnischen Fremdprüfung mit ähnlichen Deponieböschungen kann die lagenweise Verdichtung mit dem Anbauverdichter bzw. mit einem Verdichterrad mit Schaffußrolle erfolgen.

Um zwischen den Lagen eine optimale Verzahnung zu gewährleisten, ist eine Bearbeitung der jeweils verdichteten Teilfläche mit einem Verdichterrad mit Schaffußrolle zu empfehlen. Im Gegensatz zu einer Hand-Schaffußwalze entfällt damit die Notwendigkeit, den Böschungsbereich zu begehen. Um eine qualitativ hochwertige Oberfläche der mineralischen Dichtung herzustellen, ist der Einbau der Lagen mit einer lateralen Überbreite von ca. 10 cm auszuführen. Nach erfolgtem Einbau des jeweiligen Abschnittes ist die Dichtung abschließend mit der glatten Baggerschaufel auf die Sollstärke zu profilieren. Anschließend erfolgt der Einbau der Entwässerungsschicht, dann der keilförmige Einbau des Deponats als Stützkeil. Im nächsten Schritt kann der jeweils nächste Höhenabschnitt von technischer Ersatzmassnahme, mineralischer Dichtung und Entwässerungsschicht errichtet werden.

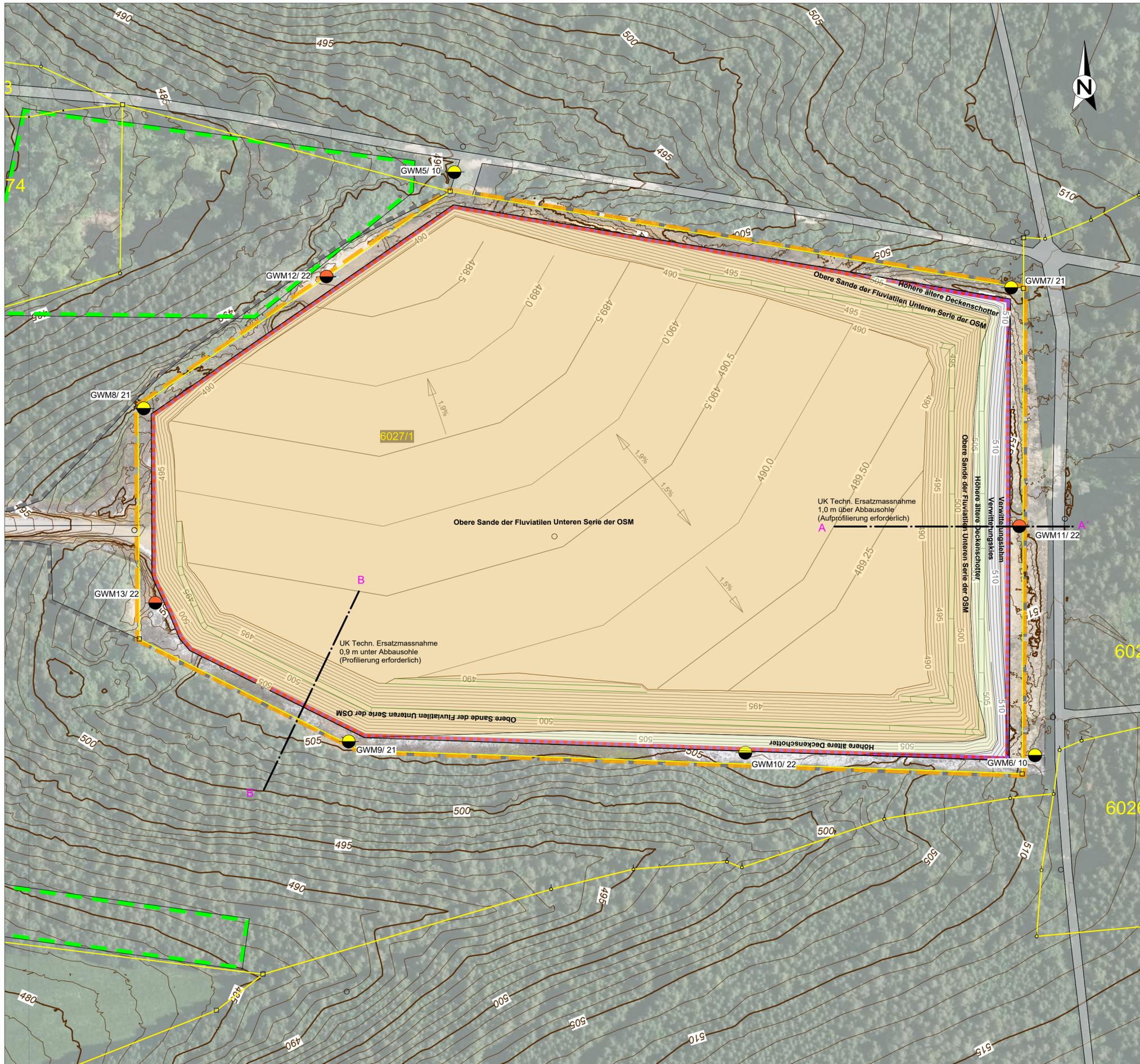
Bad Wörishofen, den 16.08.2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Achim Veigel".

Geo + Plan Geotechnik GmbH

Dipl.-Geol. Achim Veigel

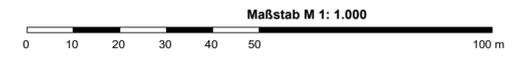
- Geschäftsführer -



- Legende**
- Topographie / Flurnummern / Geländehöhen**
- Flurstücksgrenze, gelb dargestellt
  - 6027/1 Flurstücksnummern, gelb dargestellt
  - 505— Höhenlinien Bestand am 15.02.2023 (Abbaubereich und Zufahrtbereich) und 23.11.2017 (Umgebung) [m ü. NHN]
- Abbau**
- Abbau / Deponie**
- Grenze Planfeststellung, Linie über Flurstücksgrenze gelb dargestellt
  - Grundstück Fa. Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH (Linie gelb dargestellt, Verlauf der Grenze auf Flurgrenze Nr. 6027/1)
  - Grenze Sand- und Kiesabbau und Wiederverfüllung (OK Abbauböschung) gem. Genehmigungsplanung Mai 2023
  - Umring Deponie Brennborg
  - 491— Höhenlinien Abbaukorb [m ü. NHN]
  - 1,9% Gefälle Abbausohle
  - Mit Eintrag in das Grundbuch gesicherte Dienstbarkeit (Urkunde URNr. 2294/2010 vom 29.11.2010) als Ausgleichsmaßnahme für den Sand- und Kiesabbau für Zwecke des Naturschutzes, insbesondere zur Anpflanzung von heimischen autochthonen Bäumen und Sträuchern sowie Anlage von Tümpeln, nicht betroffen ist der Zufahrtsweg

- Grundwassermessstellen**
- Meßstelle (Ausbau in den Oberen Sanden der Unteren fluviatilen Serie)
  - Grundwassermessstelle (Ausbau in den Unteren Sanden der Unteren fluviatilen Serie: oberer Grundwasserhauptleiter HGW1 HGW 1a und HGW 1b getrennt mit Dichtung, Vollrohr und temporärem Packereinbau)
  - GWM ← Bezeichnung

- Schnittlagen**
- A — A' Berechnungsrelevanter Schnitt



**Datengrundlage**

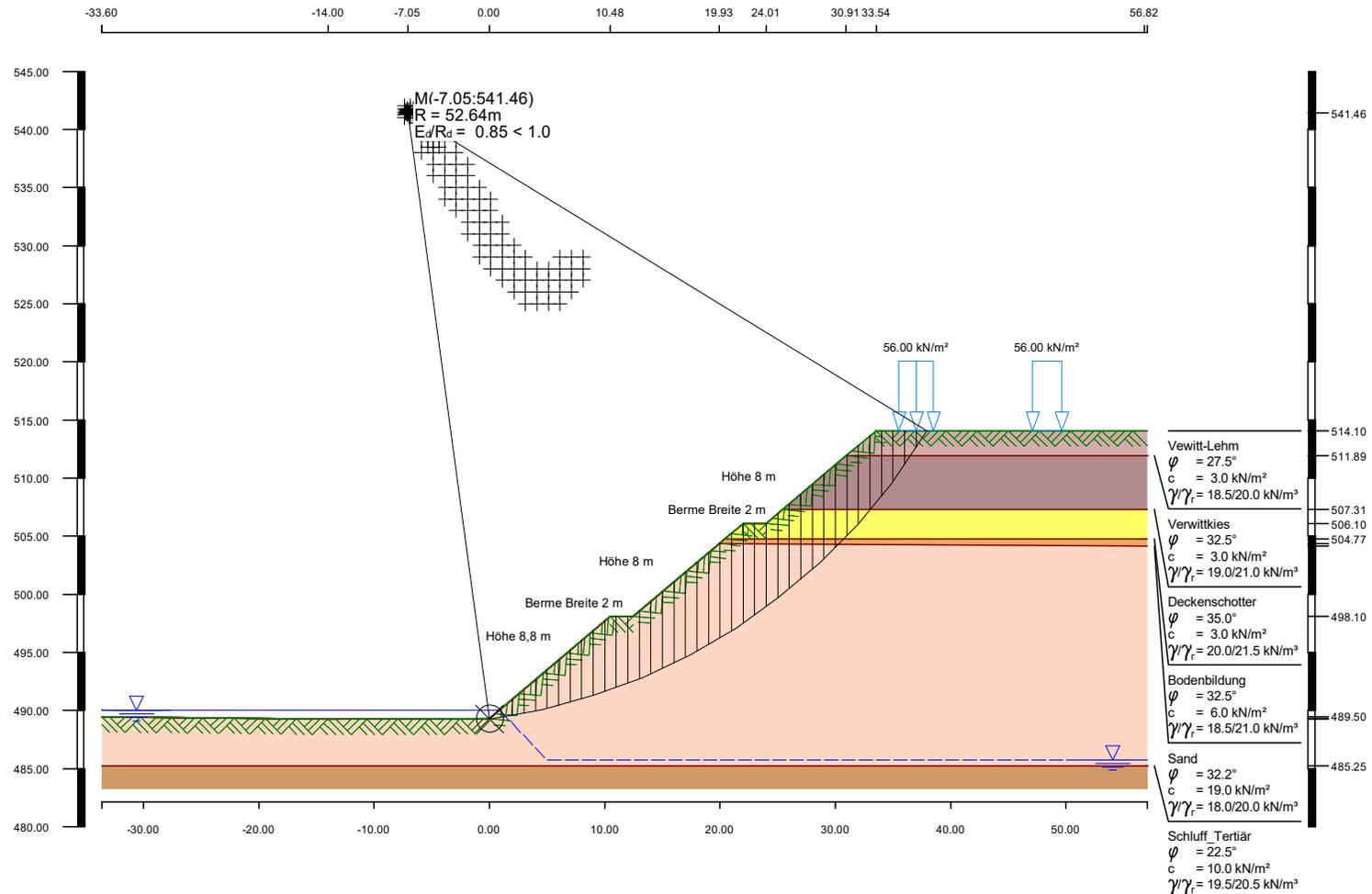
- Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung:
- Digitales Orthophoto; Aufnahmedatum: 11.06.2022
- Digitales Geländemodell DGM 2; Laserscanningbefliegung: 22.11.2017 - 23.11.2017
- Digitale Flurkarte: Aktualität: 26.11.2019 und 14.10.2020

Riwa GmbH:  
Drohnenbefliegung des Abbaus am 13.02.2023  
Luftbild und DGM vom 15.02.2023 (Datei: 230215-Brennborg 02-2023\_2D.dwg)

**Anmerkung:**

- Plan enthält keine Angaben zu Erdleitungen und sonstigen Sparten.
- Koordinatensystem: UTM32
- Höhenreferenzsystem: DHHN2016 (Meter über Normalhöhennull 2016): m ü. NHN

PROJEKT	DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg		PROJEKTNUMMER	2020-09-003		
	AUFTRAG: Standsicherheitsnachweis Deponiewanne (UK Technische Ersatzmassnahme)					
PLANBEZEICHNUNG	Lageplan der Deponiewanne mit Darstellung der geologischen Verhältnisse			MAßSTAB	1: 1.000	
				ANLAGE	1.1	
LAGE	LANDREIS:	Günzburg	GEMEINDE:	Burgau	GEMARKUNG:	Burgau
				FLURSTÜCK-NR.:	Siehe Fachanlagenteil 1.2	
AUFTRAGGEBER / AUFTRAGNEHMER	 Geo + Plan Geotechnik GmbH Max-Planck-Straße 13 86825 Bad Wörishofen Tel.: 08247/998-737-0 Fax: 08247/998-737-9 Mobilteil.: 0171/50 10 510 e-mail: a.veigel@geo-planung.de		 Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH Lauinger Str. 75 89344 Aislingen Tel.: 09075 95 72 0 Fax: 09075 95 72 23			



**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg  
Fachanlagenteil 10.4.1: Standsicherheitsnachweise Deponiewanne

**Projektnr.:** 2020-09-003

**Bemerk.:** Profil A-A'm östl. Böschung, Berechn. nach Eurocode 7 Transient (vorübergehende Situation), H: 24,8 m, Obere Sande d Unt. fluv. Serie auflagernd. donauzeitl. Kiese, berücksichtigt Versickerung (blaue Linie), hier: Abbausohle, da Abbausohle 1,1 , tiefer als Deponiewanne

**Maßstab :** 1: 600

**Bearbeit.:** 30.05.2023

**Geo + Plan Geotechnik GmbH**

Max-Planck-Strasse 13

86825 Bad Wörishofen

Tel.: 08247/998-737-0

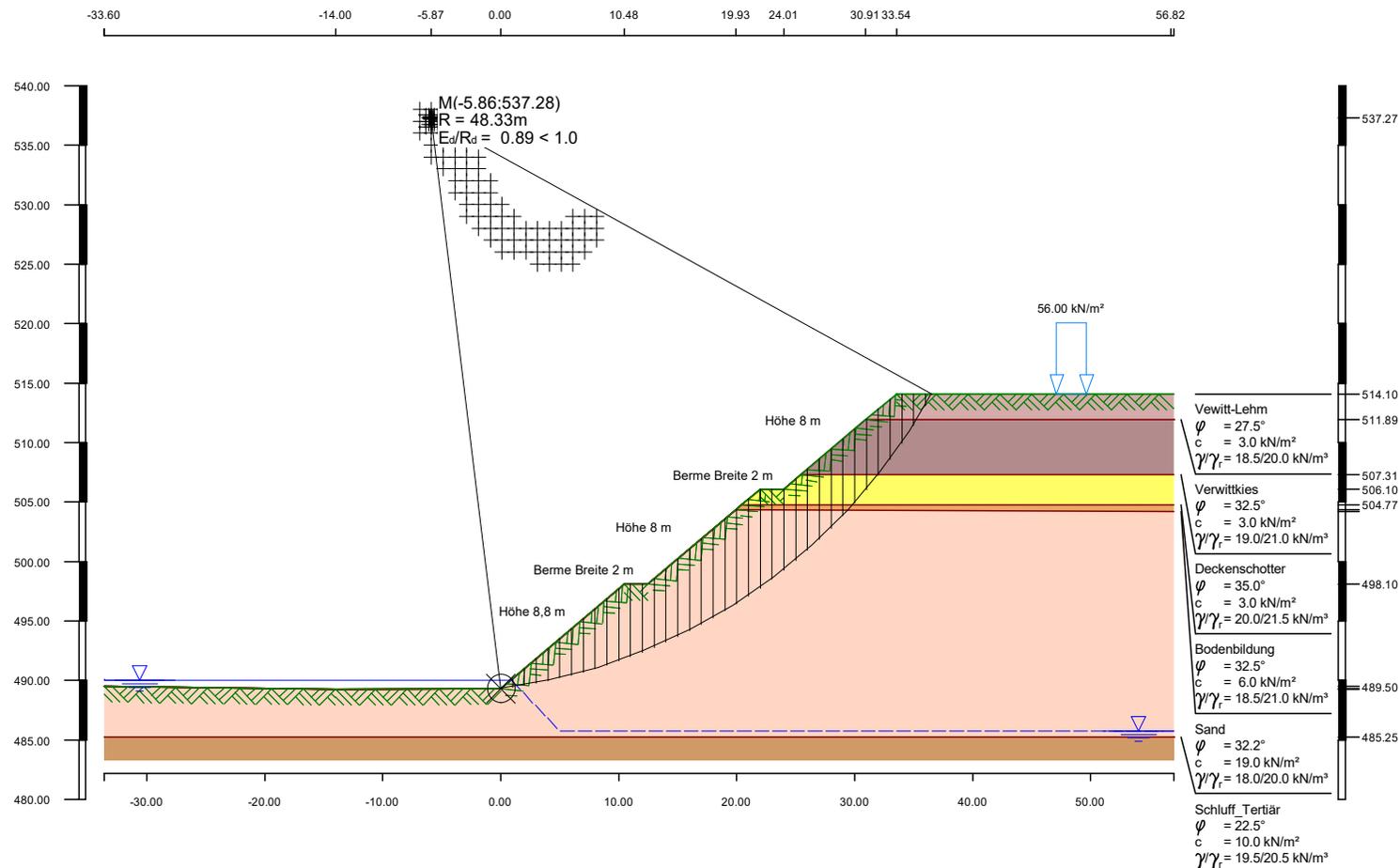
Fax: 08247/998-737-9

E-Mail: a.veigel@geo-planung.de

Programm DC-Böschung/Win Version 8.42

Geo + Plan

**Anlage: 2.1**



**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg  
Fachanlagenteil 10.4.1: Standsicherheitsnachweise Deponiewanne

**Projektnr.:** 2020-09-003

**Bemerk.:** Profil A-A'm östl. Böschung, Berechn. nach Eurocode 7 Transient (permanente Situation), H: 24,8 m, Obere Sande d Unt. fluv. Serie auflagernd. donaeiszeitl. Kiese, berücksichtigt Versickerung (blaue Linie), hier: Abbausohle, da Abbausohle 1,1 m tiefer als Deponiewanne

**Maßstab :** 1: 600

**Bearbeit.:** 30.05.2023

**Geo + Plan Geotechnik GmbH**

Max-Planck-Strasse 13

86825 Bad Wörishofen

Tel.: 08247/998-737-0

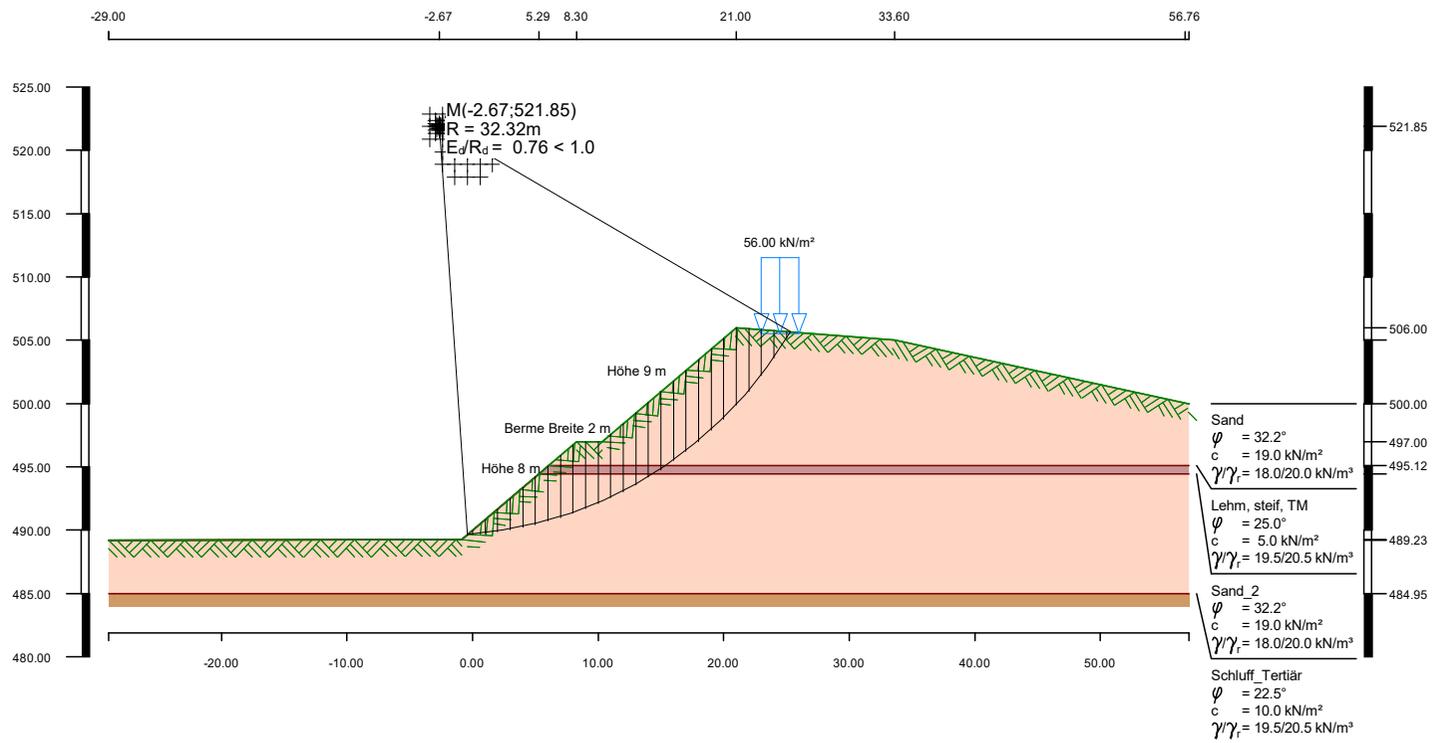
Fax: 08247/998-737-9

E-Mail: a.veigel@geo-planung.de

Programm DC-Böschung/Win Version 8.42

Geo + Plan

**Anlage: 2.2**



**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg  
 Fachanlagenteil 10.4.1: Standsicherheitsnachweise Deponiewanne

**Projektnr.:** 2020-09-003

**Bemerk.:** Profil B-B' im westlichen Bereich der südlichen Deponiewannenböschung, Berechnung nach Eurocode 7 Transient (vorübergehende Situation)  
 Obere Sande der Unteren fluviatilen Serie ohne auflagernde donauzeitliche Kiese, Höhe 17 m (Abbausohle 16 m unter Gok)

**Maßstab :** 1: 600

**Bearbeit.:** 30.05.2023

**Geo + Plan Geotechnik GmbH**

Max-Planck-Strasse 13

86825 Bad Wörishofen

Tel.: 08247/998-737-0

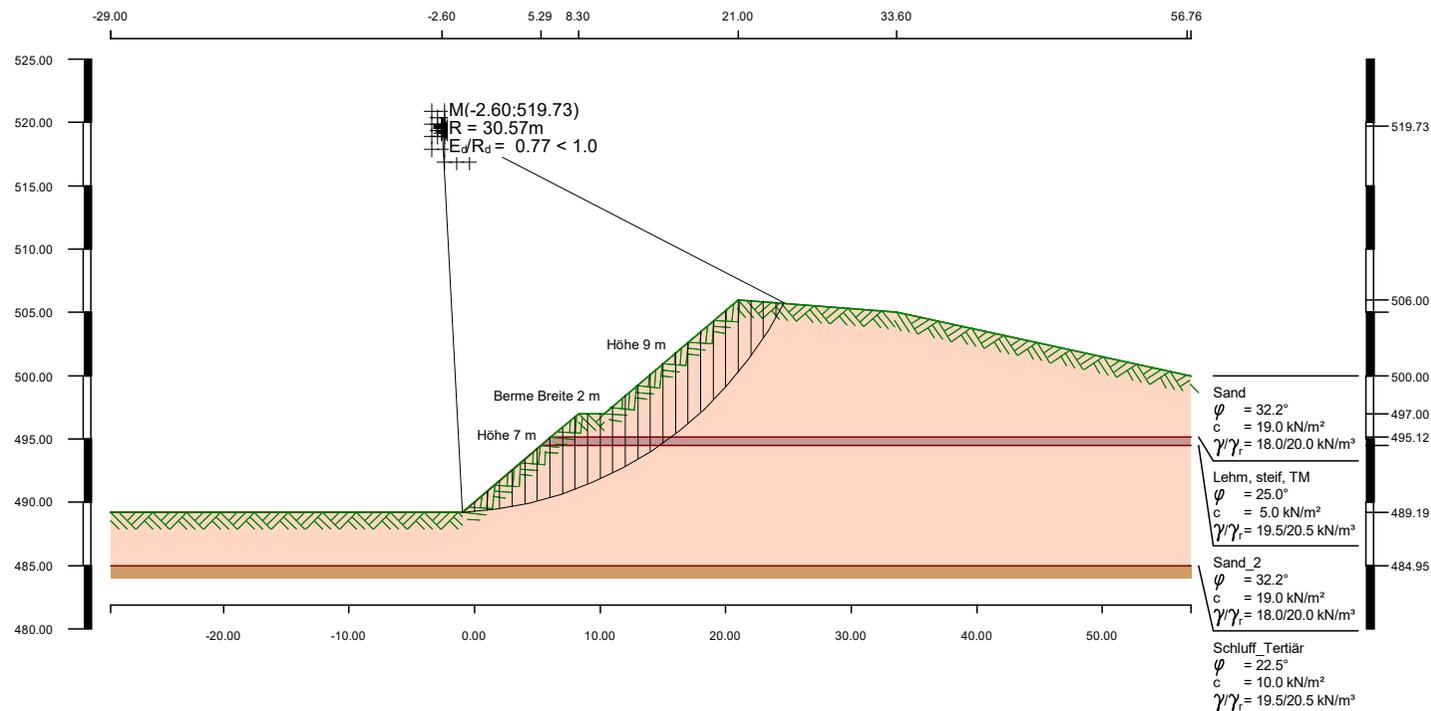
Fax: 08247/998-737-9

E-Mail: a.veigel@geo-planung.de

Programm DC-Böschung/Win Version 8.42



**Anlage: 2.3**



**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg  
 Fachanlagenteil 10.4.1: Standsicherheitsnachweise Deponiewanne

**Projektnr.:** 2020-09-003

**Bemerk.:** Profil B-B' im westlichen Bereich der südlichen Abbauböschung, Berechnung nach Eurocode 7 Permanent (langfristiger Zustand)  
 Obere Sande der Unteren fluviatilen Serie ohne auflagernde donauzeitliche Kiese, Höhe 17 m (Abbausohle 16 m unter Gok)

**Maßstab :** 1: 600

**Bearbeit.:** 30.05.2023

**Geo + Plan Geotechnik GmbH**

Max-Planck-Strasse 13

86825 Bad Wörishofen

Tel.: 08247/998-737-0

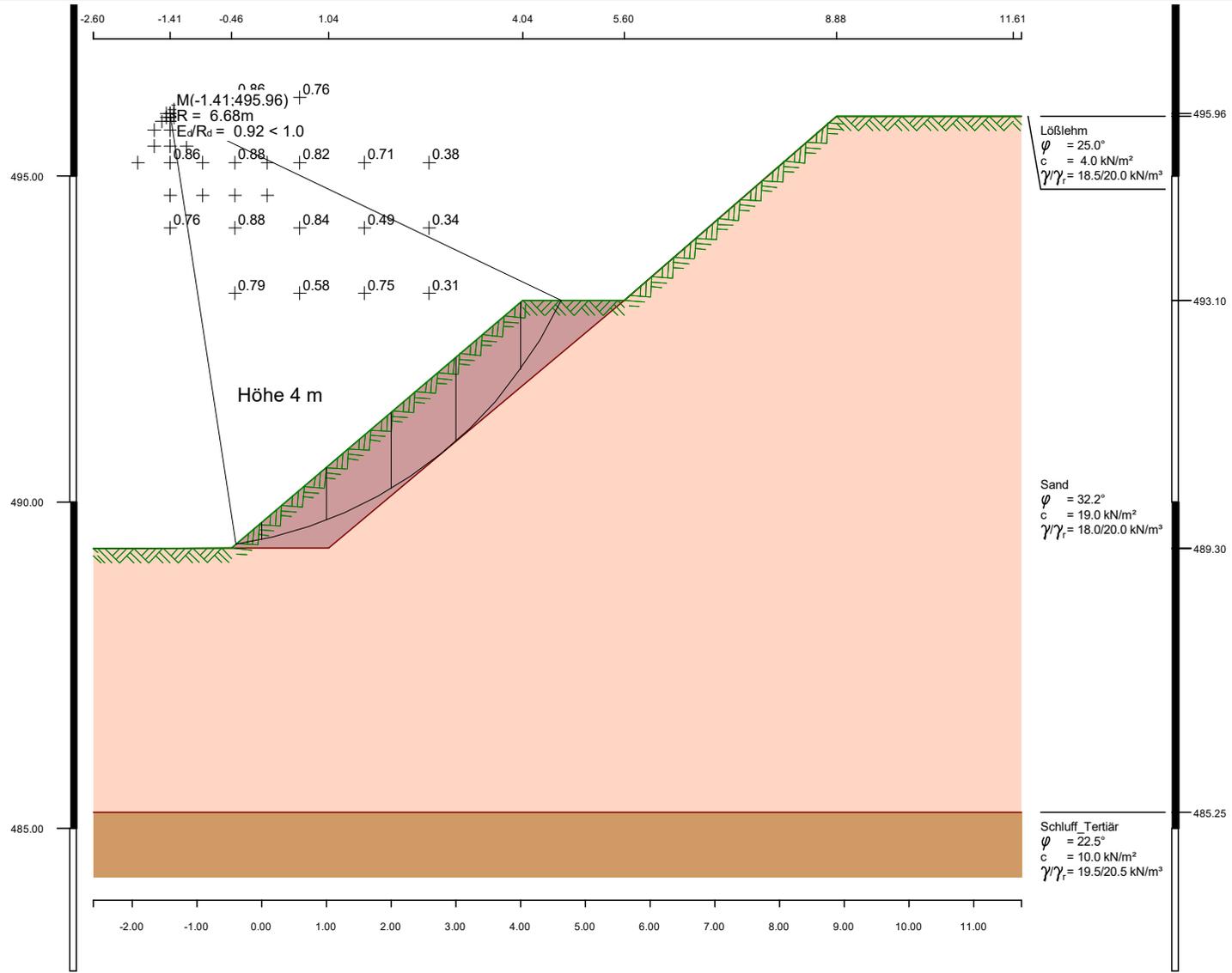
Fax: 08247/998-737-9

E-Mail: a.veigel@geo-planung.de

Programm DC-Böschung/Win Version 8.42

Geo + Plan

**Anlage: 2.4**



**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg  
 Fachanlagenteil 10.4.1: Standsicherheitsnachweise Deponiewanne

**Projektnr.:** 2020-09-003

**Bemerk.:** Technische Ersatzmaßnahme mit mineralischer Dichtung  
 Berechn. nach Eurocode 7 Transient (vorübergehende Situation), Höhe 4 m über Obere Sande der unteren fluviatilen Serie

**Maßstab :** 1: 100

**Bearbeit.:** 30.05.2023

**Geo + Plan Geotechnik GmbH**

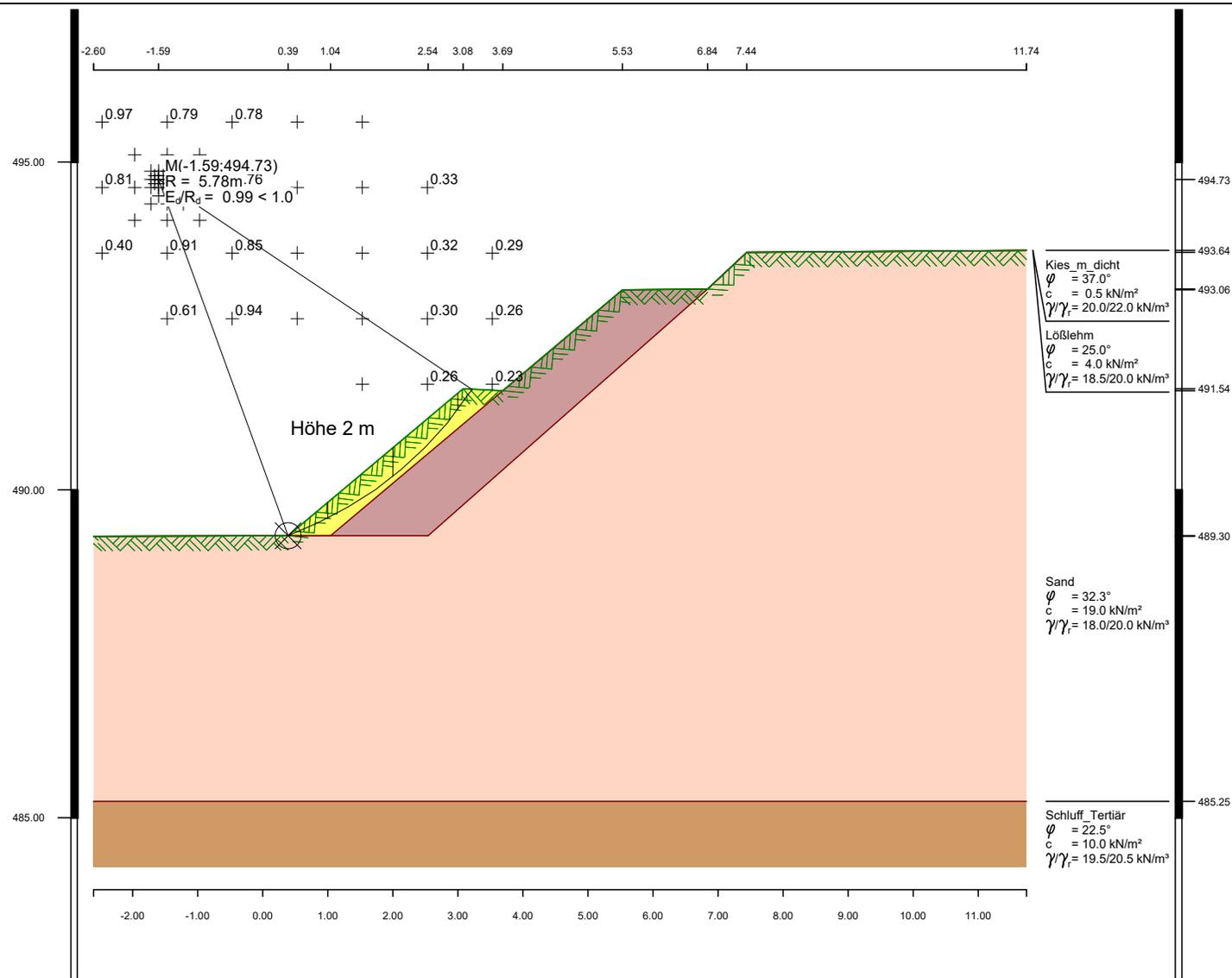
Max-Planck-Strasse 13  
 86825 Bad Wörishofen  
 Tel.: 08247/998-737-0  
 Fax: 08247/998-737-9

E-Mail: a.veigel@geo-planung.de

Programm DC-Böschung/Win Version 8.42



**Anlage: 2.5**



**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg  
 Fachanlagenteil 10.4.1: Standsicherheitsnachweise Deponiewanne

**Projektnr.:** 2020-09-003

**Bemerk.:** Entwässerungsschicht über technischer Ersatzmassnahme und mineralischer Dichtung  
 Berechnung nach Eurocode 7 Transient (vorübergehende Situation)

**Maßstab :** 1: 100

**Bearbeit.:** 30.05.2023

**Geo + Plan Geotechnik GmbH**

Max-Planck-Strasse 13

86825 Bad Wörishofen

Tel.: 08247/998-737-0

Fax: 08247/998-737-9

E-Mail: a.veigel@geo-planung.de

Programm DC-Böschung/Win Version 8.42

Geo + Plan

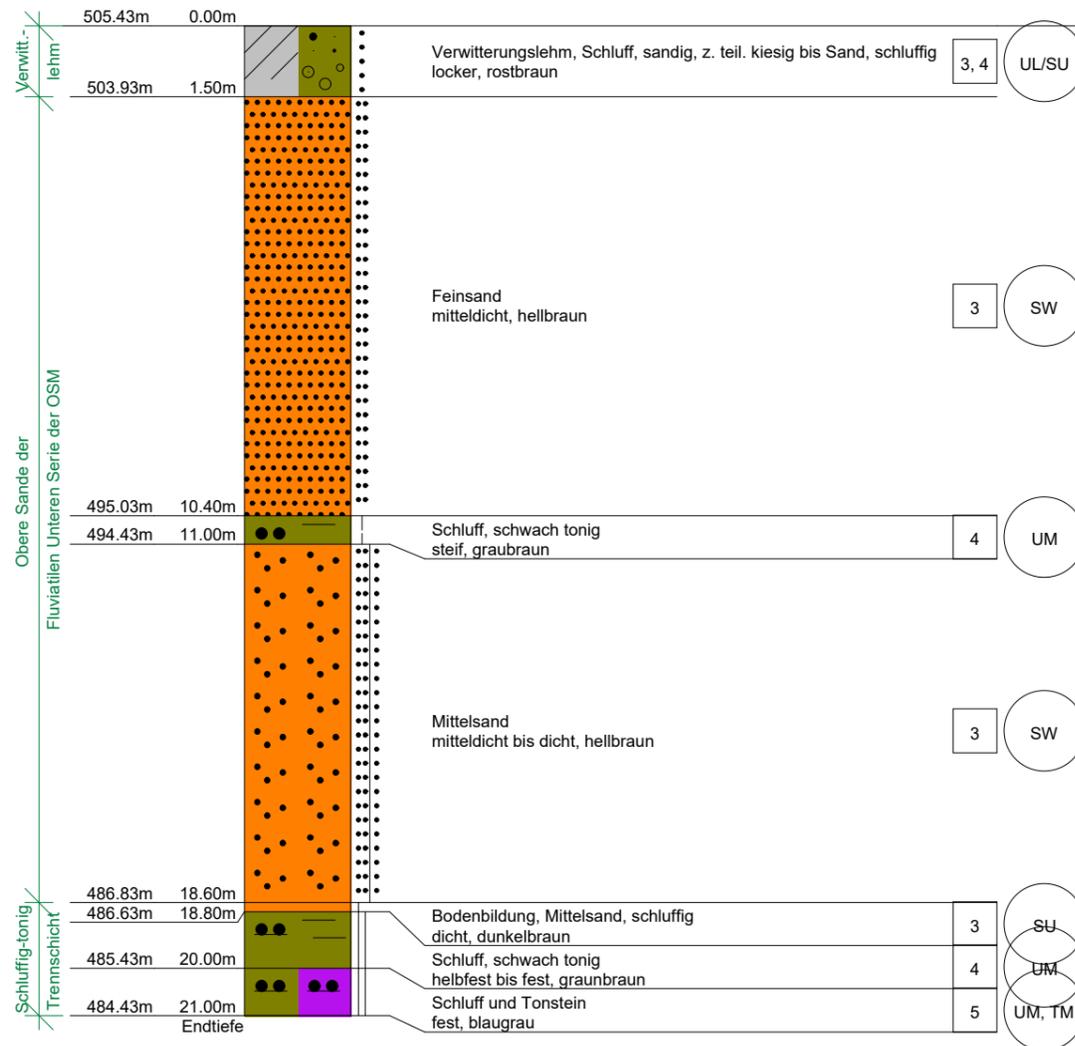
Anlage: 2.6

Projekt: DKI- Boden- und Bauschutt Deponie Brennborg  
 Projektnr.: 2020-09-003  
 Anlage: 3.1  
 Maßstab: 1: 150 / 1: 25

Geo + Plan Geotechnik GmbH  
 Max-Planckstraße. 13  
 86825 Bad Wörishofen  
 Tel.: 08247/ 998 737-0

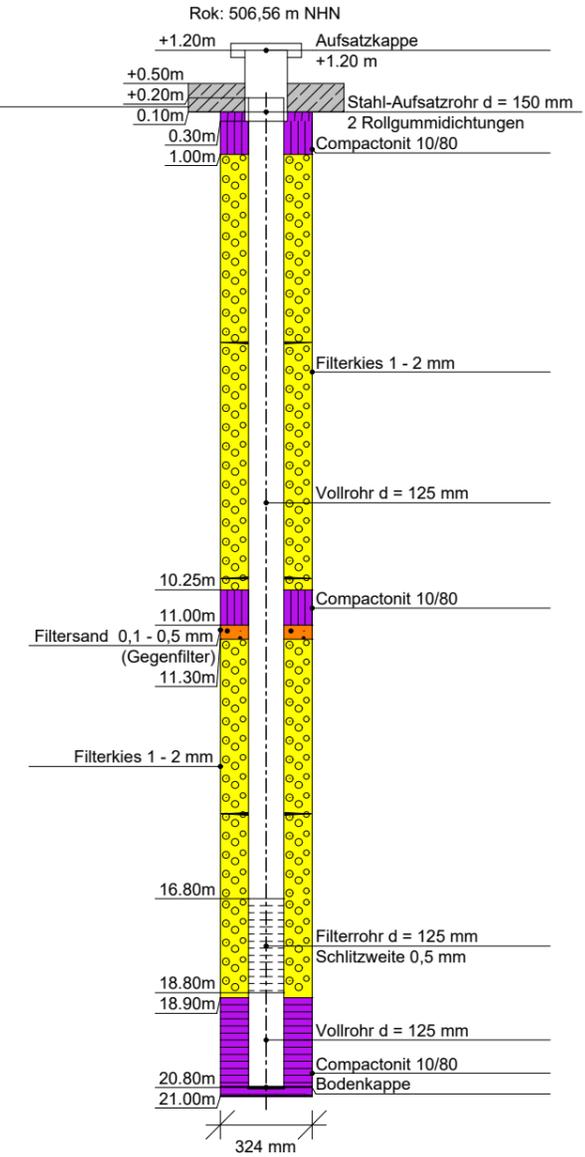


### GWM 9/ 21 Ansatzpunkt: 505.43 m



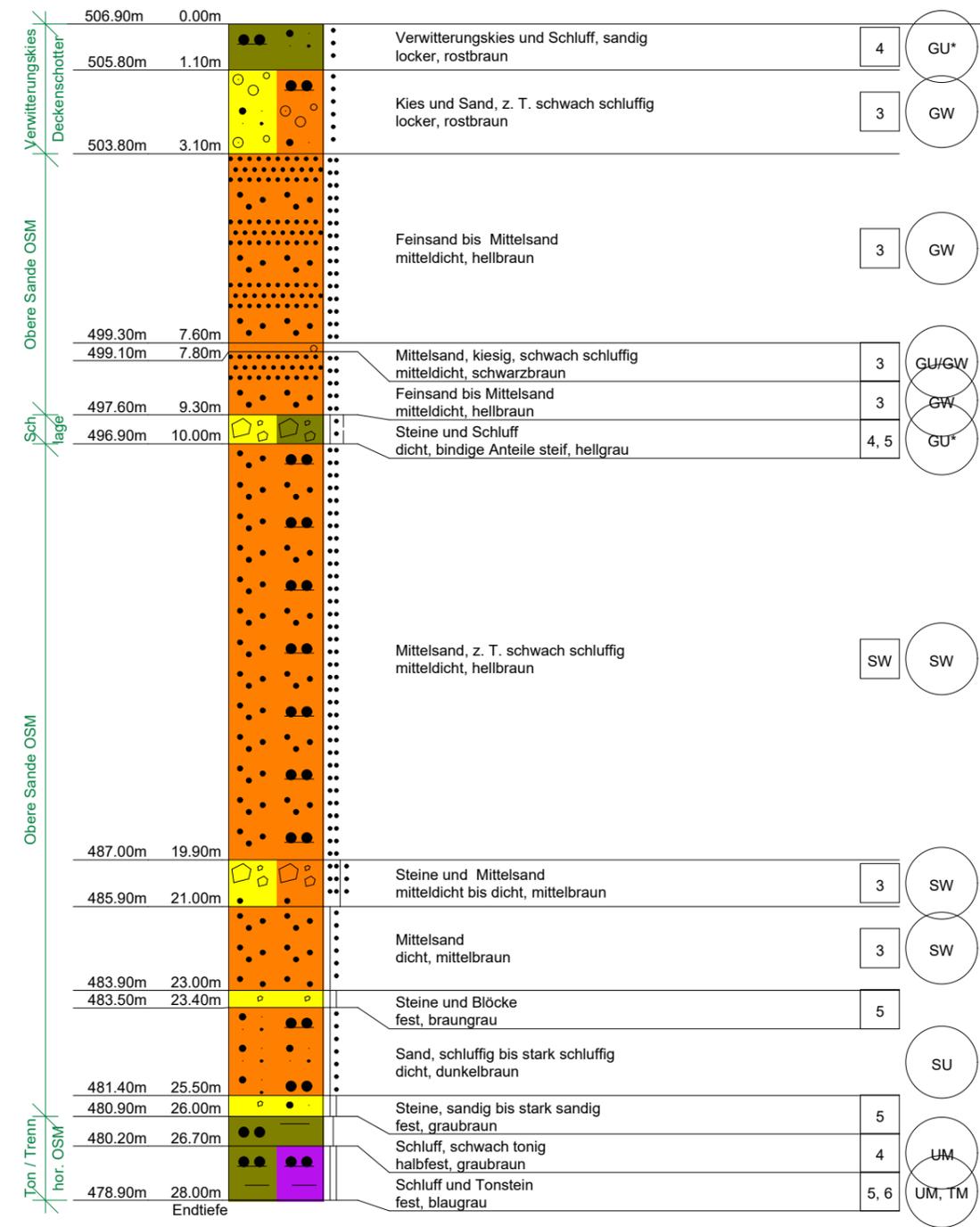
0.GW ▼ 18.30m (08.01.2023)  
 0.GW ▼ 18.36m (12.01.2022)

### Messstellenausbau



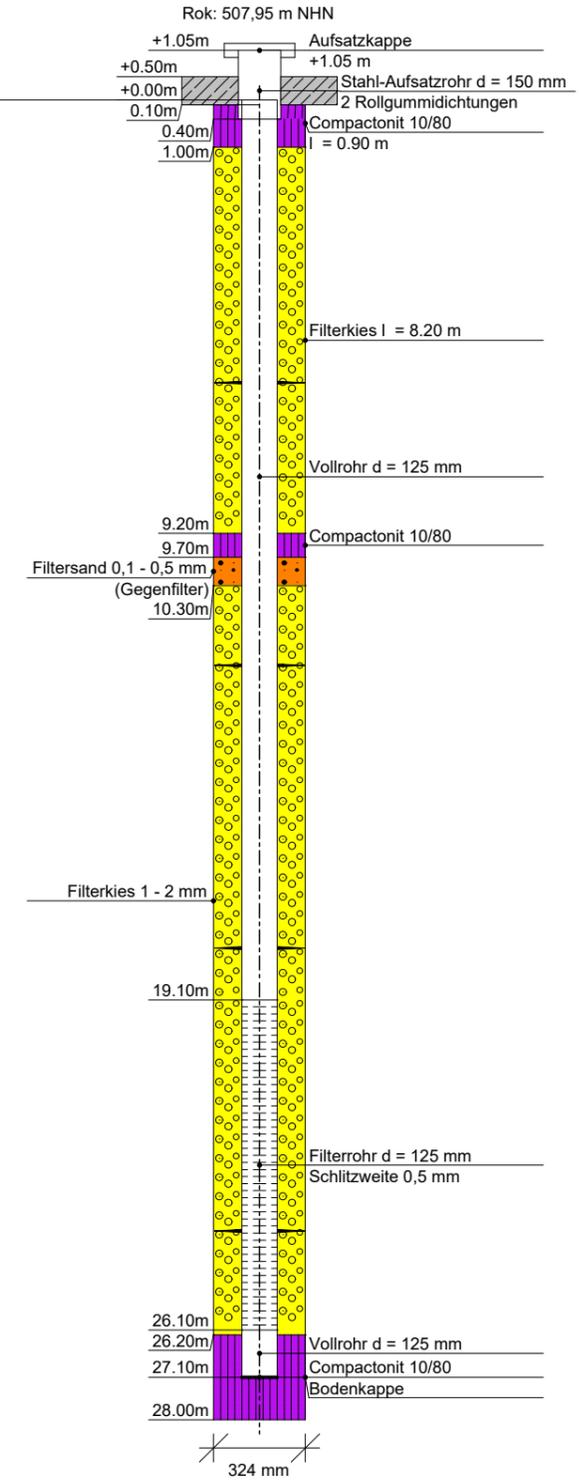
### GWM 10/ 22

Ansatzpunkt: 506.90 m



0.GW ▽ 19.32m (12.01.2022)  
 0.GW ▽ 20.70m (11.01.2022) 11:00h

### Messstellenausbau





**Projekt:** DKI- Boden- und  
 Bauschuttdeponie Brennberg  
 Standsicherheitsnachweis  
 Deponiewanne  
**Auftrag-  
 geber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft  
 mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.1.1

Dr.-Ing. Johann Spotka GmbH · Finkenweg 4 · 92353 Postbauer-Heng

Geo + Plan Geotechnik GmbH  
 Max-Planck-Straße 13  
 86825 Bad Wörishofen

**Dr.-Ing. Johann Spotka GmbH**  
 Finkenweg 4  
 D-92353 Postbauer-Heng

T: +49 9188 9400-0  
 F: +49 9188 9400-40  
 M: info@spotka.de  
 W: www.spotka.de

Anerkennungen nach RAP Stra 15										
	A	BB	BE	C	D	E	G	H	I	K
0										
1	A1								11	
2										
3	A3								13	
4										

# PRÜFBERICHT

Nr. 230344

10.05.2023

Projekt	
Projektnummer:	I2023-137
Projektbezeichnung:	Brennberg, Kies- und Sandabbau
Auftrag	
Auftraggeber:	Geo + Plan Geotechnik GmbH Max-Planck-Straße 13 86825 Bad Wörishofen
Auftragsdatum:	20.04.2023
Zeichen des Auftraggebers	-
Ausführung	
Probeneingangsdatum:	21.04.2023
Prüfzeitraum:	von: 21.04.2023 bis: 10.05.2023
Probenahmedatum:	20.04.2023
Probenahmeort:	Brennberg
Probenehmer:	durch AG
Probenanzahl/-nummern:	2   7632, 7633
Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 1a1 und Bösch-GEO 2a1
Bodenart (visuell):	Feinsand
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost
Entnahmetiefe:	-
Prüfung	
Prüfmethode:	DIN EN ISO 17892-4 - - Ausgabe: 2017-04
	Korngrößenverteilung, Siebung
Ergebnisse	
Prüfprotokolle:	2
Anforderungen:	
Prüfergebnisse:	

Ingenieurbüro Dr.- Ing. J. Spotka GmbH, Postbauer-Heng, den 10.05.2023



Markus Lehner, M.Sc. Geow.  
 (Prüflaborleiter)



Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde genannten Prüfverfahren.  
 Der Prüfbericht Nr.: 230344 besteht aus 1 Deckblatt und 2 weiteren Seite(n)  
 Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
 Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

Projekt: Brennberg, Kies- und Sandabbau

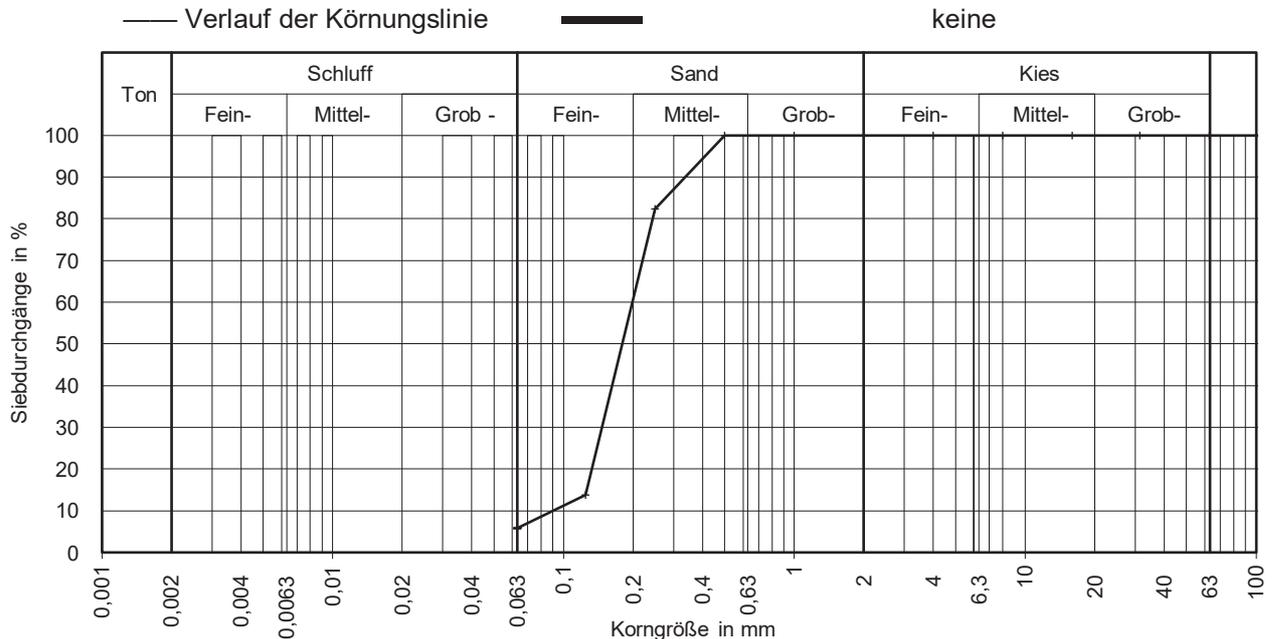
Probennummer: 7632

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.1.2

Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 1a1
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost
Entnahmetiefe:	-
Probeneingangsdatum:	21.04.2023
Bodenart (visuelle Ansprache):	Feinsand
Farbe:	gelbbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	SU/ST
Kornform der groben Körner:	gerundet

Korngröße >	Siebdurchgänge	Korngruppe	Massenanteil
mm	%	mm	%
		Disp.	1
	100,0		
	100,0		0,0
	100,0		0,0
	100,0		0,0
125	100,0	125/	0,0
63	100,0	63/125	0,0
31,5	100,0	31,5/63	0,0
16,0	100,0	16/31,5	0,0
8,0	100,0	8/16	0,0
4,0	100,0	4/8	0,0
2,0	100,0	2/4	0,0
1,0	100,0	1/2	0,0
0,5	99,9	0,5/1	0,1
0,250	82,4	0,25/0,5	17,5
0,125	13,8	0,125/0,25	68,6
0,063	5,8	0,063/0,125	8,0

Schlammkornanteil	< 0,063 mm	<b>5,79</b>	%
Tonanteil	< 0,002 mm	nicht bestimmbar	%
Ungleichförmigkeitszahl	C <sub>u</sub> (früher U)	2,2	
Krümmungszahl	C <sub>c</sub>	1,2	
Kornkennzahl		<b>0 1 9 0 0</b>	
Bodenart nach Korngrößenverteilung			
<b>Sand, schwach schluffig,</b>			
Bodenart nach DIN EN ISO 14688			
Arbeitsweise / Versuchsverfahren			
<b>Naß- und Trockensiebung</b>			
Hauptgruppe nach DIN 18196		<b>gemischtkörniger Boden</b>	
Gruppensymbol nach DIN 18196		<b>SU/ST</b>	
Frostsicherheitsklasse nach ZTVE		F1, nicht frostempfindlich	
Größtk. 2	Schluff 6 %	Bemerkungen:	
d <sub>10</sub> = 0,090	Sand 94 %		
d <sub>60</sub> = 0,199	Kies 0 %		
d <sub>30</sub> = 0,147	Steine 0 %		
ρ <sub>s</sub> = n. v.			



Die untersuchte Probenmasse betrug: 504 g

Projekt: Brennberg, Kies- und Sandabbau

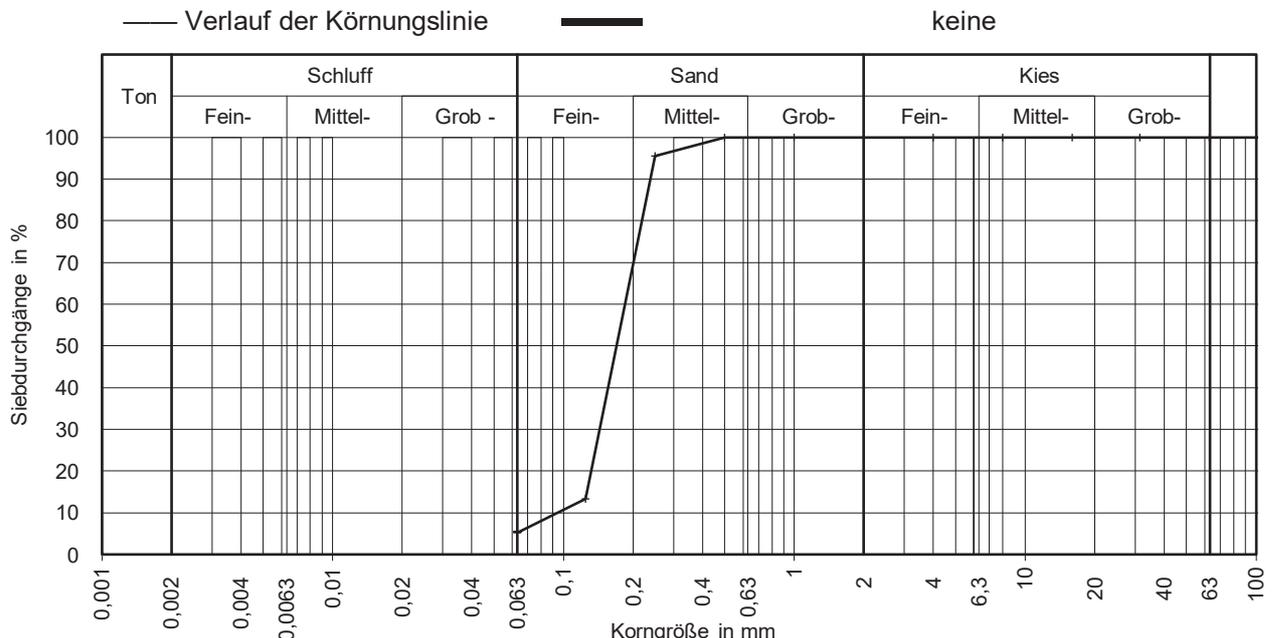
Probennummer: 7633

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr.:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.1.3

Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 2a1
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost
Entnahmetiefe:	-
Probeneingangsdatum:	21.04.2023
Bodenart (visuelle Ansprache):	Feinsand
Farbe:	gelbbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	SU/ST
Kornform der groben Körner:	gerundet

Korngröße >	Siebdurchgänge	Korngruppe	Massenanteil
mm	%	mm	%
		Disp.	1
	100,0		
	100,0		0,0
	100,0		0,0
	100,0		0,0
125	100,0	125/	0,0
63	100,0	63/125	0,0
31,5	100,0	31,5/63	0,0
16,0	100,0	16/31,5	0,0
8,0	100,0	8/16	0,0
4,0	100,0	4/8	0,0
2,0	100,0	2/4	0,0
1,0	100,0	1/2	0,0
0,5	99,9	0,5/1	0,0
0,250	95,5	0,25/0,5	4,4
0,125	13,3	0,125/0,25	82,3
0,063	5,3	0,063/0,125	8,0

Schlammkornanteil	< 0,063 mm	<b>5,30</b>	%
Tonanteil	< 0,002 mm	nicht bestimmbar	%
Ungleichförmigkeitszahl	C <sub>u</sub> (früher U)	2,0	
Krümmungszahl	C <sub>c</sub>	1,2	
Kornkennzahl		<b>0 1 9 0 0</b>	
Bodenart nach Korngrößenverteilung			
<b>Sand, schwach schluffig,</b>			
Bodenart nach DIN EN ISO 14688			
Arbeitsweise / Versuchsverfahren			
<b>Naß- und Trockensiebung</b>			
Hauptgruppe nach DIN 18196		<b>gemischtkörniger Boden</b>	
Gruppensymbol nach DIN 18196		<b>SU/ST</b>	
Frostsicherheitsklasse nach ZTVE		F1, nicht frostempfindlich	
Größtk. 3	Schluff 5 %	Bemerkungen:	
d <sub>10</sub> = 0,094	Sand 95 %		
d <sub>60</sub> = 0,185	Kies 0 %		
d <sub>30</sub> = 0,144	Steine 0 %		
ρ <sub>s</sub> =	n. v.		



Die untersuchte Probenmasse betrug: 553 g

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg  
 Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr.:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.2.1

Dr.-Ing. Johann Spotka GmbH · Finkenweg 4 · 92353 Postbauer-Heng

**Geo + Plan Geotechnik GmbH**  
 Max-Planck-Straße 13  
 86825 Bad Wörishofen

**Dr.-Ing. Johann Spotka GmbH**  
 Finkenweg 4  
 D-92353 Postbauer-Heng

T: +49 9188 9400-0  
 F: +49 9188 9400-40  
 M: info@spotka.de  
 W: www.spotka.de

Anerkennungen nach RAP Stra 15										
	A	BB	BE	C	D	E	G	H	I	K
0										
1	A1								11	
2										
3	A3								13	
4										

# PRÜFBERICHT Nr. 230345 10.05.2023

Projekt	
Projektnummer:	I2023-137
Projektbezeichnung:	Brennberg, Kies- und Sandabbau
Auftrag	
Auftraggeber:	Geo + Plan Geotechnik GmbH Max-Planck-Straße 13 86825 Bad Wörishofen
Auftragsdatum:	20.04.2023
Zeichen des Auftraggebers	-
Ausführung	
Probeneingangsdatum:	21.04.2023
Prüfzeitraum:	von: 21.04.2023 bis: 10.05.2023
Probenahmedatum:	20.04.2023
Probenahmeort:	Brennberg
Probenehmer:	durch AG
Probenanzahl/-nummern:	2   7660, 7661
Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 3c1+3d1 und Bösch-GEO 4c1+4d1
Bodenart (visuell):	Feinsand
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost
Entnahmetiefe:	-
Prüfung	
Prüfmethode:	DIN 18127 - P100X <span style="float: right;">Ausgabe: 2012-09</span>
	Proctorversuch, Proctortopf 100 mm, mit Platte
Ergebnisse	
Prüfprotokolle:	2
Anforderungen:	
Prüfergebnisse:	

Ingenieurbüro Dr.- Ing. J. Spotka GmbH, Postbauer-Heng, den 10.05.2023



Markus Lehner, M.Sc. Geow.  
 (Prüflaborleiter)



Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde genannten Prüfverfahren.  
 Der Prüfbericht Nr.: 230345 besteht aus 1 Deckblatt und 2 weiteren Seite(n)  
 Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
 Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

Projekt: Brennberg, Kies- und Sandabbau

Probennummer: 7660

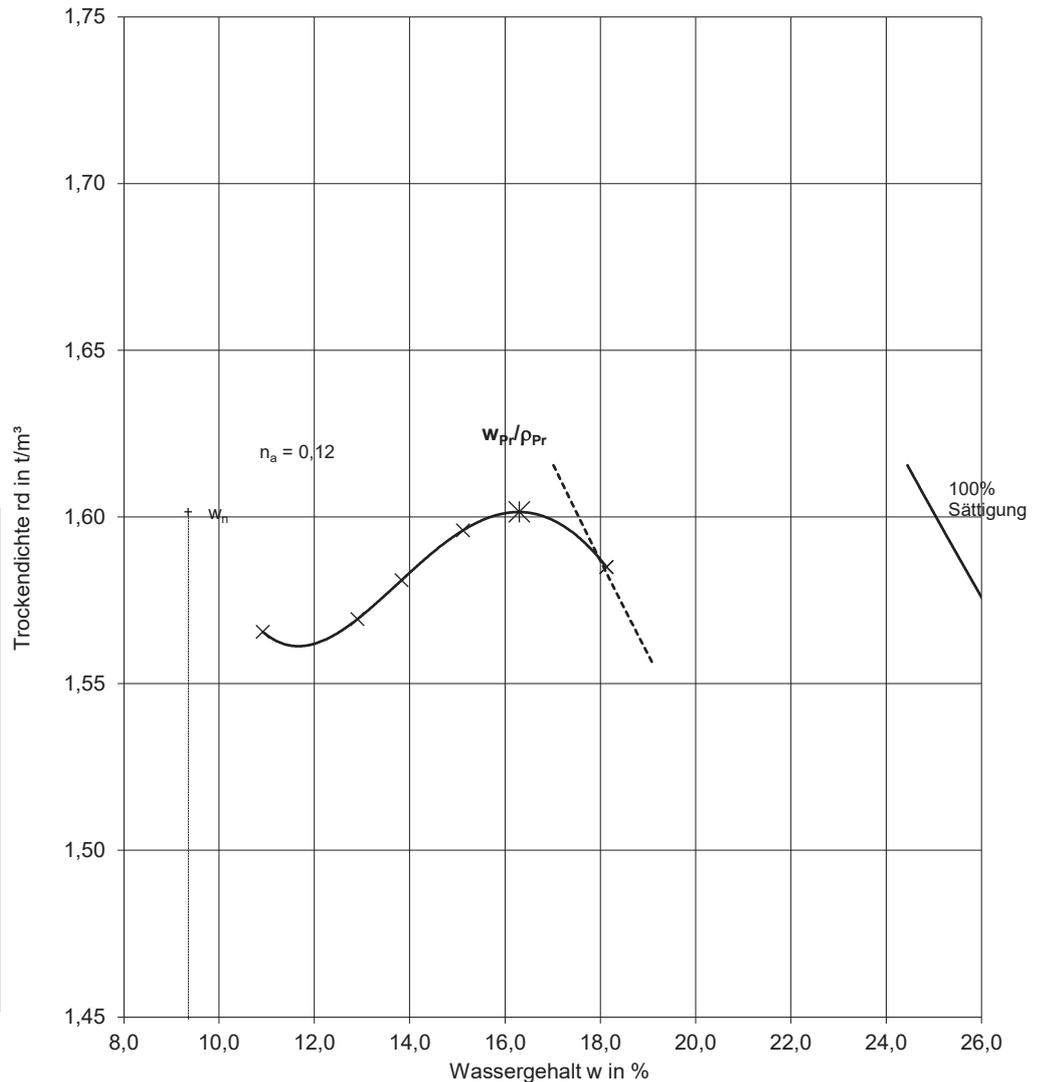
Probendaten	
Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 3c1+3d1
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost
Entnahmetiefe:	-
Bodenart (visuelle Ansprache):	Feinsand
Farbe:	gelbbraun
geologische Bezeichnung:	

natürlicher Wassergehalt	$w_n$	%	9,35
max. Korngröße des Materials		mm	2,0
Korndichte	$\rho_s$	t/m <sup>3</sup>	2,670
Überkornanteil	$\ddot{u}$	%	
Korndichte Überkorn	$\rho_{s\ddot{u}}$	t/m <sup>3</sup>	
Wassergehalt Überkorn	$w_{\ddot{u}}$	%	

Ergebnisse
<p><b>optimaler Wassergehalt</b></p> <p><math>w_{Pr} = 16,3 \%</math></p>
<p><b>Proctordichte</b></p> <p><math>\rho_{Pr} = 1,60 \text{ t/m}^3</math></p>

1,602

Versuchsdaten	
Wassergehalt	Trockendichte
w in %	$\rho_d$ in t/m <sup>3</sup>
10,92	1,566
12,90	1,569
13,83	1,581
15,12	1,596
18,13	1,585
x-Punkte	



**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.2.2

Projekt: Brennberg, Kies- und Sandabbau

Probennummer: 7661

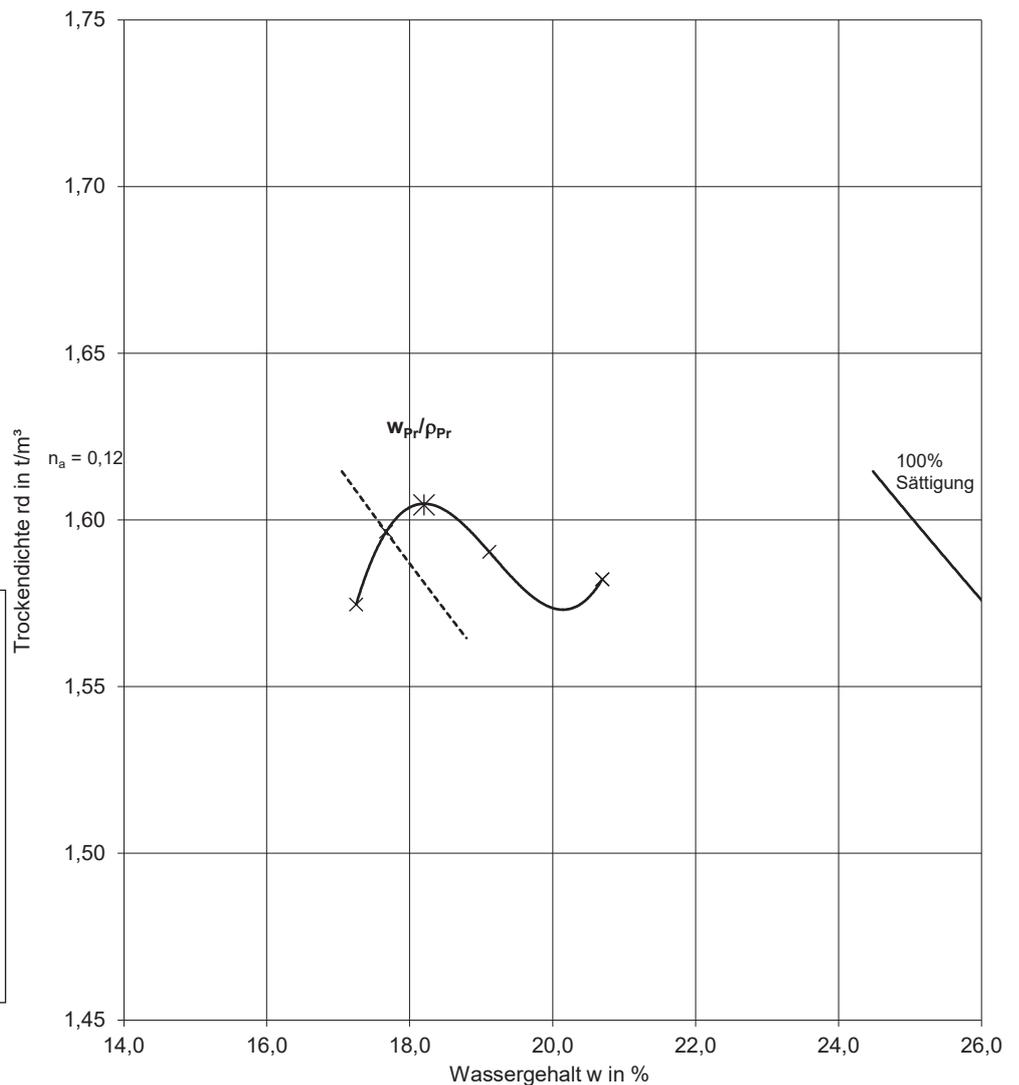
Probendaten	
Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 4c1 u. 4d1
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost
Entnahmetiefe:	-
Bodenart (visuelle Ansprache):	Feinsand
Farbe:	gelbbraun
geologische Bezeichnung:	

natürlicher Wassergehalt	$w_n$	%	8,73
max. Korngröße des Materials		mm	3,5
Korndichte	$\rho_s$	t/m <sup>3</sup>	2,670
Überkornanteil	$\ddot{u}$	%	
Korndichte Überkorn	$\rho_{s\ddot{u}}$	t/m <sup>3</sup>	
Wassergehalt Überkorn	$w_{\ddot{u}}$	%	

Ergebnisse
<p><b>optimaler Wassergehalt</b></p> <p><math>w_{Pr} = 18,2 \%</math></p>
<p><b>Proctordichte</b></p> <p><math>\rho_{Pr} = 1,60 \text{ t/m}^3</math></p>

1,605

Versuchsdaten	
Wassergehalt	Trockendichte
w in %	$\rho_d$ in t/m <sup>3</sup>
17,25	1,575
17,67	1,596
19,11	1,590
20,69	1,582
x-Punkte	



**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.2.3

**Projekt:** DKI- Boden- und  
Bauschuttdeponie Brennborg  
Standortsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftrag-  
geber:** Roßhauptener  
Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.1

Dr.-Ing. Johann Spotka GmbH · Finkenweg 4 · 92353 Postbauer-Heng

Geo + Plan Geotechnik GmbH  
Max-Planck-Straße 13  
86825 Bad Wörishofen

**Dr.-Ing. Johann Spotka GmbH**  
Finkenweg 4  
D-92353 Postbauer-Heng

T: +49 9188 9400-0  
F: +49 9188 9400-40  
M: info@spotka.de  
W: www.spotka.de

Anerkennungen nach RAP Stra 15										
	A	BB	BE	C	D	E	G	H	I	K
0										
1	A1								11	
2										
3	A3								13	
4										

# PRÜFBERICHT

Nr. 230335

05.05.2023

Projekt	
Projektnummer:	I2023-137
Projektbezeichnung:	Brennborg, Kies- und Sandabbau
Auftrag	
Auftraggeber:	Geo + Plan Geotechnik GmbH Max-Planck-Straße 13 86825 Bad Wörishofen
Auftragsdatum:	20.04.2023
Zeichen des Auftraggebers	-
Ausführung	
Probeneingangsdatum:	21.04.2023
Prüfzeitraum:	von: 21.04.2023 bis: 05.05.2023
Probenahmedatum:	20.04.2023
Probenahmeort:	Brennborg
Probenehmer:	durch AG
Probenanzahl/-nummern:	2   7634, 7660
Probenbezeichnung:	Bösch-Geo 1b1 und Bösch-GEO 3c1 + 3d1
Bodenart (visuell):	Feinsand
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost
Entnahmetiefe:	-
Prüfung	
Prüfmethode:	DIN EN ISO 17892-10 - - Ausgabe: 2019-04
	Scherfestigkeit, ebener Scherversuch
Ergebnisse	
Prüfprotokolle:	2
Anforderungen:	
Prüfergebnisse:	

Ingenieurbüro Dr.- Ing. J. Spotka GmbH, Postbauer-Heng, den 05.05.2023



Markus Lehner, M.Sc. Geow.  
(Prüflaborleiter)



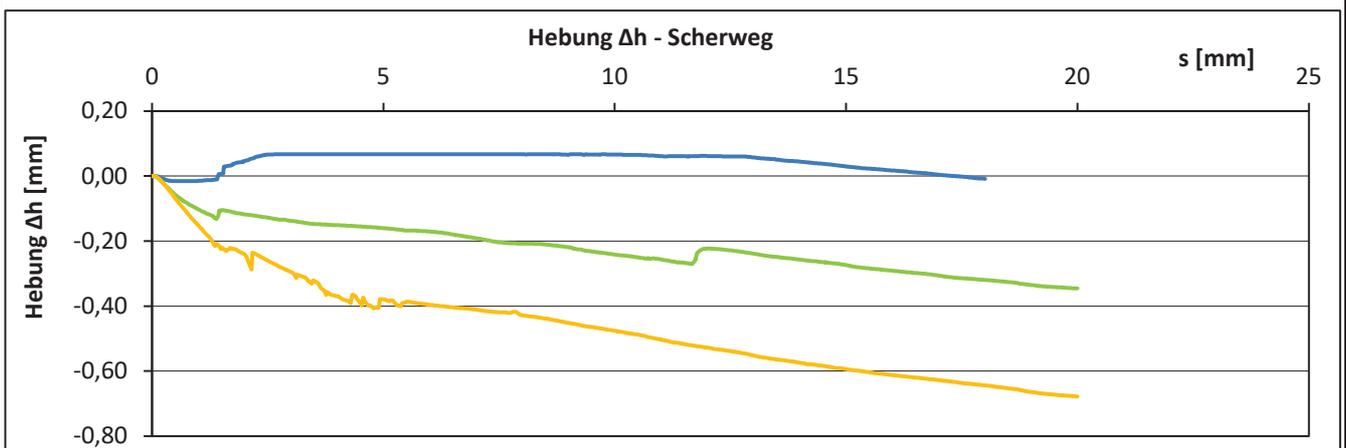
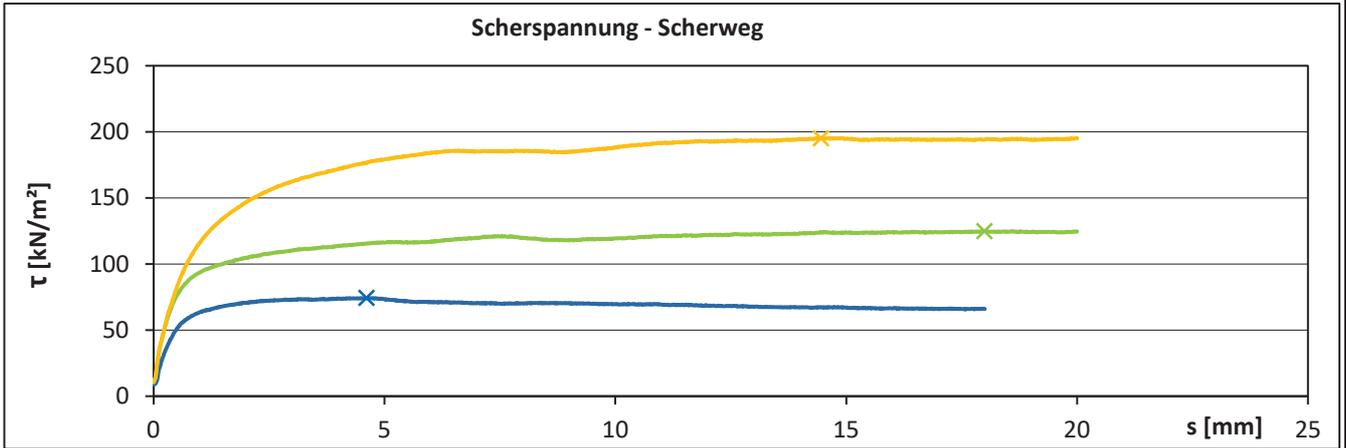
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde genannten Prüfverfahren.  
Der Prüfbericht Nr.: 230335 besteht aus 1 Deckblatt und 4 weiteren Seite(n)  
Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennbrenberg Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr.:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.2.1

Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 1b1	Projekt:	Brennbrenberg, Kies- und Sandabbau
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost		
Entnahmetiefe:	-	Probennummer:	7634
Bodenart (visuell):	Feinsand	Prüfzeitraum:	25.04.2023 - 02.05.2023
Farbe:	gelbbraun	Prüfer:	Hr. Helmberger
Bodengruppe (DIN 18196)	-		
geolog. Bezeichnung	-	Bemerkungen:	Scherspalt 1,0 mm

Probenhöhe h0 [mm]	20
Probenfläche [cm²]	70

Daten Einbau	Teilversuch				
	1	2	3	4	5
Feuchtdichte [g/cm³]	1,534	1,530	1,534		
Trockendichte [g/cm³]	1,432	1,375	1,382		
Wassergehalt [M.-%]	7,1	11,2	10,9		



Versuch	$\sigma$ [kN/m²]	$\tau$ [kN/m²]	Scherweg $s$ [mm]	Hebung $\Delta h$ [mm]	Schergeschw. [mm/min]
1 X	100	74,24	4,608	0,067	0,040
2 X	200	124,79	17,991	-0,320	0,040
3 X	300	195,00	14,454	-0,583	0,040
4 X					
5 X					

**Projekt:** DKI- Boden- und  
 Bauschuttdeponie  
 Brennborg  
 Standsicherheitsnachweis  
 Deponiewanne  
**Auftrag-  
 geber:** Roßhauptener  
 Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.2.2

Seite: 3

## Rahmenscherversuch

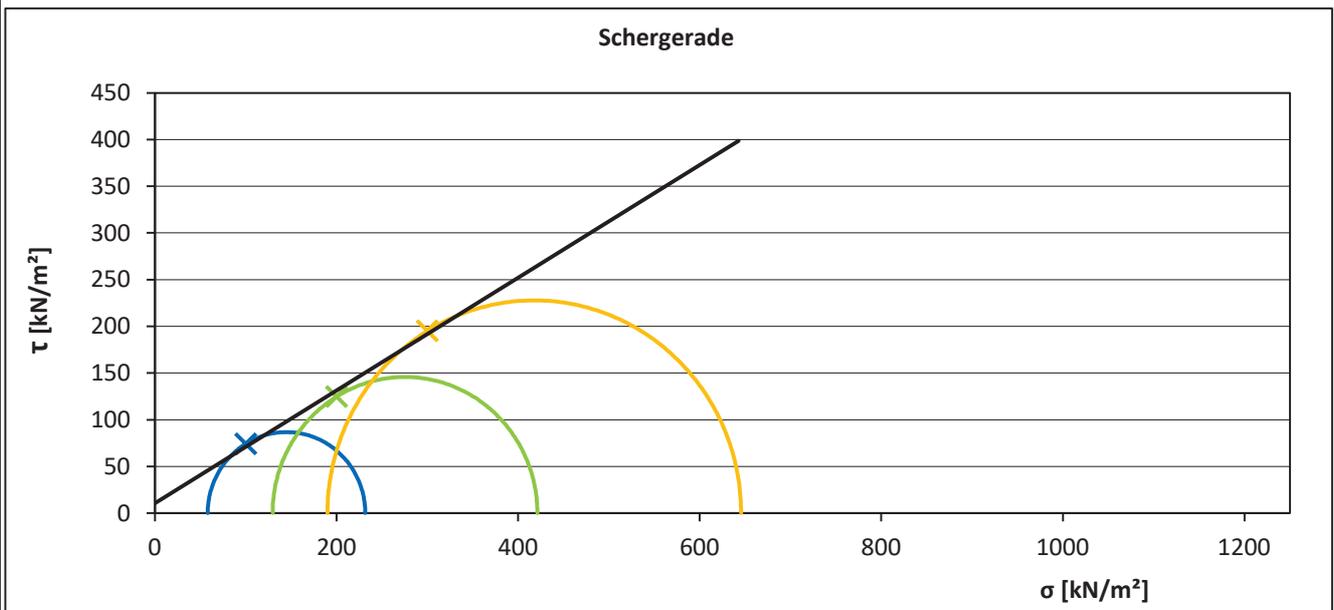
nach DIN EN ISO 17892-10

PB-Nr.: 230335  
PN.: I2023-137

Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 1b1	Projekt:	Brennborg, Kies- und Sandabbau
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nord		
Entnahmetiefe:	-	Probennummer:	7634
Bodenart (visuell):	Feinsand	Prüfzeitraum:	25.04.2023 - 02.05.2023
Farbe:	gelbbraun	Prüfer:	Hr. Helmberger
Bodengruppe (DIN 18196)	-		
geolog. Bezeichnung	-	Bemerkungen:	Scherspalt 1,0 mm

Probenhöhe h0 [mm]	20
Probenfläche [cm²]	70

Daten Ausbau	Teilversuch				
	1	2	3	4	5
Feuchtdichte [g/cm³]	1,512	1,561	1,566		
Trockendichte [g/cm³]	1,411	1,404	1,411		
Wassergehalt [M.-%]	7,1	11,2	10,9		



Schergerade:  $\tau = 0,6038 \cdot \sigma + 10,58$

<b>Reibungswinkel [°]</b>	<b>31,12</b>
<b>Kohäsion [kN/m²]</b>	<b>10,58</b>
<b>Korrelation</b>	<b>0,9956</b>

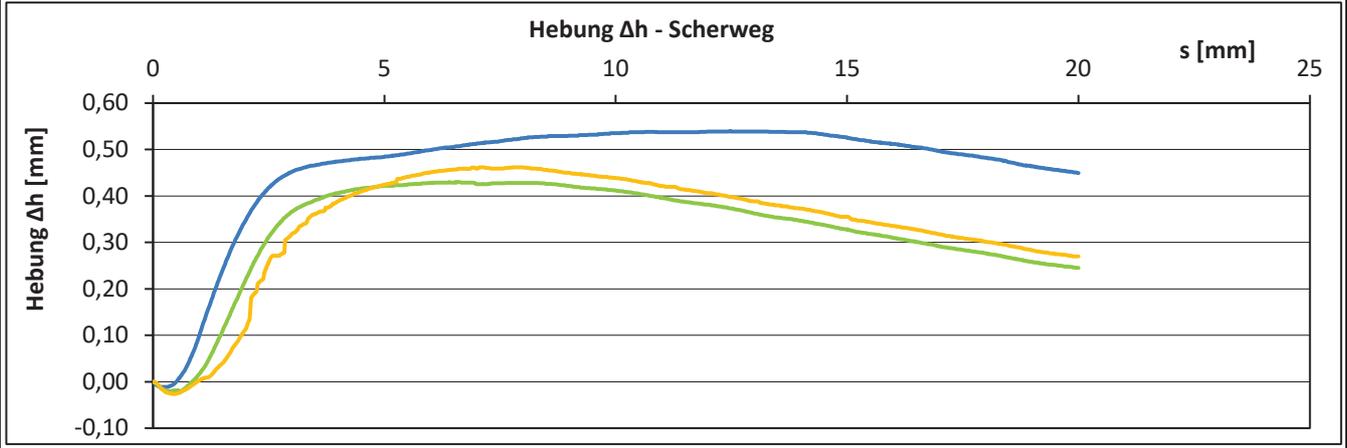
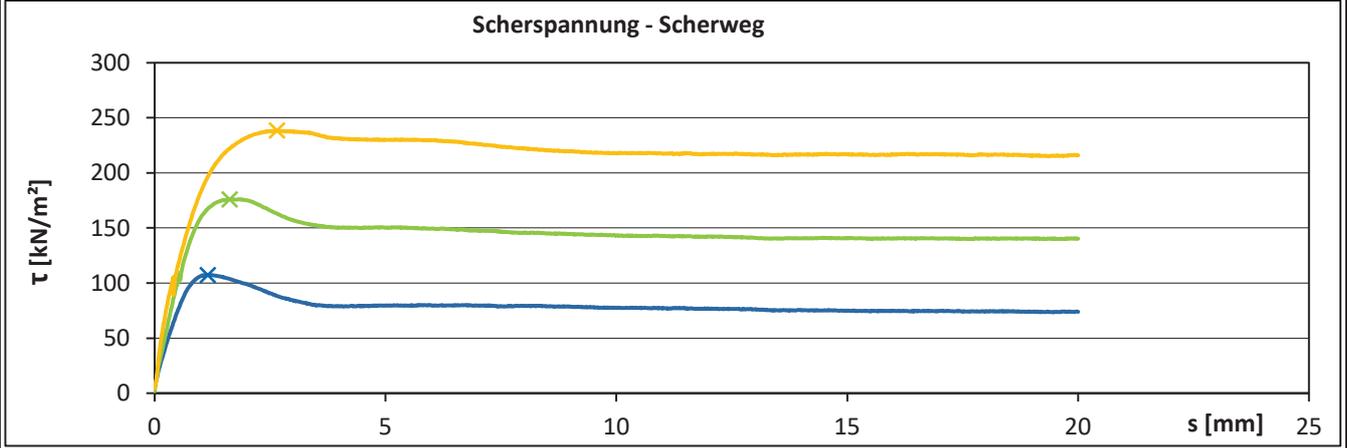
**Bemerkungen:** - Probe zebrochen, ungestörter Einbau nicht möglich  
 - Material zerkleinert auf 4 mm (kein Anteil >4mm)  
 - Material lose eingefüllt und verdichtet mit Feuchtdichte der ungestörten Probe (Zylinder 1,529 t/m³)  
 - Probekörper ohne Wasser konsolidiert und abgeschert

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennbrennberg Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr.:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.3.1

Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 3c1 u. 3d1	Projekt:	Brennbrennberg, Kies- und Sandabbau
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost		
Entnahmetiefe:	-	Probennummer:	7660
Bodenart (visuell):	Feinsand	Prüfzeitraum:	27.04.2023 - 05.05.2023
Farbe:	gelbbraun	Prüfer:	Hr. Helmberger
Bodengruppe (DIN 18196)	-		
geolog. Bezeichnung	-	Bemerkungen:	Scherspalt 1,0 mm

Probenhöhe h0 [mm]	20
Probenfläche [cm <sup>2</sup> ]	70

Daten Einbau	Teilversuch				
	1	2	3	4	5
Feuchtdichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,755	1,750	1,751		
Trockendichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,608	1,603	1,597		
Wassergehalt [M.-%]	9,2	9,2	9,6		



Versuch	$\sigma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\tau$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Scherweg s [mm]	Hebung $\Delta h$ [mm]	Schergeschw. [mm/min]
1 X	100	107,31	1,154	0,146	0,040
2 X	200	175,95	1,626	0,137	0,040
3 X	300	238,36	2,648	0,271	0,040
4 X					
5 X					

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie  
 Brennborg  
 Standsicherheitsnachweis  
 Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.3.2

Seite: 5

## Rahmenscherversuch

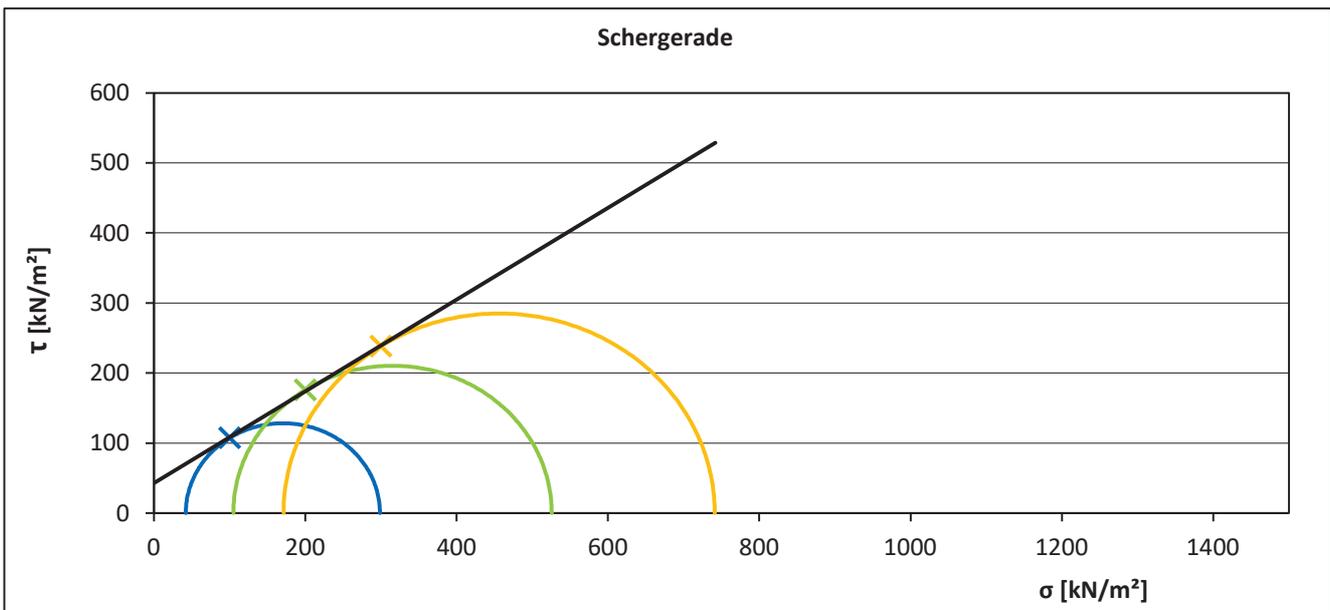
nach DIN EN ISO 17892-10

PB-Nr.: 230335  
 PN.: I2023-137

Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 3c1 u. 3d1	Projekt:	Brennborg, Kies- und Sandabbau
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost		
Entnahmetiefe:	-	Probennummer:	7660
Bodenart (visuell):	Feinsand	Prüfzeitraum:	27.04.2023 - 05.05.2023
Farbe:	gelbbraun	Prüfer:	Hr. Helmberger
Bodengruppe (DIN 18196)	-		
geolog. Bezeichnung	-	Bemerkungen:	Scherspalt 1,0 mm

Probenhöhe h0 [mm]	20
Probenfläche [cm²]	70

Daten Ausbau	Teilversuch				
	1	2	3	4	5
Feuchtdichte [g/cm³]	1,777	1,783	1,779		
Trockendichte [g/cm³]	1,628	1,633	1,622		
Wassergehalt [M.-%]	9,2	9,2	9,6		



Schengerade:  $\tau = 0,6552 \cdot \sigma + 42,83$

<b>Reibungswinkel [°]</b>	<b>33,23</b>
<b>Kohäsion [kN/m²]</b>	<b>42,83</b>
<b>Korrelation</b>	<b>0,9996</b>

**Bemerkungen:**

- Material zerkleinert auf 4 mm (kein Anteil > 4mm)
- Material lose eingefüllt und verdichtet mit 100 % der Proctordichte (1,602 t/m³)
- Probekörper ohne Wasser konsolidiert und abgeschert

<b>Projekt:</b>	DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg Standortsicherheitsnachweis Deponiewanne
<b>Auftrag- geber:</b>	Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH
<b>Projekt-Nr:</b>	2020-09-003
<b>Anlagennr.:</b>	4.3.4

Dr.-Ing. Johann Spotka GmbH · Finkenweg 4 · 92353 Postbauer-Heng

Geo + Plan Geotechnik GmbH  
Max-Planck-Straße 13  
86825 Bad Wörishofen

**Dr.-Ing. Johann Spotka GmbH**  
Finkenweg 4  
D-92353 Postbauer-Heng

T: +49 9188 9400-0  
F: +49 9188 9400-40  
M: info@spotka.de  
W: www.spotka.de

Anerkennungen nach RAP Stra 15										
	A	BB	BE	C	D	E	G	H	I	K
0										
1	A1								11	
2										
3	A3								13	
4										

# PRÜFBERICHT

Nr. 230347

10.05.2023

Projekt	
Projektnummer:	I2023-137
Projektbezeichnung:	Brennberg, Kies- und Sandabbau
Auftrag	
Auftraggeber:	Geo + Plan Geotechnik GmbH Max-Planck-Straße 13 86825 Bad Wörishofen
Auftragsdatum:	20.04.2023
Zeichen des Auftraggebers	-
Ausführung	
Probeneingangsdatum:	21.04.2023
Prüfzeitraum:	von: 21.04.2023 bis: 10.05.2023
Probenahmedatum:	20.04.2023
Probenahmeort:	Brennberg
Probenehmer:	durch AG
Probenanzahl/-nummern:	2   7635, 7661
Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 2b1, Bösch-GEO 4c1+4d1
Bodenart (visuell):	Feinsand
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost
Entnahmetiefe:	-
Prüfung	
Prüfmethode:	DIN EN ISO 17892-10 - - Ausgabe: 2019-04
	Scherfestigkeit, ebener Scherversuch
Ergebnisse	
Prüfprotokolle:	2
Anforderungen:	
Prüfergebnisse:	

Ingenieurbüro Dr.- Ing. J. Spotka GmbH, Postbauer-Heng, den 10.05.2023



Markus Lehner, M.Sc. Geow.  
(Prüflaborleiter)



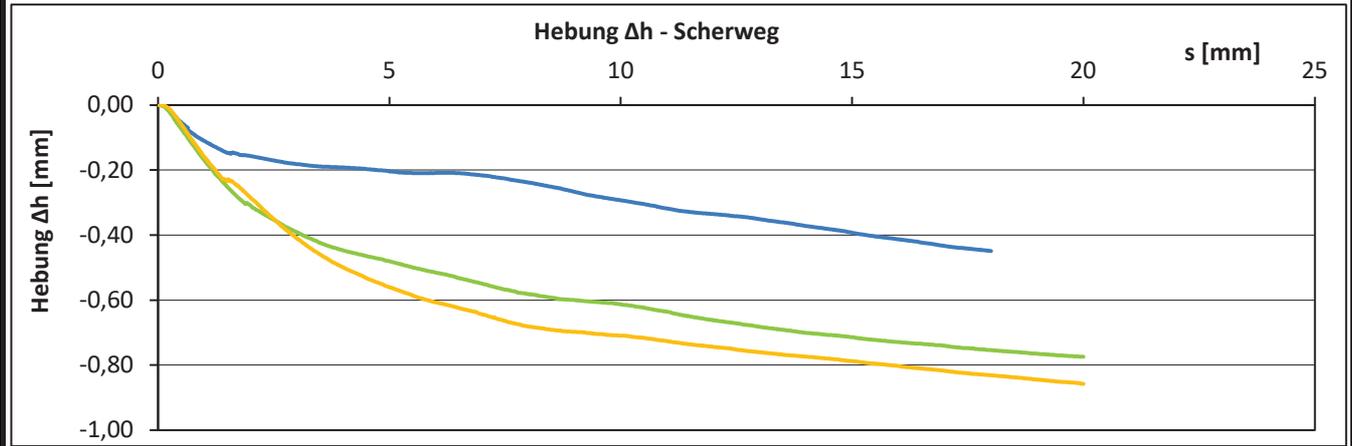
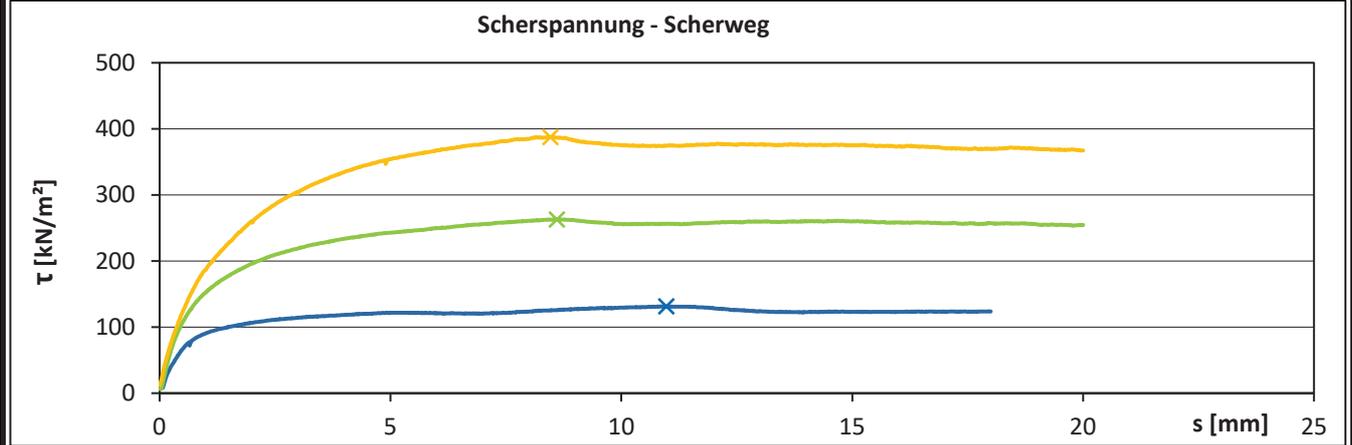
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde genannten Prüfverfahren.  
Der Prüfbericht Nr.: 230347 besteht aus 1 Deckblatt und 8 weiteren Seite(n).  
Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.5.1

Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 2b1	Projekt:	Brennborg, Kies- und Sandabbau
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost		
Entnahmetiefe:	-	Probennummer:	7635
Bodenart (visuell):	Feinsand	Prüfzeitraum:	21.04.2023 - 10.05.2023
Farbe:	gelbbraun	Prüfer:	Hr. Helmberger
Bodengruppe (DIN 18196)	SU/ST		
geolog. Bezeichnung		Bemerkungen:	Scherspalt 1,0 mm

Probenhöhe h0 [mm]	20
Probenfläche [cm <sup>2</sup> ]	70

Daten Einbau	Teilversuch				
	1	2	3	4	5
Feuchtdichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,536	1,539	1,541		
Trockendichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,369	1,389	1,389		
Wassergehalt [M.-%]	12,2	10,8	10,9		



Versuch	$\sigma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\tau$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Scherweg s [mm]	Hebung $\Delta h$ [mm]	Schergeschw. [mm/min]
1 X	200	131,19	10,972	-0,317	0,040
2 X	400	262,74	8,602	-0,594	0,040
3 X	600	387,55	8,462	-0,691	0,040
4 X					
5 X					

**Projekt:** DKI- Boden- und  
 Bauschuttdeponie  
 Brennborg  
 Standsicherheitsnachweis  
 Deponiewanne  
**Auftrag-  
 geber:** Roßhauptener  
 Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.5.2

Seite: 3

## Rahmenscherversuch

nach DIN EN ISO 17892-10

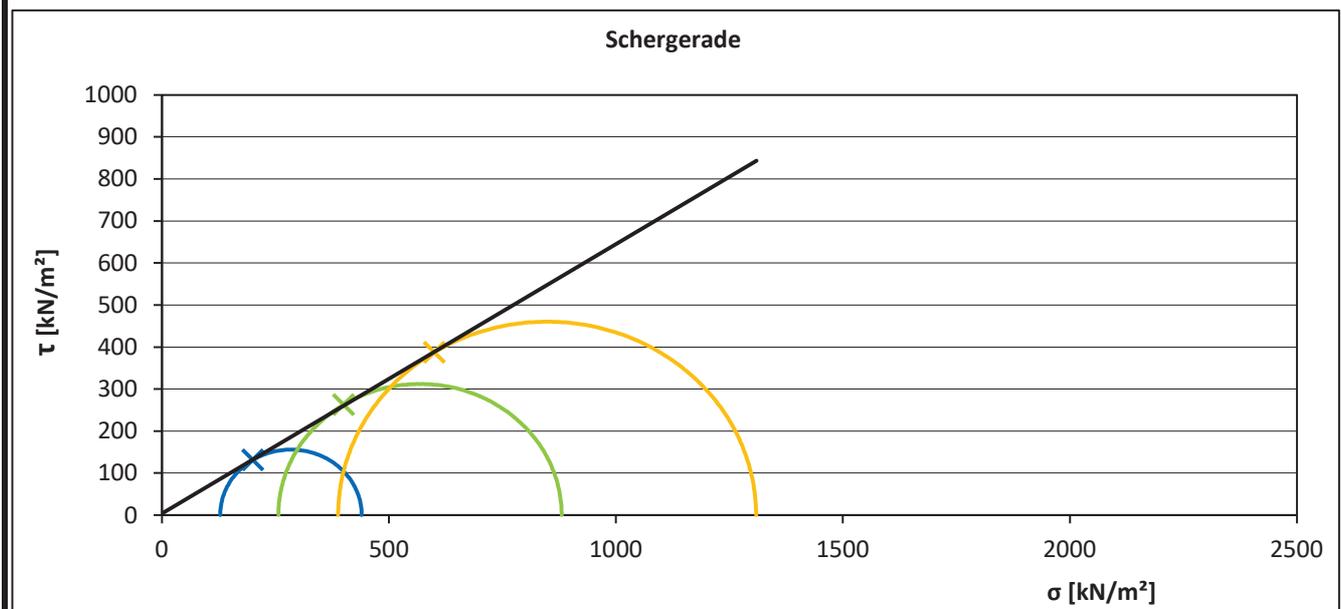
PB-Nr.: 230347

PN.: I2023-137

Probenbezeichnung:	Bösch-GEO 2b1	Projekt:	Brennborg, Kies- und Sandabbau
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost		
Entnahmetiefe:	-	Probennummer:	7635
Bodenart (visuell):	Feinsand	Prüfzeitraum:	21.04.2023 - 10.05.2023
Farbe:	gelbbraun	Prüfer:	Hr. Helmberger
Bodengruppe (DIN 18196)	SU/ST		
geolog. Bezeichnung		Bemerkungen:	Scherspalt 1,0 mm

Probenhöhe h0 [mm]	20
Probenfläche [cm <sup>2</sup> ]	70

Daten Ausbau	Teilversuch				
	1	2	3	4	5
Feuchtdichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,580	1,560	1,573		
Trockendichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,408	1,408	1,418		
Wassergehalt [M.-%]	12,2	10,8	10,9		



<b>Reibungswinkel [°]</b>	<b>32,66</b>
<b>Kohäsion [kN/m<sup>2</sup>]</b>	<b>4,13</b>
<b>Korrelation</b>	<b>0,9999</b>

**Bemerkungen:** - Probe zebrochen, ungestörter Einbau nicht möglich  
 - Material zerkleinert auf 4 mm (kein Anteil >4mm)  
 - Material lose eingefüllt und verdichtet mit Feuchtdichte der ungestörten Probe (Zylinder 1,536 t/m<sup>3</sup>)  
 - Probekörper ohne Wasser konsolidiert und abgeschert

Projekt: Brennberg, Kies- und Sandabbau

Probennummer: 7661

### Allgemeine Daten:

<b>Probenbezeichnung:</b>	Bösch-GEO 4c1 + 4d1
Entnahmestelle:	Böschung, Lage Nordost
Entnahmetiefe:	-
Bodenart (visuelle Ansprache):	Feinsand
Farbe:	gelbbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	SU/ST
geologische Bezeichnung:	-

### Probendaten:

Materialdaten					
Proctordichte:	$\rho_{Pr}$	t/m <sup>3</sup>	1,605		Prüfzeitraum:
opt. Wassergehalt:	$w_{Pr}$	%	18,2		01.05.2023 - 05.05.2023
Korndichte (ermittelt):	$\rho_s$	t/m <sup>3</sup>	2,67		Laborant:
Schlämmkornanteil:	-	%	-		Helmberger
Ungleichförmigkeitszahl:	U	-			
Größtkorn der Probe		mm	3,5		
Kornanteil > 4 mm		%	0		
Überkorn > 4 mm abgetrennt ?		ja / nein	nein, nicht vorhanden		

### beim Einbau

<b>Probenherstellung</b>						<b>lose eingefüllt und auf vorgesehene Dichte verdichtet</b>					
Probenhöhe:	h	cm	1,98	1,98	1,98						
Probendurchmes.:	d	cm	9,44	9,44	9,44						

### Probendaten beim Einbau

Probenquerschnitt:	A	cm <sup>2</sup>	70,0	70,0	70,0					
Probenvolumen:	V	cm <sup>3</sup>	138,6	138,6	138,6					Mittel
Dichte:	$\rho$	t/m <sup>3</sup>	1,741	1,742	1,743					1,742
Trockendichte:	$\rho_d$	t/m <sup>3</sup>	1,590	1,598	1,595					1,594
Wassergehalt:	w	%	9,44	9,03	9,32					9,3
Porenanteil:	n	1	0,404	0,402	0,403					0,403
Porenzahl:	e	1	0,679	0,671	0,674					0,675
Luftporenanteil:	$n_a$	%	25,4	25,7	25,4					25,5
Sättigungsgrad:	$S_r$	%	37,1	35,9	36,9					36,7
Verdichtungsgrad:	$D_{Pr}$	%	99,1	99,5	99,4					99,3

### Probendaten nach der Konsolidation

Probenvolumen:	V	cm <sup>3</sup>	132,7	132,2	128,7					
Dichte ( $w_n$ nicht berücksichtigt):	$\rho$	t/m <sup>3</sup>	1,818	1,826	1,877					1,840
Trockendichte:	$\rho_d$	t/m <sup>3</sup>	1,661	1,675	1,717					1,684
Porenanteil:	n	1	0,378	0,373	0,357					0,369
Porenzahl:	e	1	0,608	0,594	0,555					0,586
Verdichtungsgrad:	$D_{Pr}$	%	103,5	104,3	107,0					104,9

### Probendaten beim Ausbau

Wassergehalt:	w	%	13,07	12,10	12,13					12,43
---------------	---	---	-------	-------	-------	--	--	--	--	-------

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr.:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.6.1

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie  
 Brennberg  
 Standsicherheitsnachweis  
 Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener  
 Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.6.2

# RAHMENSCHERVERSUCH

nach DIN EN ISO 17892-10 - DSR

Seite: 5

PB-Nr.: 230347

PN.: I2023-137

Projekt: Brennberg, Kies- und Sandabbau

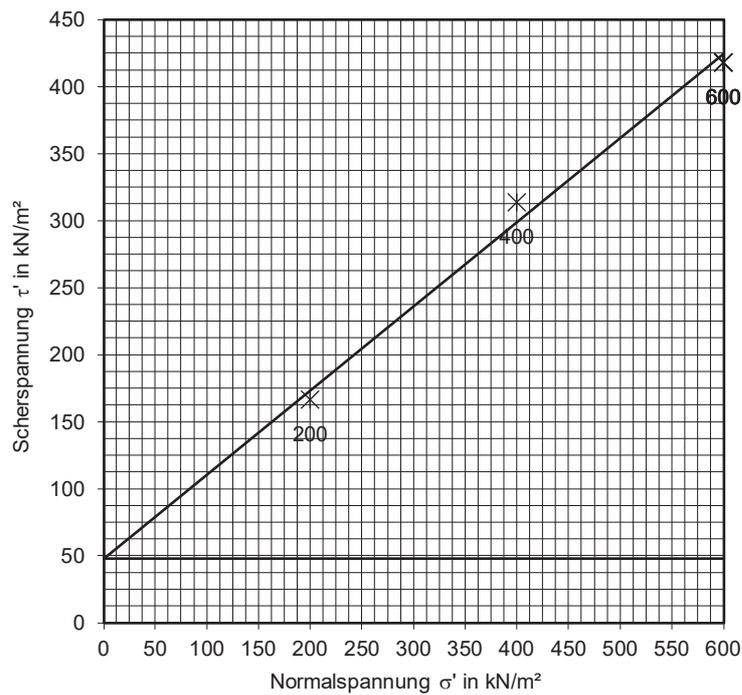
Probennummer: 7661

## Allgemeine Daten:

<b>Probenbezeichnung:</b>	Bösch-GEO 4c1 + 4d1
---------------------------	---------------------

## Versuchsdaten:

Gerätedaten			
Schergerät Fa. Wille, Scherkasten Typ	x	Typ a) nach DIN 18137/3 (oberer Rahmen starr)	
		Typ b) nach DIN 18137/3 (oberer Rahmen vertikal beweglich)	
eingestellter Scherspalt	1	mm	
Flutung	keine		
Konsolidierung			
Auflast/Spannung	$\sigma'$	kN/m <sup>2</sup>	200,0    400,0    600,0
Zeit der Konsolidation	t	min	600    600    600
Setzung	$\varepsilon$	mm	0,84    0,91    1,41
Abscheren			
Auflast/Spannung	$\sigma'$	kN/m <sup>2</sup>	200,0    400,0    600,0
Schergeschwindigkeit	$v_s$	mm/min	0,040    0,040    0,040
maximaler Scherweg	s	mm	18,0    18,0    18,0
Scherweg beim Bruch	$s_B$	mm	2,56    3,96    8,28
max. Scherspannung	$\tau'$	kN/m <sup>2</sup>	166,7    313,8    417,8
zur Berechnung verwenden ?			x    x    x
im Diagramm darstellen ?			x    x    x
Bemerkungen			
Raumtemperatur:	18°C		
Weitere Angaben:			



Ergebnisse	
Reibungswinkel $\phi'$ =	32,1 °
Kohäsion $c'$ =	48,3 kN/m <sup>2</sup>
Korrelationskoeffizient =	0,995

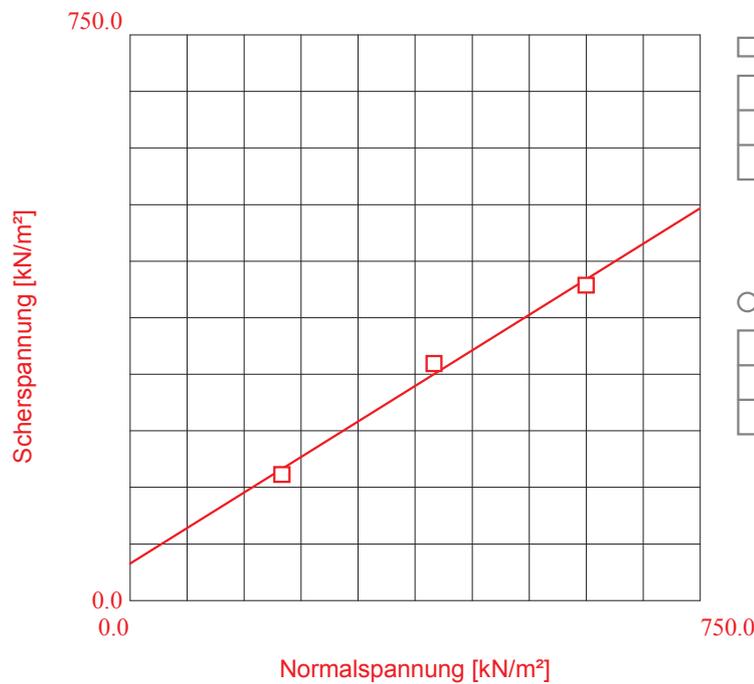
**Wichtiger Hinweis:**

Die Ergebnisse des Versuches gelten nur für die oben angegebenen Versuchsrandbedingungen !

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.6.3

## DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Schergeraden

Entnahmestelle Böschung, Lage Nordost  
 Entnahmetiefe -  
 Entnahmetag 20.04.2023  
 Bodenart Feinsand  
 Einbau mit natürlichem Wassergehalt und 100 % Verdichtungsgrad  
 ausgeführt am 02.05.2023 - 10.05.2023  
 ausgeführt von Hr. Helmberger



Bruchparameter

Reibungswinkel	32.12 [°]
Kohäsion	48.28 [kN/m²]
Korrelation	1.00

Restscherfestigkeit

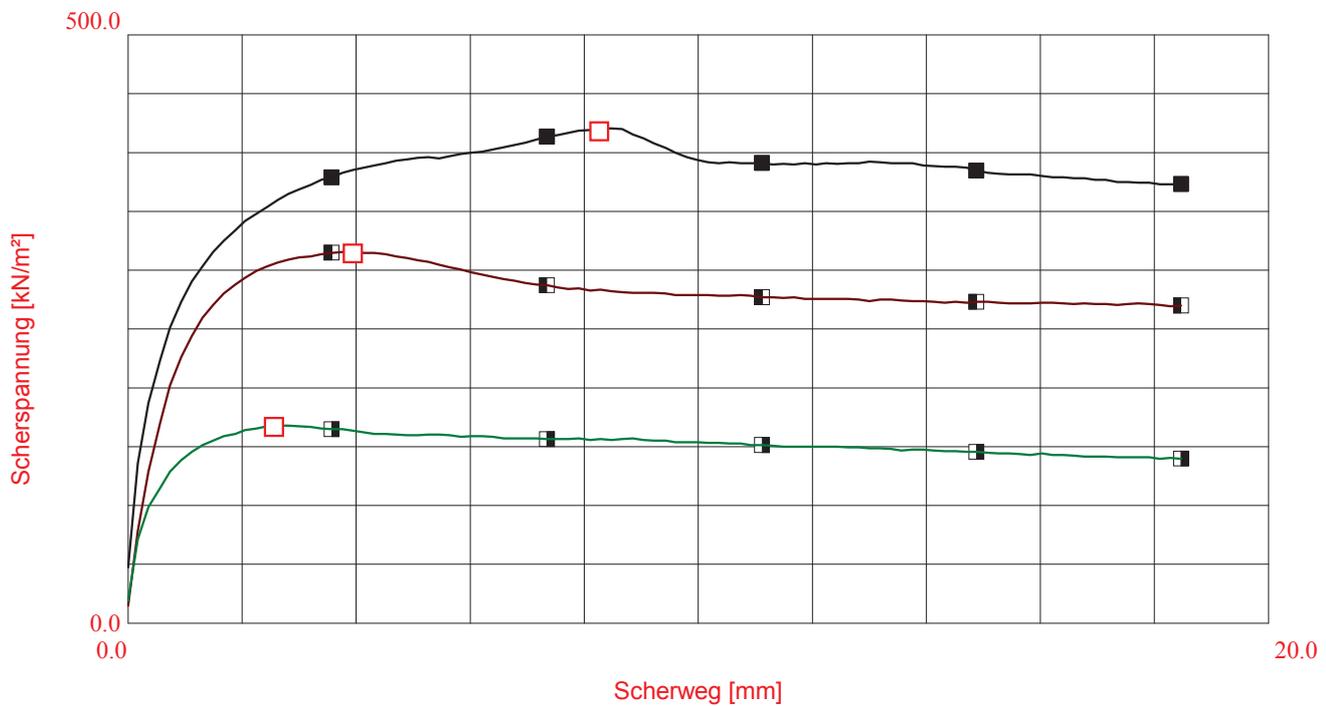
Reibungswinkel	---- [°]
Kohäsion	---- [kN/m²]
Korrelation	----

Nr.	Normalspannung kN/m²		Bruchspannung kN/m²	Bruchweg mm	Restsf-Spannung kN/m²	Restsf-Weg mm
	Bruch	Restsf.				
3	600.0	600.0	417.78	8.28	----	----
2	400.0	400.0	313.82	3.96	----	----
1	200.0	200.0	166.65	2.56	----	----

**Projekt:** DKI- Boden- und  
 Bauschuttdeponie  
 Brennberg  
 Standsicherheitsnachweis  
 Deponiewanne  
**Auftrag-  
 geber:** Roßhauptener  
 Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.6.4

## DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenschersversuch Scherspannungs-Weg-Diagramm

Entnahmestelle Böschung, Lage Nordost  
 Entnahmetiefe -  
 Entnahmetag 20.04.2023  
 Bodenart Feinsand  
 Einbau mit natürlichem Wassergehalt und 100 % Verdichtungsgrad  
 ausgeführt am 02.05.2023 - 10.05.2023  
 ausgeführt von Hr. Helmberger

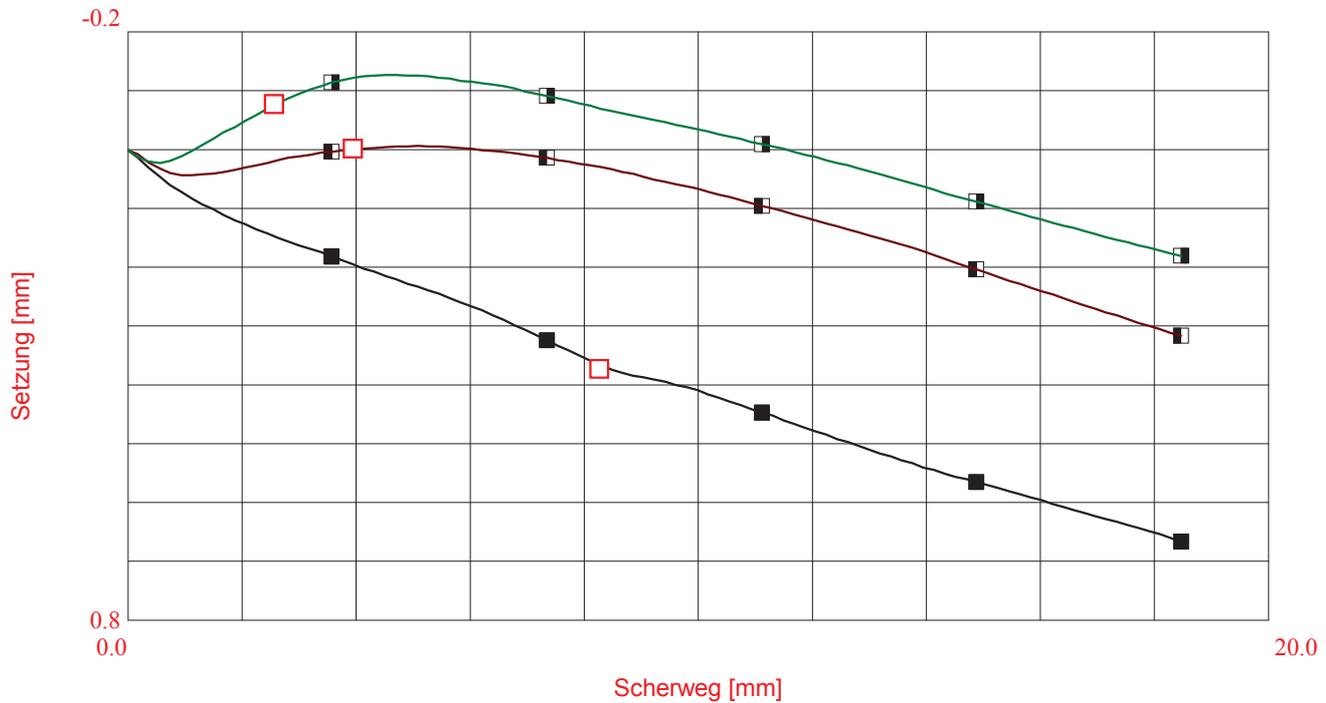


Nr.	Normalspannung kN/m <sup>2</sup>		Bruchfläche cm <sup>2</sup>	Bruchgeschw. mm/min	Restsf-Fläche cm <sup>2</sup>	Restsf-Geschw. mm/min
	Bruch	Restsf.				
3 ■	600.0	600.0	67.01	0.04000	-----	-----
2 ■	400.0	400.0	68.99	0.04000	-----	-----
1 ■	200.0	200.0	69.47	0.04000	-----	-----

**Projekt:** DKI- Boden- und Bauschuttdeponie Brennberg Standsicherheitsnachweis Deponiewanne  
**Auftraggeber:** Roßhauptener Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.6.5

## DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenschersversuch Setzungs-Weg-Diagramm

Entnahmestelle Böschung, Lage Nordost  
 Entnahmetiefe -  
 Entnahmetag 20.04.2023  
 Bodenart Feinsand  
 Einbau mit natürlichem Wassergehalt und 100 % Verdichtungsgrad  
 ausgeführt am 02.05.2023 - 10.05.2023  
 ausgeführt von Hr. Helmberger

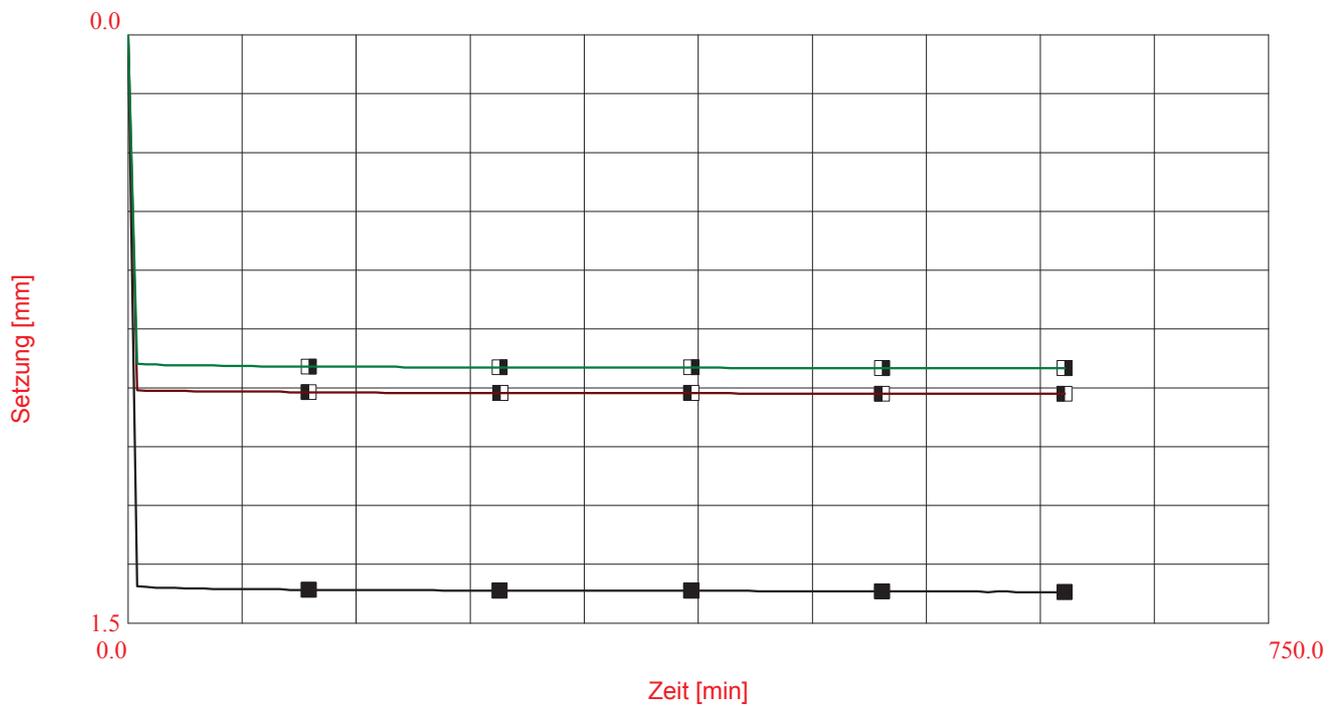


Nr.	Normalspannung kN/m <sup>2</sup>		Setzung bei Bruch mm	Setzung bei Restsf. mm	Probenhöhe Scherbeginn mm	Maximale Setzung mm	
	Bruch	Restsf.					
3	■	600.0	600.0	0.37	-----	18.39	0.66
2	■	400.0	400.0	0.00	-----	18.89	0.32
1	■	200.0	200.0	-0.08	-----	18.96	0.18

**Projekt:** DKI- Boden- und  
 Bauschuttdeponie  
 Brennberg  
 Standsicherheitsnachweis  
 Deponiewanne  
**Auftrag-  
 geber:** Roßhauptener  
 Kiesgesellschaft mbH  
**Projekt-Nr:** 2020-09-003  
**Anlagennr.:** 4.3.6.6

## DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Konsolidierungs-Diagramm

Entnahmestelle Böschung, Lage Nordost  
 Entnahmetiefe -  
 Entnahmetag 20.04.2023  
 Bodenart Feinsand  
 Einbau mit natürlichem Wassergehalt und 100 % Verdichtungsgrad  
 ausgeführt am 02.05.2023 - 10.05.2023  
 ausgeführt von Hr. Helmberger



Nr.	Normalspannung kN/m <sup>2</sup>	Setzung mm	Konsolidierungsdauer min	Probenhöhe zu Beginn mm	Probenhöhe Ende mm
3 ■	600	1.41	600	19.80	18.39
2 ■	400	0.91	600	19.80	18.89
1 ■	200	0.84	600	19.80	18.96

Fotodokumentation der Böschungen der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg  
Anlage 5.1



Abb. 1: Blick von der östlichen Böschung Richtung Westen auf das gesamte Abbaugelände, Stand 10.01.2023.

**Fotodokumentation der Böschungen der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg**  
Anlage 5.2



Abb. 2.: Blick Richtung Westen auf nördliche Abbauböschung: Oberen Sande der Unteren fluviatilen Serie  
(Stand 04.05.2023)

**Fotodokumentation der Böschungen der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg**  
Anlage 5.3



Abb. 3; Blick Richtung Nord-Ost auf den oberen Teil der östlichen Böschung mit Verwitterungslehm und Verwitterungskies (Stand 04.05.2023)

Fotodokumentation der Böschungen der DKI-Boden- und Bauschuttdeponie Brennborg  
Anlage 5.4



Abb. 4: Repräsentative temporäre Abbauböschung mit Älteren Deckenschotter, pleistozäne Bodenbildung und den Oberen Sanden der fluviatilen Unteren Serie