

Standort/ Vorhaben

**DK0-Betriebsdeponie für Boden und Bauschutt
 im Recyclingpark Albeck**

Gutachten/ Bericht

**Standortsicherheitsnachweis der Deponiewanne sowie des
 Überlappungsbereichs zur Steinbruchverfüllung mit
 Ausführungshinweisen**



Auftraggeber:	ECKLE GmbH Bauunternehmen Kiesgräble 16 89129 Langenau		
Projekt-Standort:	DK0-Betriebsdeponie für Boden und Bauschutt im Recyclingpark Albeck		
Auftrag:	Standortsicherheitsnachweis der Deponiewanne sowie des Überlappungsbereichs zur Steinbruchverfüllung mit Ausführungshinweisen		
Auftrag-Nr.:	2016-05-001	Bericht-Nr.:	2016-05-001/3-04
Umfang:	25 Seiten 7 Tabelle 1 Abbildung 12 Anlagen	Erstellt A. Veigel 04.08.2023	Geprüft A. Veigel 04.08.2023
		Freigegeben A. Veigel 04.08.2023	
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).			
Information Ablage:	K:\ECKLE\Albeck\lic_2016-05-001_03_Standortsicherheit Deponiewanne\B_Bearbeitung\04_Berichte\Bericht_Standortsicherheit Deponiewanne.Docx		

Inhaltsverzeichnis

1	Vorhaben, Veranlassung	6
1.1	Vorhaben	6
1.2	Veranlassung.....	6
2	Verwendete Planungsunterlagen und Gutachten	6
3	Aufbau der Deponiewanne	7
3.1	Planum der Sohlfläche.....	7
3.2	Westlicher und nördlicher Böschungsbereich	7
3.3	Östlicher Böschungsbereich	8
3.4	Südlicher Böschungsbereich	8
4	Schichtenaufbau des Deponieabdichtungssystems mit funktionalen Schichten und Untergrund	9
5	Böschungshöhen, Böschungsneigungen	11
6	Standortsicherheitsnachweis gegen Böschungsbruch	12
6.1	Geotechnischen Kategorie.....	13
6.2	Geotechnische Erkundung.....	13
6.3	Bestimmung der für die Beurteilung und die Berechnung notwendigen Baugrundkenngrößen	14
6.3.1	Deponieplanum in anstehenden Böschungen aus natürlich vorhandenem Gestein (USM-Mergel der Südböschung).....	14
6.3.2	Deponieplanum in Böschungen aus mineralischem Gestein (östliche Randböschung des Deponieauflagers, Profilierung der Südböschung)	14
6.3.3	Technische Ersatzmassnahme	14
6.3.4	Hinweis zur abschließenden Berechnung.....	15

7	Standsicherheitsnachweis im Grenzzustand GEO-3 (vormals GZ 1C)	15
7.1	Vorgehen bei der Erstellung des Standsicherheitsnachweises.....	15
7.2	Bemessungssituationen.....	15
7.3	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände GEO-3.....	16
8	Bodenkennwerte und Scherparameter.....	17
9	Verkehrslast	18
10	Erdbeben	18
11	Ermittlung des Auslastungsgrades	18
12	Ergebnisse der Standsicherheitsnachweise.....	19
13	Bewertung	20
14	Ausführungshinweise	20
14.1	Oberflächensicherung der Deponiewannenböschungen	20
14.2	Einbau der Bodenmaterialien.....	20
14.3	Aufbau des östlichen Randdammes, der Profilierungen, der technischen Ersatzmassnahme und der Entwässerungsschicht	23
14.3.1	Böschungen mit Böschungsneigung von 26,6° (Neigung 1: 2).....	23
14.3.2	Böschungen mit Böschungsneigung von > 26,6° bis zu 40°	23
14.4	Aufbau von Profilierungen im Bereich der Sohlfläche	23
14.5	Technische Ersatzmassnahme.....	23

Anlagen

1. Pläne

- Anlage 1.1 : Bestandslageplan mit geologischen Grenzen im Maßstab M 1: 1.250
- Anlage 1.2 : Lageplan der Abbauhohlform (Ausschnitt aus Ingenieurbüro Dörr: Abbauplan) mit geologischen Grenzen und Darstellung der berechnungsrelevanten Schnittführung im Maßstab M 1: 1.250

2. Berechnung Böschungsbruch

2.1 Standsicherheit der Böschung der Deponiewanne im Bereich der Unteren Süßwassermolasse (südliche Böschung)

- Anlage 2.1.1 : Standsicherheit der Böschungen der Deponiewanne im Bereich der Unteren Süßwassermolasse im Bereich der südlichen Böschung (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 750
- Anlage 2.1.2 : Standsicherheit der Böschungen der Deponiewanne im Bereich der Unteren Süßwassermolasse im Bereich der südlichen Böschung (Bemessungssituation BS-P) im Maßstab M 1: 750

2.2 Standsicherheit der Profilierungen (östliche Randböschung, südliche Böschung)

- Anlage 2.2.1 : Profilierung mineralisches Material, qualifiziert eingebaut Böschungsneigung $26,6^\circ$, entsprechend einer Neigung von 1: 2) (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 650

2.3 Standsicherheit funktionale Schichten an der Basis

- Anlage 2.3.1 : Technische Ersatzmassnahme, Böschungsneigung $26,6^\circ$ entsprechend einer Neigung von 1: 2 (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 650
- Anlage 2.3.2 : Dränschicht über Technische Ersatzmassnahme Technische Ersatzmassnahme, Böschungsneigung $26,6^\circ$ entsprechend einer Neigung von 1: 2 (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 650
- Anlage 2.3.3 : Technische Ersatzmassnahme, Böschungsneigung 40° entsprechend einer Neigung von 1: 1,2 (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 100
- Anlage 2.3.4 : Dränschicht über Technische Ersatzmassnahme, Böschungsneigung 40° entsprechend einer Neigung von 1: 1,2 (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 100

2.4 Standsicherheit zum Neuaufbau der westlichen Abbauböschung oberhalb der obersten Berme

- Anlage 2.4.1 : Standsicherheit zum Neuaufbau der westlichen Abbauböschung oberhalb der obersten Berme, erstellt durch Huesker Synthetic GmbH

3. Bodenkennwerte

- Anlage 3.1 : Laborergebnisse Untere Süßwassermolasse
- Anlage 3.2 : Berechnungsrelevanter Profilschnitt BS1 – BS1': Rechnerische Herleitung der Bodenkennwerte anhand bestehender temporärer Böschungen (Bemessungssituation BS-T) im Maßstab M 1: 500

Unterlagen

DIN 1054: 2010-12: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau

DIN 1055-2:2010-11: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngrößen

DIN 4084:2009-01: Gelände- und Böschungsbruchberechnungen

DIN EN 1991-1-3/NA:Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1:
2010-12 Einwirkungen auf Tragwerke

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK E. V.

(1997): Geotechnik der Deponien und Altlasten;

1 Vorhaben, Veranlassung

1.1 Vorhaben

Die ECKLE Bauunternehmen GmbH stellt den Antrag auf Planfeststellung für die Boden- und Bauschuttdeponie Albeck der Deponieklasse DK0 nach den Vorgaben der Deponieverordnung (DepV) für die Wiederverfüllung der Hohlform des westlichen Bereichs des Steinbruchs Albeck.

1.2 Veranlassung

Für das abfallrechtliche Genehmigungsverfahren wurden mit den vorliegenden Unterlagen die notwendigen erdstatischen Nachweise für die Deponiewanne der DK0-Betriebsdeponie für Boden und Bauschutt im Recyclingpark Albeck erstellt.

2 Verwendete Planungsunterlagen und Gutachten

Dem Gutachten liegen die folgenden Fachanlagenteile zugrunde:

- Ingenieurbüro Dörr Unterlagen zum Antrag auf immissionsschutzrechtliche Genehmigung:
 - Plan AI-Dö-Se01_G04: Abbauplan
- AU Consult GmbH Unterlagen zum Planfeststellungsantrag
 - Plan AI-AUC-De 01_G 21_00: Lageplan Sickerwasserableitung mit Darstellung der Deponiewanne
 - Plan AI-AUC-De 01_G 02_00: Lageplan Rekultivierung
 - Plan AI-AUC-De 03_G 29_00: Schnitte
- Geo + Plan Geotechnik GmbH
 - Hydrogeologisches Standortgutachten zur DK0-Deponie

3 Aufbau der Deponiewanne

3.1 Planum der Sohlfäche

Das Planum der Sohlfäche, auf welchem die technische Ersatzmaßnahme betreffend die geologische Barriere auflagert, besteht aus mineralischem, qualifiziert eingebautem Profilierungsmaterial. Dieses wird in einer Schichtdicke von rund 23 m bis 26 m auf der Abbausohle (Malmkalk) aufgebracht. Bei dem Material handelt es sich um gemischtkörnige oder grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GU, GU*), zum Teil um feinkörnige Böden mit zumindest steifer Konsistenz (Bodengruppen ST, TM, TU), welche in einem Anteil von maximal 30 % der Gesamtschichtdicke aufgebracht werden. Bei Verfestigung dieser Böden mit Kalk sind höhere Mächtigkeiten als 30 % der Gesamtmächtigkeit möglich.

3.2 Westlicher und nördlicher Böschungsbereich

Die Abbauböschungen im westlichen und nördlichen Bereich formen die Deponiewanne. Die Gesamtböschungshöhen liegen oberhalb der Profilierung für den Abschluss des Abbaus bei rund 16 m bis 32 m. Die Höhe der Abbauböschungen beträgt bis zur Abbausohle etwa 37 m bis 54 m. Die Berechnung der Standsicherheit der Kalksteinböschungen ist nicht Gegenstand des Gutachtens. Der geplante Böschungswinkel der drei Teil-Abbauböschungen beträgt nach Planung des Ingenieurbüros Dörr (2022: Seite 17) 85°. Es sind drei Bermen mit Bermenbreite im Endabbauzustand von 3 m geplant. Es wird an dieser Stelle auf die Einhaltung der Vorgaben der BG Bau: BGV C11: Unfallverhütungsvorschrift Steinbrüche, Gräbereien und Halden verwiesen. Bei allen Arbeiten ist die Arbeitssicherheit (z.B. gegen herabfallende Steine, Blöcke und Gesteinspartien aus den Steinbruchwänden) jederzeit zu gewährleisten. Es wird empfohlen, eine Sicherheitsbeurteilung der Felsböschungen nach Erreichen der Endstellung des Abbaus durchzuführen. Um auf Inhomogenitäten im Fels rechtzeitig reagieren zu können, wird empfohlen, die Sicherheitsbeurteilung jeweils bei Erreichung der letzten 4 Sprengungen einzubinden.

Im westlichen und nördlichen Böschungsbereich wird eine Schotterschicht auf dem Kalkstein des Malm hochgezogen. Die technische Ersatzmaßnahme lagert auf dieser Schotterschicht auf. Im oberen Böschungsbereich der nördlichen Böschung überlagert die technische Ersatzmaßnahme über einer Schotterschicht den Neuaufbau der Abbauböschung oberhalb der oberen Abbauberme. Beim Neuaufbau der Abbauböschung handelt es sich um eine geokunststoffbewehrte Stützkonstruktion, welche mit einem Böschungswinkel von 85° errichtet wird (Anlage 2.4). Wegen

den steilen Abbauböschungen von 85° ist ein Aufbau der Technischen Ersatzmassnahme und der Entwässerungsschicht im regulären flächigen Einbauverfahren nicht möglich. Beide Schichten werden im abgestuften „Tannenbaumbauprinzip“ mit geringer „freier“ Einbauhöhe errichtet (AU Consult: Plan-Nr. Al-AUC-De 03_G 10_00).

3.3 Östlicher Böschungsbereich

Entsprechend dem Lageplan der Sickerwasserableitung mit Darstellung der Deponiewanne (AU Consult GmbH) beträgt die Böschungsneigung nahezu vollständig 1: 2, (Einfallen der Böschung $26,6^\circ$). Die östliche Randböschung des Deponieauflagers kann im Kern außer aus grobkörnigem Boden auch aus gemischtkörnigen und grobkörnigen Böden Bodengruppen GW, GU sowie aus feinkörnigen Böden (Bodengruppen ST, TM, TU), mit zumindest steifer Konsistenz in einem Anteil von maximal 30 % der Gesamtschichtdicke aufgebaut werden. Bei Verfestigung dieser Böden mit Kalk sind höhere Mächtigkeiten als 30 % der Gesamtschichtdicke möglich. Das Material wird lagenweise eingebaut und verdichtet. Im deponieseitigen Bereich erfolgt zur Sicherstellung der Standsicherheit bei Befahrung der Einbau einer insgesamt rund 3 m mächtigen Schicht aus grobkörnigem Boden Bodengruppen GW, GU bzw. idealerweise aus Kalksteinschotter 0/45, so dass eine gute Verzahnung der Komponenten gewährleistet ist.

Lediglich im Anschlussbereich zur nördlichen Deponiewannenböschung beträgt die Böschungsneigung 1: 0,93 (Einfallen der Böschung 47°). Hier erfolgt der Aufbau der technischen Ersatzmassnahme entweder lagenweise mit böschungsp parallelen, horizontalen Lagen oder wie oben beschrieben im „Tannenbaumbauprinzip“, jeweils mit geringer „freier“ Einbauhöhe von ca. 1,5 m.

3.4 Südlicher Böschungsbereich

Die südliche Abbauböschung besteht im unteren Bereich aus Malmkalk und im oberen Bereich zum überwiegenden Teil aus Schluff und Mergel der Unteren Süßwassermolasse. Für den basalen Bereich der Böschungen (Malmkalk) gelten die Ausführungen in Abschnitt 3.2. Im Bereich der Unteren Süßwassermolasse ist die Böschungsneigung entsprechend den Ergebnissen der Standsicherheitsberechnungen (Anlage 2.1.1-2) abzuflachen. Weiterhin sind Bermen vorzusehen. Die Technische Ersatzmassnahme verläuft hier auf einer Profilierung entsprechend Anlagen 2.2.1, 2.3.1-2 oder direkt auf den Mergelschichten (Anlagen 2.3.3-4).

4 Schichtenaufbau des Deponieabdichtungssystems mit funktionalen Schichten und Untergrund

Das Deponieabdichtungssystem mit den funktionalen Schichten und der Untergrund ist entsprechend der Genehmigungsplanung wie folgt aufgebaut:

Tab. 1: Schichtenaufbau Deponie und geologischer Untergrund Bodenbeschreibung nach hydrogeologisch-geotechnischem Standortgutachten

	Benennung der Schicht	Bodenbeschreibung	Schichtdicke
Funktionale Schichten an der Basis	(Frost-)Schutzschicht	Mineralische Schutzlage aus gemischt- bis grobkörnigem Boden, Belastung bis DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5	≥ 0,3 m
	Flächendränage Filterschicht,	Kies, $k_f \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s, Belastung bis DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5	0,2 m
	Flächendränage Dränschicht	Kies $k_f \geq 1 \times 10^{-3}$ m/s, 16/32 mm, BQS 3-1/3-2, Belastung bis DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5	0,3 m
	Geotextile Trennlage	BAM-Zulassung, Flächengewicht ca. 300 g/m ² ; nach Bedarf	---
	Technische Ersatzmaßnahme für die geologische Barriere	Ton und Schluff $k_f \geq 1 \times 10^{-8}$ m/s, BQS 1-0, Belastung gemäß DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 4, bei Bedarf Geotextile Trennlage unterhalb der TEM bei Einsatz von TAS	≥ 1,0 m
Untergrund	Auflager Sickerwasserleitung östlich der Deponie	Gemischtkörnige oder grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GU), Bei Einbau von feinkörnigen (Bodengruppen ST, TM, TU) ist eine Verfestigung mit Kalk durchzuführen	0 m bis 8,0 m
	Profilierung unter der technischen Ersatzmassnahme betreffend die geologische Barriere (qualifiziert aufgebaute Steinbruchverfüllung)	Gemischtkörnige oder grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GU, GU*), zum Teil feinkörnige Böden mit zumindest steifer Konsistenz in einem Anteil von maximal 30 % der Gesamtschichtdicke (Bodengruppen ST, TM, TU), bei Verfestigung mit Kalk höhere Mächtigkeiten als 30 % der Gesamtmächtigkeit Werden im Untergrundbereich der Sickerschächte SIWA 7 und Siwa 8 feinkörnige Böden verbaut, so sind diese generell mit Kalk zu verfestigen mit Verbesserung Deponieplanum im Bereich undurchlässiger Böden (Verfüllung) durch Dränschicht, $d = 0,2$ m, 0/32 mm, $k_f \leq 1 \times 10^{-4}$ m/s; alternativ GW-Dränagen oder GW-Rigolen; nach Bedarf	23 m bis 26 m
	Keilschüttung zur Verminderung von Setzungssprüngen am östlichen Deponierand	Schluffiger, gut verdichtbarer Kies (Bodengruppe GU, idealerweise Kalksteinschotter 0/45, so dass eine gute Verzahnung der Komponenten gewährleistet ist	0 m bis 14 m

	Benennung der Schicht	Bodenbeschreibung	Schichtdicke
	Östliche Randböschung des Deponieauflagers	<p>Kernbereich außer grobkörnigem Boden auch gemischtkörnige und grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GU, GU*)</p> <p>Feinkörnige Böden mit zumindest steifer Konsistenz in einem Anteil von maximal 30 % der Gesamtschichtdicke (Bodengruppen ST, TM, TU), bei Verfestigung mit Kalk höhere Mächtigkeiten als 30 % der Gesamtmächtigkeit</p> <p>Deponieseitiger Bereich zur Sicherstellung der Standsicherheit bei Befahrung Einbau einer insgesamt rund 3 m mächtigen Schicht aus grobkörnigem Boden Bodengruppen GW, GU bzw. idealerweise Kalksteinschotter 0/45, so dass eine gute Verzahnung der Komponenten gewährleistet ist.</p> <p>Verbesserung Deponieplanum im Bereich undurchlässiger Böden (Verfüllung) durch Dränschicht, $d = 0,2 \text{ m}$, 0/32 mm, $k_f \leq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$; alternativ GW-Dränagen oder GW-Rigolen; nach Bedarf</p>	<p>0 m bis 39 m (Bereich Sickerleitung)</p> <p>0 bis 48 m (neben Sickerleitung)</p> <p>0 m bis 39 m (Bereich Sickerleitung)</p> <p>0 bis 48 m (neben Sickerleitung)</p>
	Steinbruchverfüllung östlich der Deponie	Gemischtkörnige und grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GU, GU*) sowie feinkörnige Böden, sicherzustellen ist zumindest steife Konsistenz (Bodengruppen ST, TM, TU)	0 m bis 43 m
	Verwitterungshorizont	Steine und Blöcke in schluffig-sandiger Matrix oberhalb des Kalksteins und der Unteren Süßwassermolasse im südlichen und westlichen Böschungsbereich des Deponieuntergrundes	0 m bis 7 m
	Untere Süßwassermolasse	Schluff- und Tonstein, oberflächennah aufgewittert (Bodengruppe UM bis TM) oberhalb des Kalksteins im südlichen Böschungsbereich des Deponieuntergrundes	0 m bis 40 m
	Malmkalk	Kalkstein unter der Abbausohle	> 100 m

Einbau der Materialien lagenweise mit jeweiliger Verdichtung vor dem Überbau, Einbaumächtigkeit 30 cm

5 Böschungshöhen, Böschungsneigungen

Im Folgenden sind die Böschungshöhen und -neigungen sowie der Aufbau des Untergrunds entsprechend der Genehmigungsplanung zusammengestellt:

Tab. 2: Böschungshöhen und -neigungen sowie Aufbau des Untergrunds nach hydrogeologisch-geotechnischem Standortgutachten

	Böschungshöhe	Böschungsneigung	Aufbau
Nördliche Böschung	Gesamthöhe bis 54 m ab Abbausohle mit Bermen, Höhe ab Deponieplanum 32 m (Anlagen 2.4)	85°	Kalkstein des Malm. oberer Böschungsbereich Neuaufbau der Abbauböschung oberhalb der oberen Abbauberme, bestehend aus geokunststoffbewehrter Stützkonstruktion
Westliche Böschung	Gesamthöhe bis 57 m ab Abbausohle mit Bermen, Höhe ab Deponieplanum 30 m (Anlagen 2.4)	85°	Kalkstein des Malm, oberer Böschungsbereich Verwitterungsmaterial
Südliche Böschung	Gesamthöhe bis 64 m ab Abbausohle mit Bermen, Höhe ab Deponieplanum 41 m, Bermenbau (Anlage 1.2) Einbauhöhe TEM maximal 5 m Höhe (Anlage 2.3.3) und Kiesschüttung maximal 2,5 m (Anlage 2.3.2) oder Überprofilierung der Abbauböschungen je nach in der Abbauböschung angetroffener Situation 1: 2 , (Einfallen der Böschung 26,6°) Einbauhöhe TEM und Kiesschüttung maximal 10 m , (Anlage 2.3.1-2), vorgeschlagen wird jedoch, die Einbauhöhe auf 6 m zu beschränken	30° und 40°	Mergel und Schluff der Unteren Süßwassermolasse Bei Bedarf: Überprofilierung nach Bedarf mit grobkörnigen Böden (Bodengruppen GW, GU) Feinkörnige Böden (Bodengruppen ST, TM, TU) nur mit Verfestigung (Kalk, Zement) einsetzbar
Östliche Böschung	Einbauhöhe gesamt 43 m, Einbauabschnitt vor Deponiegegenschüttung: maximal 10 m (Anlagen 2.2.1), Einbauhöhe TEM und Kiesschüttung maximal 10 m (Anlage 2.3.1-2), vorgeschlagen wird jedoch, die Einbauhöhe auf 6 m zu beschränken	1: 2, (Einfallen der Böschung 26,6°)	Kernbereich außer grobkörnigem Boden auch gemischtkörnige und grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GU, GU*) Feinkörnige Böden mit zumindest steifer Konsistenz in einem Anteil von maximal 30 % der Gesamtschichtdicke (Bodengruppen ST, TM, TU), bei Verfestigung mit Kalk höhere Mächtigkeiten als 30 % der Gesamtmächtigkeit Deponieseitiger Bereich zur Sicherstellung der Standsicherheit bei Befahrung Einbau einer insgesamt rund 3 m mächtigen Schicht aus grobkörnigem Boden Bodengruppen GW, GU bzw. idealerweise Kalksteinschotter 0/45, so dass

	Böschungshöhe	Böschungs- neigung	Aufbau
Östliche Böschung			eine gute Verzahnung der Komponenten gewährleistet ist. Ein gleichzeitiger Aufbau der Steinbruchverfüllung als Gegenlager ist notwendig (siehe hydrogeologisches Gutachten Anlage 3.1)

Während im Bereich der nördlichen und westlichen Deponiewannenböschung der Aufbau der technischen Ersatzmassnahme und der Entwässerungsschicht im „Tannenbaumbauprinzip“ mit geringer „freier“ Einbauhöhe erfolgt (AU Consult: (AU Consult: Plan-Nr. AI-AUC-De 03_G 10_00), wird die technische Ersatzmassnahme im Bereich der östlichen und südlichen Böschung je nach den Ergebnissen der Eigenprüfung entweder bei einer Neigung von 1: 2 flächig errichtet (Anlagen 2.2.1, 2.3.1-2) oder es erfolgt ein böschungspareller Einbau in horizontalen Lagen auf maximal 5 m (Anlage 2.3.3: TEM) und 2,5 m (Anlage 2.3.4: Dränschicht), entsprechend der beim Bau angetroffenen Situation und den Ergebnissen der zu aktualisierenden Standsicherheitsberechnungen unter Beachtung der Ergebnisse der Eignungsprüfungen.

6 Standsicherheitsnachweis gegen Böschungsbruch

Für die südlichen Böschungsbereiche der Unteren Süßwassermolasse, für die östliche Randböschung des Deponieauflagers sowie für den Einbau des Basisabdichtungssystems in diesen Bereichen ist die Sicherheit der Deponiewanne gegen Böschungsbruch nachzuweisen. Zu der geotechnischen Situation im Bereich der Nord- und Westböschung siehe Abschnitt 3.2.

Während im Bereich der südlichen Abbauböschung die in den Mergeln und Tonen der Unteren Süßwassermolasse profilierte Deponiewannenböschung mit dem Abbau fertiggestellt wird und über mehrere Jahre frei steht (Bemessungssituation BS-P), wird das Deponieauflager im östlichen Böschungsbereich erst sukzessive mit der Entwicklung der Deponie entstehen und zeitnah überbaut (Bemessungssituation BS-T).

Für die Berechnungen der Sicherheit gegen Geländebruch wurde das Programm DC-Böschung/Win Version 8.4.2 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).

6.1 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 mehr als 10 m nach 1054: 2010-12 Tabelle AA.1 Situation 11 (Hänge, Böschungen allgemein bei mehr als 10 m Höhe) der geotechnischen Kategorie GK3 zuzuordnen.

6.2 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 Kalksteins des Malm. Die vor Ort angetroffenen freiliegenden großflächigen Abbauböschungen erschließen die für den Endausbauzustand relevanten Schichten. Damit konnte eine flächige repräsentative geologische Aufnahme als baugrundgeologische Kartierung des Abbaus durchgeführt werden. Das großräumig homogene geotechnische Modell der Tone und Mergel der Unteren Süßwassermolasse, welche mit einem Verwitterungshorizont überlagert sind, wurde mit den Bohrungen und mit der Kartierung bestätigt. Die Sohle der Unteren Süßwassermolasse ist wannenförmig in eine prätertiäre Hohlform des Kalksteines eingelagert (hydrogeologisch-geotechnisches Standortgutachten). 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 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. Für den basalen Bereich der Malmkalk-Böschungen gelten die Ausführungen in Abschnitt 3.2.

6.3 Bestimmung der für die Beurteilung und die Berechnung notwendigen Baugrundkenngrößen

6.3.1 Deponieplanum in anstehenden Böschungen aus natürlich vorhandenem Gestein (USM-Mergel der Südböschung)

Entsprechend der Einstufung der geotechnischen Kategorie müssen nach den Vorgaben DIN EN 1997-2:2010-10 die für die Beurteilung und die Berechnung notwendigen Baugrundkenngrößen versuchstechnisch und/oder mit Hilfe von Korrelationen bestimmt werden (DIN 4020: 2010-12 Abschnitt A 2.2.3 A(2)).

Infolge der vorhandenen Abbauböschungen mit relativ steilen Böschungsneigungen entspricht der gesamte Abbau einem langfristigen Großfeldversuch aus dem die Bodenkennwerte abgeleitet werden können (Anlage 3.2). Die Herleitung ist für die zu beurteilende Schichten repräsentativer als die Detailbetrachtung mit Laborversuchen. Die Festlegung von repräsentativen für die Berechnung notwendigen Bodenkennwerten (Reibungswinkel, Kohäsion) der natürlich anstehenden Bodenmaterialien erfolgt dabei unter Berücksichtigung von Laboruntersuchungen (Anlage 4.1: Siebungen, Siebschlammungen, Scherversuch) durch die rechnerische Überprüfung der Standsicherheiten des steilsten Böschungsabschnittes des Homogenbereiches der vorhandenen Teil-Abbauböschungen (Böschungswinkel oberer Bereich 43° , unterer Böschungsbereich 30°), unter Ansatz des Grenzgleichgewichtes und der Bemessungssituation BS-T für zeitlich begrenzte Zustände (Anlage 3.2). Durch den Ansatz der Bemessungssituation BS-T, anstatt der Bemessungssituation B-P für langjährige Standzeiten ergeben sich die rechnerisch eher ungünstige, weil geringere Werte zum Erreichen des Grenzgleichgewichtes.

6.3.2 Deponieplanum in Böschungen aus mineralischem Gestein (östliche Randböschung des Deponieauflagers, Profilierung der Südböschung)

Für den Nachweis der Standsicherheit des zu errichtenden bzw. des zu ertüchtigenden Planums im Bereich der südlichen und östlichen Böschung mit mineralischen, qualifiziert eingebauten Materialien werden vorläufig Bodenkennwerte der DIN 1055-2 herangezogen (Abschnitt 6.3.4).

6.3.3 Technische Ersatzmassnahme

Für den Nachweis der Standsicherheit der Technischen Ersatzmassnahme werden vorläufig Bodenkennwerte der DIN 1055-2 herangezogen (Abschnitt 6.3.4).

6.3.4 Hinweis zur abschließenden Berechnung

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. Sofern damit Ansätze bzw. Eingangsparmeter der Nachweisführung unterschritten werden, bedarf es einer Aktualisierung der Standsicherheitsnachweise.

7 Standsicherheitsnachweis im Grenzzustand GEO-3 (vormals GZ 1C)

7.1 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 μ 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.

7.2 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 südlichen Deponiewannenböschungen/ 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 den Standsicherheitsnachweis der kurz- und mittelfristigen Standzeit der östlichen Deponiewannenböschung und der Profilierung auf der südlichen Abbau-
 böschung der USM-Mergel und Schluffe:

- 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

7.3 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. 3: Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen nach DIN 1054: 2010-12: Tab A.2.1:

Einwirkungen bzw. Beanspruchungen		BS-P	BS-T
Ständige Einwirkungen	γ_G	1,00	1,00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,30	1,20

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

Tab. 4: Teilsicherheitsbeiwerte Widerstände nach DIN 1054: 2010-12, Tab. A.2.2:

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

8 Bodenkennwerte und Scherparameter

In folgender Tabelle sind die für die Berechnungen verwendeten Bodenkennwerte und Scherparameter zusammengestellt.

Tab. 5: Angesetzte Bodenkennwerte und Scherparameter zur Berechnung der Standsicherheit der Deponiewanne der DK0-Deponie Albeck

	Bodenmaterial	Boden- gruppe (vermutet) DIN 18196	Boden- klasse DIN 18300 _{alt}	Lager- ungs- dichte/ Konsis- tenz	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ [Grad]	Kohäsion c' [kN/m ²]
DK0-Deponie mit techni- schen Schichten	(Frost-) Schutzschicht, Flächendränage Filterschicht, Flächendränage Dränschicht ¹⁾	GW, GU	3	dicht	20 bis 22	32,5 bis 35,0 ⁵⁾	0,2
	Techn. Ersatzmass- nahme betr. die geolo- gische Barriere ¹⁾	TM	4	Steif bis halfest	19,5	22,5 bis 27,5	10,0
Profilierungen und Verfüllungen	Östliche Randböschung des Deponieauflagers ¹⁾	GW, GU, GU* (siehe Tab. 1, Tab. 2)	3, 4	Mittel- dicht	18 - 21	30	4
	Untere Süßwassermolasse (Bauzustand: BS-T) ²⁾	TM	6, 7	halfest bis fest	19 bis 20	24 (Schluff mit Mergel) bis 27 (Mergel)	20 (Schluff mit Mergel) bis 22 (Mergel)
	Untere Süßwassermolasse (langjährig: BS-P) ²⁾	TM	5, 6, 7	Steif bis halfest	18 bis 20	23 (Schluff mit Mergel) bis 25 (Mergel)	18 (Schluff mit Mergel) bis 20 (Mergel)
Unter- grund	Malmkalk ³⁾	- - -	6, 7	Festge- stein	24 bis 25	60	50

¹⁾ Wichte erdfeucht, wassergesättigt und Wichte unter Auftrieb abgeschätzt nach DIN 1055-2 und Empfehlung des Arbeitskreises Baugruben EAB 2006: Seite 73-79

²⁾ Bodenkennwerte entsprechend rechnerischer Herleitung (Anlagen 3.1-7)

⁴⁾ Erfahrungswert

⁵⁾ Für Schotter 0/45 wird ein Reibungswinkel von 34° angesetzt

9 Verkehrslast

Als Verkehrslast wird überschlägig und vorläufig eine Kettenraupe bzw. eine Kettenbagger 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:

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

Als Verkehrslast des Walzenzuges werden vorläufig 130 kN/m^2 angesetzt.

Werden diese Werte überschritten, sind die Standsicherheitsnachweise dahingehend zu aktualisieren.

10 Erdbeben

Nach DIN 4149 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Ausgabe 2005 und der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg gehört Albeck (PLZ: 89129), zur Erdbebenzone 0 sowie zur Untergrundklasse R.

11 Ermittlung des Auslastungsgrades

Zur Ermittlung des Auslastungsgrades werden die Einwirkungen E den Widerständen R gegenübergestellt.

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

12 Ergebnisse der Standsicherheitsnachweise

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

Tab. 6: Ergebnisse des Standsicherheitsnachweises (Angabe der Einbauhöhen vertikal, entspricht nicht den Längen in Böschungseinfallrichtung):

Bausituation	Bemessungssituation	Auslastungsgrad μ	Anlage
Deponiewanne			
Südböschung USM (nicht befahrbar)	BS-P	0,81	Anlage 2.1.1
Südböschung USM (nicht befahrbar)	BS-T	0,94	Anlage 2.1.2
Randböschung			
Profilierung Randböschung (Böschungshöhe 10 m, befahrbar, horizontaler Einbau)	BS-T	0,91	Anlage 2.2.1
Technische Ersatzmaßnahme (TEM) und Entwässerungsschicht			
Technische Ersatzmaßnahme Entwässerungsschicht Neigung 26,6° (Böschungshöhe 10 m) (TEM befahrbar mit Walze)	BS-T	0,92	Anlage 3.3.1
Dränschicht über Technische Ersatzmaßnahme Entwässerungsschicht Neigung 26,6° (Böschungshöhe 10 m) (nicht befahrbar)	BS-T	0,80	Anlage 3.3.1
Technische Ersatzmaßnahme Böschungshöhe 5 m Neigung 40°, nicht befahrbar	BS-T	0,94	Anlage 3.3.3
Dränschicht über Technische Ersatzmaßnahme Böschungshöhe 2,5 m Neigung 40°, nicht befahrbar	BS-T	0,95	Anlage 3.3.4

Die Berechnung der Standsicherheit der Deponiewanne, der Randböschung und der technischen Ersatzmaßnahme mit der Entwässerungsschicht nach BISHOP mit Iteration von Mittelpunkt und Radius unter Ansatz der inneren Reibungswinkel entsprechend Tabelle 6 ergab einen ausreichenden Auslastungsgrad von 0,81 bis 0,95 und damit von < 1 .

Nach Vorliegen der Ergebnisse der Eignungsprüfungen sind die Standsicherheitsberechnungen zu aktualisieren. Sofern, wie in Tab. 1 aufgelistet, eine geotextile Trennlage unterhalb der TEM bei Einsatz einer Trag- und Ausgleichsschicht eingebaut werden soll, sind die Standsicherheitsnachweise unter Berücksichtigung des Grenzreibungswinkels zu aktualisieren.

Gegebenenfalls können sich Änderungen der unter Tab. 6 genannten Einbauhöhen ergeben.

13 Bewertung

Der Standsicherheitsnachweis ergab, dass bei allen berechneten Szenarien ein Auslastungsgrad von < 1 nachgewiesen wurde. Die Deponiewanne, die Randböschung und die technische Ersatzmaßnahme mit der Entwässerungsschicht ist im Bauzustand 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. Die Deponiewanne ist im südlichen Böschungsbereich auch in der Bemessungssituation BS-P (langjährige Standzeit der Deponiewannenböschungen) mit reduzierten Bodenkennwerten als standsicher zu bewerten. Die Laborergebnisse (Anlage 3.1) zeigen aber, dass das Material frostempfindlich ist und oberflächennah aufwittert.

14 Ausführungshinweise

14.1 Oberflächensicherung der Deponiewannenböschungen

Die Deponiewannenböschungen im Bereich der Unteren Süßwassermolasse werden im Lauf der Deponieverfüllung sukzessive überbaut. Sie sind damit über mehrere Jahre freistehend. Die aus aufgewittertem Material bestehenden Schutthalde am Böschungsfuss der bestehenden Abbauteilböschungen zeigen die Erosionsanfälligkeit des Materials infolge von Austrocknung und Frostwechsel. Aus diesem Grund wird eine Erosionssicherung der Böschungen empfohlen. Erfahrungsgemäß ist hierfür eine Spritzbegrünung gut geeignet.

14.2 Einbau der Bodenmaterialien

Das Material ist lagenweise mit einer Schichtdicke von 30 cm (im verdichteten Zustand) einzubauen. Die Lagen sind jeweils einzeln zu verdichten. Die Berechnungen der Standsicherheits- und Setzungsberechnungen gehen von folgenden Material-, Einbau- und Verdichtungsvorgaben aus:

Tab. 7: Material-, Einbau- und Verdichtungsvorgaben

Schicht	Vorgaben	
	Material	Verdichtung
Schachtfundament außerhalb der Deponiefläche	Schluffiger, gut verdichtbarer Kies (Bodengruppe GU, z.B. Schotter der Körnung 0/45 oder schluffarmer Kies GW	bis 1 m Tiefe $\geq 100\%$ Proctor, entsprechend $E_{v2} 100 \text{ MN/m}^2$ 1 m unter Planum bis Auffüllungssohle $\geq 98\%$ Proctor anzustreben $\geq 100\%$ Proctor ¹⁾
Schachtfundament innerhalb der Deponiefläche	Schluffiger, gut verdichtbarer Kies (Bodengruppe GU, z.B. Schotter der Körnung 0/45 oder schluffarmer Kies GW alternativ Einbau von feinkörnigen (Bodengruppen ST, TM, TU) und Verfestigung (Einfräsen) von Kalk	bis 1 m Tiefe $\geq 100\%$ Proctor, entsprechend $E_{v2} 100 \text{ MN/m}^2$ 1 m unter Planum bis Auffüllungssohle $\geq 98\%$ Proctor anzustreben $\geq 100\%$ Proctor ¹⁾
Auflager Sickerwasserleitung östlich der Deponie	Gemischtkörnige oder grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GU), Bei Einbau von feinkörnigen (Bodengruppen ST, TM, TU) ist eine Verfestigung mit Kalk durchzuführen (für die Standsicherheit der Böschungen nicht relevant)	bis 1 m Tiefe $\geq 100\%$ Proctor ¹⁾ , entsprechend $E_{v2} 100 \text{ MN/m}^2$ 1 m unter Planum bis Auffüllungssohle Bodengruppe GW ¹⁾ : $\geq 98\%$ Proctor, entsprechend $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ Bodengruppe GU): $\geq 97\%$ Proctor, entsprechend $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$
Profilierung unter der technischen Ersatzmassnahme betreffend die geologische Barriere (qualifiziert aufgebaute Verfüllung)	Gemischtkörnige oder grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GU, GU*), zum Teil feinkörnige Böden mit zumindest steifer Konsistenz in einem Anteil von maximal 30 % der Gesamtschichtdicke (Bodengruppen ST, TM, TU), bei Verfestigung mit Kalk höhere Mächtigkeiten als 30 % der Gesamtmächtigkeit mit Verbesserung Deponieplanum im Bereich undurchlässiger Böden (Verfüllung) durch Dränschicht, $d = 0,2 \text{ m}$, 0/32 mm, $k_f \leq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$; alternativ GW-Dränagen oder GW-Rigolen; nach Bedarf	bis 1 m Tiefe $\geq 100\%$ Proctor ¹⁾ , entsprechend $E_{v2} 100 \text{ MN/m}^2$ 1 m unter Planum bis Auffüllungssohle (Bereiche der Sickerwasserleitung) Bodengruppe GW ¹⁾ : $\geq 98\%$ Proctor, entsprechend $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ Bodengruppe GU): $\geq 97\%$ Proctor, entsprechend $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ Außerhalb der Bereiche der Sickerwasserleitung $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Schicht	Vorgaben	
	Material	Verdichtung
Keilschüttung zur Verminderung von Setzungssprüngen am östlichen Deponierand	Schluffiger, gut verdichtbarer Kies (Bodengruppe GU, idealerweise Kalksteinschotter 0/45, so dass eine gute Verzahnung der Komponenten gewährleistet ist	Bodengruppe GW ¹⁾ : ≥ 98 % Proctor, entsprechend $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ Bodengruppe GU ²⁾ : ≥ 97 % Proctor, entsprechend $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$
Östliche Randböschung des Deponieauflagers	Kernbereich außer grobkörnigem Boden auch gemischtkörnige und grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GU, GU*) Feinkörnige Böden mit zumindest steifer Konsistenz in einem Anteil von maximal 30 % der Gesamtschichtdicke (Bodengruppen ST, TM, TU), bei Verfestigung mit Kalk höhere Mächtigkeiten als 30 % der Gesamtmächtigkeit Deponieseitiger Bereich zur Sicherstellung der Standsicherheit bei Befahrung Einbau einer insgesamt rund 3 m mächtigen Schicht aus grobkörnigem Boden Bodengruppen GW, GU bzw. idealerweise Kalksteinschotter 0/45, so dass eine gute Verzahnung der Komponenten gewährleistet ist. Verbesserung Deponieplanum im Bereich undurchlässiger Böden (Verfüllung) durch Dränschicht, $d = 0,2 \text{ m}$, $0/32 \text{ mm}$, $k_f \leq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$; alternativ GW-Dränagen oder GW-Rigolen; nach Bedarf	$\geq 30 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum ³⁾ , anzustreben sind 45 MN/m^2
Steinbruchverfüllung östlich der Deponie	Gemischtkörnige und grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GU, GU*) sowie feinkörnige Böden, anzustreben ist zumindest steife Konsistenz (Bodengruppen ST, TM, TU)	Keine Vorgaben, standsicherer Einbau ist notwendig

- 1) Vorgaben aus ZTVE-StB 94, Fassung 1997: Tabellen 2 und 3 bezüglich der eingebauten Böden den Richtwerten für die Zuordnung von Verdichtungsgrad D_{Pr} und Verformungsmodul E_{v2} (ZTVE-StB 94, Fassung 1997: Tabelle 8)
- 2) Nach Wert für Bodengruppe SW entsprechend ZTVE-StB 94/97: Tab. 8 bzw. nach Fachliteratur für gemischtkörnige Böden der Bodengruppe GU
- 3) Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-3: Seite 17, Abschnitt 8: Einbau, Absatz a

Zusätzlich ist jeweils der Verhältniswert Ev_2/Ev_1 heranzuziehen. Das Verhältnis der Verformungswerte liefert einen Hinweis darauf, ob durch weitere Verdichtung der Ev_2 -Wert noch erhöht werden kann. Näherungsweise ist bei der Bodengruppe GW von $\leq 2,5$ und entsprechend Fachliteratur von $\leq 3,0$ bei gemischtkörnigen Böden (Bodengruppe GU) auszugehen.

14.3 Aufbau des östlichen Randdammes, der Profilierungen, der technischen Ersatzmassnahme und der Entwässerungsschicht

14.3.1 Böschungen mit Böschungsneigung von $26,6^\circ$ (Neigung 1: 2)

Die Standsicherheitsnachweise ergaben für die Randböschung, für die Profilierungen und für die technische Ersatzmassnahme bei einer Böschungsneigung von $26,6^\circ$ (Neigung 1: 2) eine ausreichende Standsicherheit bei einer Höhe von 10 m. Gleichwohl wird, da Inhomogenitäten nicht auszuschließen sind, empfohlen, die Höhe auf 6 m zu beschränken.

14.3.2 Böschungen mit Böschungsneigung von $> 26,6^\circ$ bis zu 40°

Böschungshöhen von 5 m der technischen Ersatzmassnahme und Böschungshöhen von 2,5 m der Entwässerungsschicht über Technische Ersatzmaßnahme dürfen nur mit rechnerischem Nachweis überschritten werden.

14.4 Aufbau von Profilierungen im Bereich der Sohlfläche

Bei Bedarf sind Aufprofilierungen im Bereich der Sohlfläche durchzuführen. Hierfür sind sinngemäß die oben genannten Ausführungen einzuhalten.

14.5 Technische Ersatzmassnahme

Gemäß hydrogeologischem Standortgutachten verfügt die Deponie mit Ausnahme der südlichen Böschung in den Mergeln und Schluffen der Unteren Süßwassermolasse über keine geologische Barriere entsprechend den 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 mit einer Schichtdicke von 1 m errichtet. Die Neigung des Planums beträgt im Bereich der östlichen Randböschung $26,6^\circ$, entsprechend 1: 2. Im Bereich der Südböschung beträgt die Neigung auf der Profilierung $26,6^\circ$, entsprechend 1: 2. Sofern die Depo-niesohlfäche der Abbauböschung folgt, beträgt die Neigung 30° und 40° . Sofern die bautechni-schen Verhältnisse und die Ergebnisse der Eignungsprüfungen und des Probefeldes den flächigen Einbau der Technischen Ersatzmassnahme und der Entwässerungsschicht erlauben, kann der Einbau bei einer Böschungsneigung von 1: 2 flächig in Richtung des Böschungseinfalls mit einer Einbaudicke von ca. 30 cm abschnittweise erfolgen. Hierbei müssen voraussichtlich die Maschinen und Fahrzeuge mit Stahlseilen gesichert werden. Das Material ist lagenweise mit einem Verdich-tungsgrad von $D_{Pr} \geq 95\%$ (BQS 2-3 Abschnitt 8 Ziffer c) zu verdichten (verdichtete Lagendicke ca. 25 cm).

Sind die o.g. Verhältnisse bei einer Böschungsneigung von 1: 2 nicht gegeben sowie im Bereich der steileren Böschungen (bis 40° Böschungsneigung) ist das Material nach BQS 2-3 Abschnitt 8, Ziffer n in horizontalen Lagen mit einer Einbaudicke von ca. 30 cm abschnittweise 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). Dabei kann die Technische Ersatzmassnahme mit einer Ein-bauhöhe von 5 m eingebaut werden, die Dränageschicht kann mit einer Einbauhöhe von 2,5 m errichtet werden.

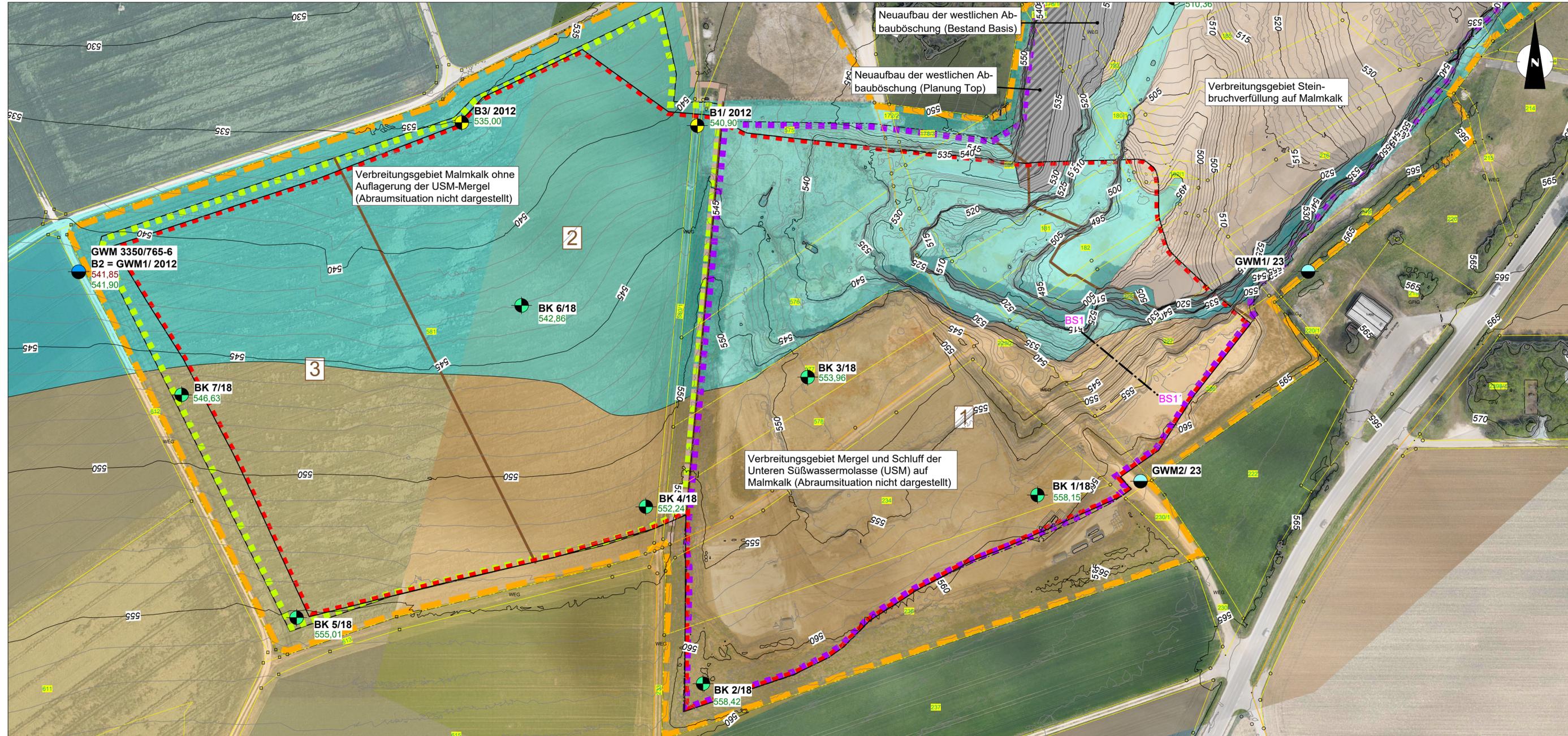
Die Einbauhöhe der temporär frei stehenden Böschung variiert bei Böschungen mit einem Bö-schungswinkel von mehr als 40° je nach Böschungsneigung, Reibungswinkel und Kohäsion des zum Einsatz kommenden Materials zwischen 1 m und 1,5 m („Tannenbaumbauprinzip“ AU Con-sult: Abbauwände: Plan-Nr. AI-AUC-De 03_G 10_00). Die realisierbaren Einbauhöhen sind ver-suchstechnisch vorab zu bestimmen.

Entsprechend den Erfahrungen in der geotechnischen Fremdprüfung mit ähnlichen Deponieböschungen kann die lagenweise Verdichtung mit dem Anbauverdichter erfolgen. Um zwischen den Lagen eine optimale Verzahnung zu gewährleisten, ist eine Bearbeitung der jeweils verdichteten Teilfläche mit einem Verdichterrad mit Schaffußrolle notwendig. Im Gegensatz zu einer Hand-Schaffußwalze entfällt damit die Notwendigkeit, den Böschungsbereich zu begehen oder zu befahren (Anlage 2.3.3-4). Um eine qualitativ hochwertige Oberfläche der technischen Ersatzmassnahme herzustellen, ist der Einbau der Lagen mit einer Überbreite von mindestens ca. 10 cm auszuführen. Nach erfolgtem Einbau des jeweiligen Abschnittes ist die technische Ersatzmassnahme abschließend mit der glatten Baggerschaufel auf die Sollstärke zu profilieren. Anschließend erfolgt der Einbau der Flächendränage und der keilförmige Einbau des Deponats als Stützkeil. Im nächsten Schritt kann der jeweils nächste Höhenabschnitt der technischer Ersatzmassnahme errichtet werden.

Bad Wörishofen, den 04.08.2023

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

Geo + Plan Geotechnik GmbH
Dipl.-Geol. Achim Veigel
- Geschäftsführer -



Legende

Topographie / Flurnummern / Eigentumsband / Geländehöhen

- Flurstücksgrenze, im Plan gelb dargestellt
- Flurstücknummern
- Höhenlinien Bestand
- Eigentumsband Eckle (Grundstücksgrenze)

Steinbruch/ RC-Bereich / Schotterwerk

- (Tatsächlich nutzbare) Abbaugrenze des bestehenden Abbaus (OK Abbauböschung)
- Abgrenzung bestehender Steinbruch / Erweiterungsfläche Steinbruch
- (Tatsächlich nutzbare) Abbaugrenze für geplanten Abbau (OK Abbauböschung)
- Bezeichnung Abbaubereiche mit Abbaubereichsgrenze

DK0-Deponie

- Deponieumring DK0-Betriebsdeponie für Boden- und Bauschutt im Recyclingpark Albeck

Bohrungen / Grundwassermessstellen

- Kernbohrung Jahr 1993 und 2012/ Bohrung Jahr 2018
- Grundwassermessstelle Bestand
- Geplante zu- und Abstrommessstelle DK0-Deponie Ausführung vor Inbetriebnahme der DK0-Deponie

B3/ 2012
 Bezeichnung Bohrung / Grundwassermessstelle
 Höhe Rohroberkante (ROK) in [m ü.NN]
 Höhe Bohrsatzpunkt (GOK) in [m ü.NN]

BS1 - **BS1'** Berechnungs-Profilsschnitt

Bad Wörlishofen, den 04.08.2023

Achim Veigel

Dipl.-Geol. Achim Veigel
 Geo + Plan Geotechnik GmbH
 - Verfasser -

Plangrundlagen:

Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden Württemberg:
 - Digitales Orthophoto; Aufnahmedatum: 11.06.2017

Dörr Ingenieurbüro:

- Digitales Luftbild aus Drohnenbefliegung mit Auflösung 10cm vom 09.05.2021
- Plan AI-Dö-Se01_G04: Abbauplan mit Betriebsgrenzen
- Flurgrenzen (aus Plan 3220-LP007-20190218)
- Digitales Höhenmodell aus Drohnenbefliegung vom 09.05.2021

AU Consult GmbH:

Plan AI-AUC-De 01 G20 00: Lageplan Sickerwasserableitung mit Darstellung der Deponiewanne

Verwendetes Koordinatensystem: Gauß-Krüger, Zone 3 (GK3)

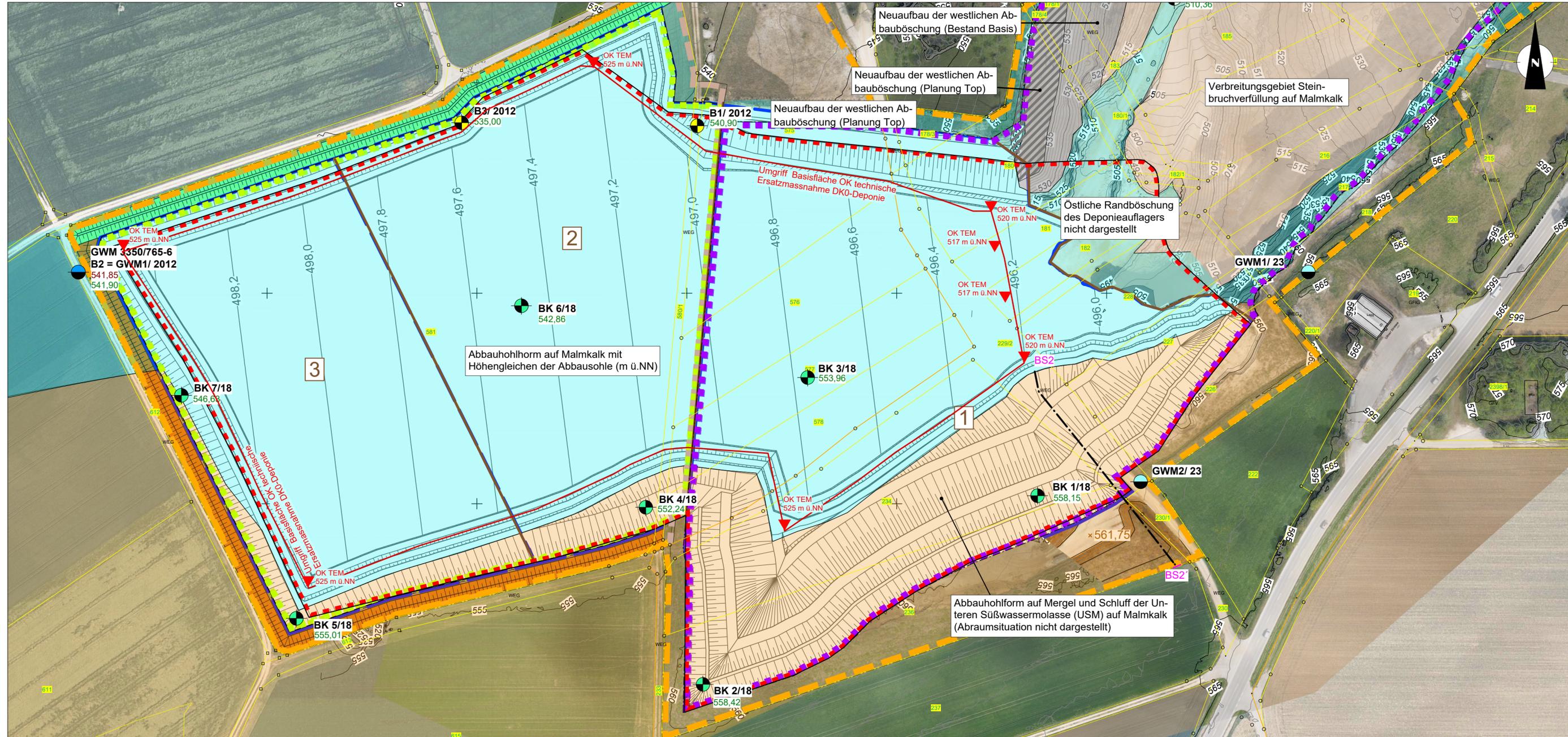
Hinweis:

Plan enthält keine Angaben zu Erdleitungen oder sonstigen Sparten.

Maßstab M 1: 1.250



PROJEKT: DK0-Betriebsdeponie für Boden- und Bauschutt im Recyclingpark Albeck		PROJEKTNUMMER: 2016-05-001/3-04	
AUFTRAG: Standortsicherheitsnachweis der Deponiewanne sowie des Überlappungsbereichs zur Steinbruchverfüllung mit Ausführungshinweisen		MAßSTAB: 1: 1.250	
PLANBEZEICHNUNG: Bestandslageplan mit geologischen Grenzen		ANLAGE: 1.1	
LAGE:	LANDKREIS: Alb-Donaukreis	GEMENDE: Langenau	GEMARKUNG: Albeck
INDEX:	GEÄNDERT:	BEARBEITET:	GEZEICHNET:
A	Erstellt	AV	04.08.2023
		AV	04.08.2023
AUFTRAGGEBER / AUFTRAGNEHMER: Geo + Plan Geotechnik GmbH Max-Planck-Straße 13 86825 Bad Wörlishofen Tel.: 08247/998-737-0 Fax: 08247/998-737-9 Mobil: 0171/50 10 510 e-mail: a.veigel@geo-planung.de		 Eckle GmbH Bauunternehmen Kiesgräbe 16 89129 Langenau Tel.: 07345/9646-0 Fax: 073 45 / 96 46-50	



Legende

- Topographie / Flurnummern / Eigentumsband / Geländehöhen**
- Flurstücksgrenze, im Plan gelb dargestellt
 - Flurstücknummern
 - Höhenlinien Bestand
 - Eigentumsband Eckle (Grundstücksgrenze)
 - (Tatsächlich nutzbare) Abbaugrenze des bestehenden Abbaus (OK Abbauböschung)
 - Abgrenzung bestehender Steinbruch / Erweiterungsfläche Steinbruch
 - (Tatsächlich nutzbare) Abbaugrenze für geplanten Abbau (OK Abbauböschung)
 - Bezeichnung Abbaubereiche mit Abbaubereichsgrenze
- DK0-Deponie**
- Deponieumring DK0-Betriebsdeponie für Boden- und Bauschutt im Recyclingpark Albeck
- Bohrungen / Grundwassermessstellen**
- Kernbohrung Jahr 1993 und 2012/ Bohrung Jahr 2018
 - Grundwassermessstelle Bestand
 - Geplante zu- und Abstrommessstelle DK0-Deponie Ausführung vor Inbetriebnahme der DK0-Deponie
- Steinbruch/ RC-Bereich / Schotterwerk**
- Bezeichnung Abbaubereiche mit Abbaubereichsgrenze

B3/ 2012 Bezeichnung Bohrung / Grundwassermessstelle
 541,85 Höhe Rohroberkante (ROK) in [m ü.NN]
 541,91 Höhe Bohransatzpunkt (GOK) in [m ü.NN]

BS2 — **BS2** Berechnungs-Profilanschnitt

Bad Wörishofen, den 01.06.2022

Achim Veigel
 Dipl.-Geol. Achim Veigel
 Geo + Plan Geotechnik GmbH
 - Verfasser -

Plangrundlagen:
 Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden Württemberg.:
 - Digitales Orthophoto; Aufnahmedatum: 11.06.2017

Dörr Ingenieurbüro:
 - Digitales Luftbild aus Drohnenbefliegung mit Auflösung 10cm vom 09.05.2021
 - Plan AI-Dö-Se01_G04: Abbauplan mit Betriebsgrenzen
 - Flurgrenzen (aus Plan 3220-LP007-20190218)
 - Digitales Höhenmodell aus Drohnenbefliegung vom 09.05.2021

AU Consult GmbH:
 Plan AI-AUC-De 01 G20 00: Lageplan Sickerwasserableitung mit Darstellung der Deponiewanne

Verwendetes Koordinatensystem: Gauß-Krüger, Zone 3 (GK3)

Hinweis:
 Plan enthält keine Angaben zu Erdleitungen oder sonstigen Sparten.



PROJEKT-DATEN		PROJEKTNUMMER:	
DK0-Betriebsdeponie für Boden- und Bauschutt im Recyclingpark Albeck		2016-05-001/3-04	
AUFTRAG:			
Standisicherheitsnachweis der Deponiewanne sowie des Überlappungsbereichs zur Steinbruchverfüllung mit Ausführungshinweisen			
PLANBEZEICHNUNG:		MAßSTAB:	
Lageplan Abbauhohlform, Darstellung der Begrenzung der Profilierung der Basisfläche (OK Technische Ersatzmassnahme) mit geologischen Grenzen und Darstellung der berechnungsrelevanten Schnittführung		1: 1.250	
LAGE:		ANLAGE:	
Landkreis: Alb-Donaukreis		1.2	
GEMEINDE: Langenau		PLAN-NR.:	
GEMARKUNG: Albeck		AI-Geo-St G01 01	
INDEX:		BEARBEITER:	
GEÄNDERT:		GEZEICHNET:	
Ä		AV	
Erstellt		04.08.2023	
		GEPÜFT:	
		AV	
		DATUM:	
		04.08.2023	

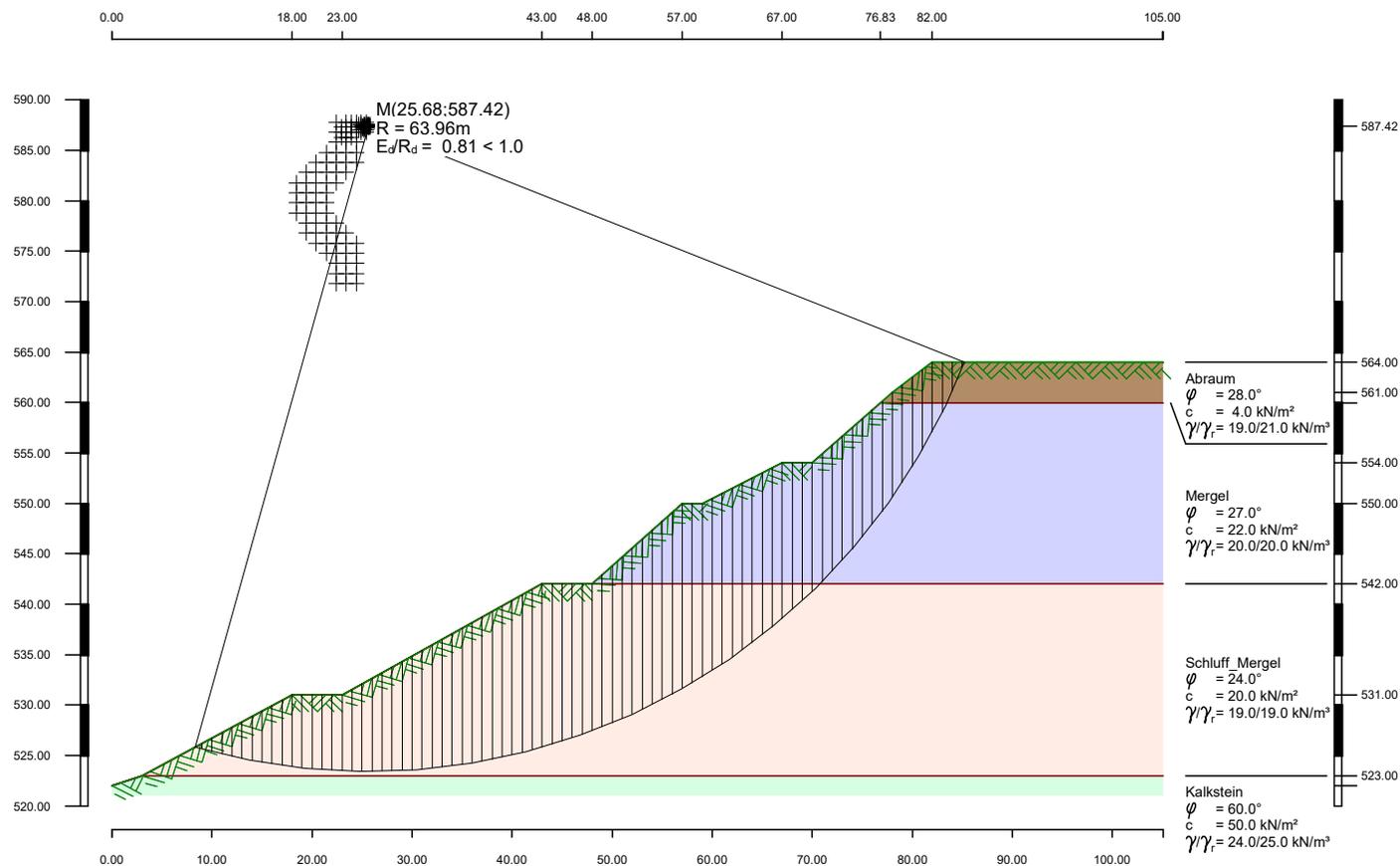
Geo + Plan

Geo + Plan Geotechnik GmbH
 Max-Planck-Straße 13
 86825 Bad Wörishofen
 Tel.: 08247/998-737-0
 Fax: 08247/998-737-9
 Mobil: 0171/50 10 510
 e-mail: a.veigel@geo-planung.de

KLAUS GRUPPE

Eckle GmbH
 Bauunternehmen

Kiesgräble 16 89129 Langenau
 Tel.: 07345/ 9646-0
 Fax: 073 45 / 96 46-50



Projekt: DK0 Betriebsdeponie Deponie Albeck
Berechnungs-Profileschnitt QD3 - QD3' Bemessungssituation BS-T

Projektnr.: 2016-05-001/03

Bemerk.: Böschungshöhe oberhalb Fels: 41 m: Iteration Gleitkreise (variierend. Mittelpunkt, variierend. Radius)
Berechn. nach Eurocode 7; Bodenkennwerte nach DIN 1055: 2010-11 u. Reihe B Münchner geowiss. Abhandl. Heft 17

Maßstab : 1: 750

Bearbeit.: 23.05.2022

Geo + Plan Geotechnik GmbH

Max-Planck-Strasse 13

86825 Bad Wörishofen

Tel.: 08247/998-737-0

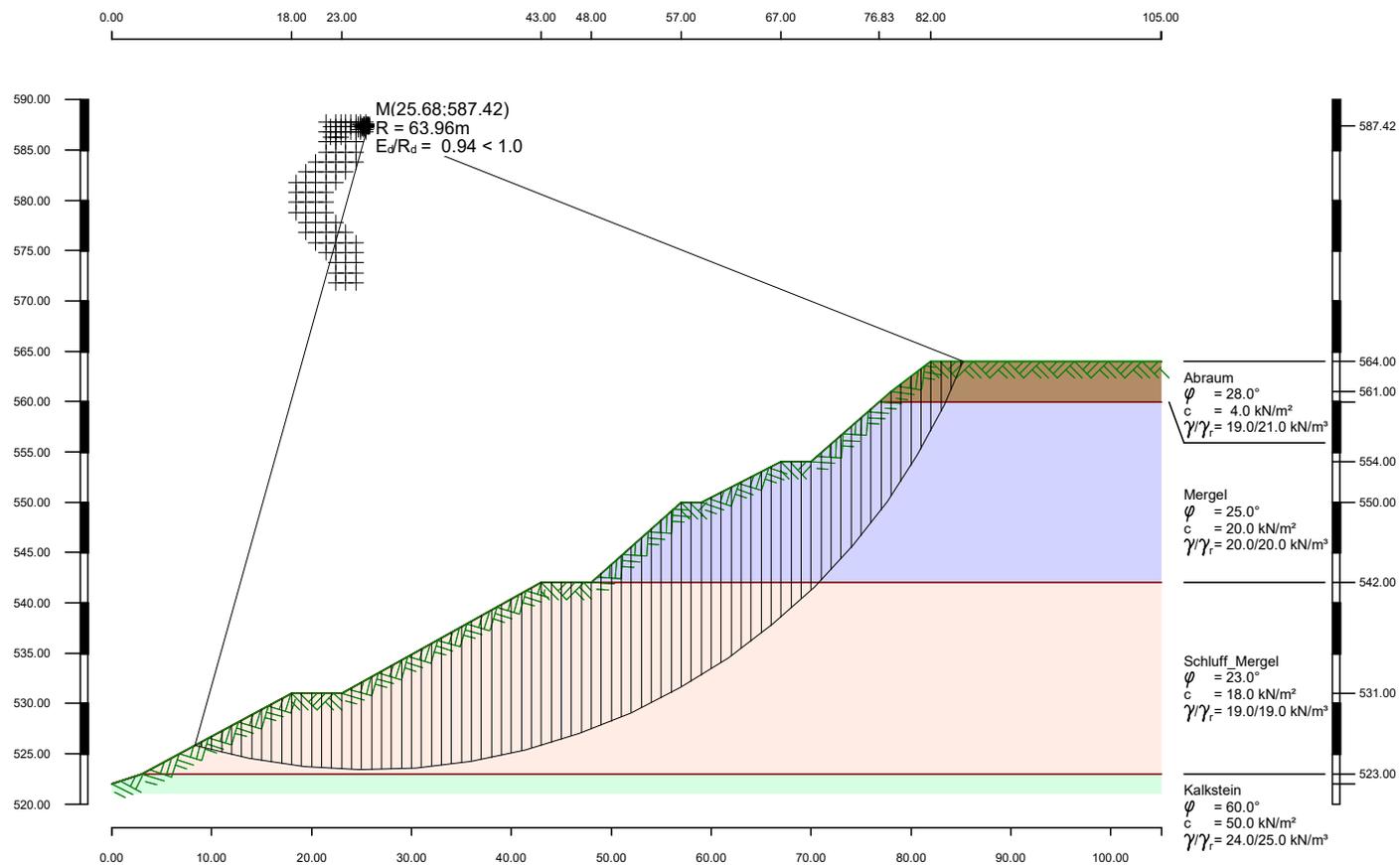
Fax: 08247/998-737-9

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

Programm DC-Böschung/Win Version 8.42

Geo + Plan

Anlage: 2.1.1



Projekt: DK0 Betriebsdeponie Deponie Albeck
 Berechnungs-Profileschnitt QD3 - QD3' Bemessungssituation BS-P

Projektnr.: 2016-05-001/03

Bemerk.: Böschungshöhe oberhalb Fels: 41 m: Iteration Gleitkreise (variierend. Mittelpunkt, variierend. Radius)
 Berechn. nach Eurocode 7; Bodenkennwerte nach DIN 1055: 2010-11 u. Reihe B Münchner geowiss. Abhandl. Heft 17

Maßstab : 1: 750

Bearbeit.: 23.05.2022

Geo + Plan Geotechnik GmbH

Max-Planck-Strasse 13

86825 Bad Wörishofen

Tel.: 08247/998-737-0

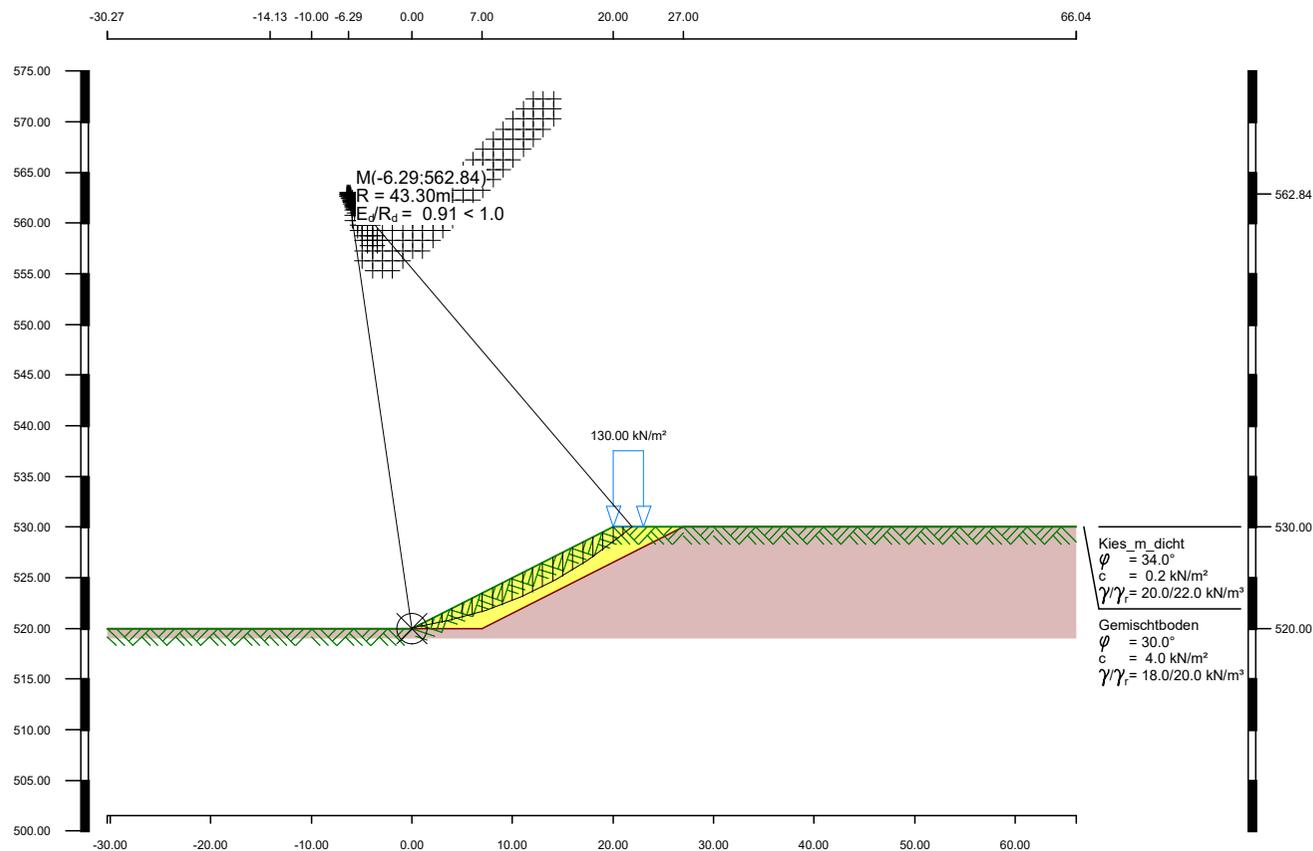
Fax: 08247/998-737-9

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

Programm DC-Böschung/Win Version 8.42

Geo + Plan

Anlage: 2.1.2



Projekt: DK0 Betriebsdeponie Deponie Albeck
Berechnungs-Profileschnitt in Südwest - Nordostrichtung

Projektnr.: 2016-05-001/03

Bemerk.: Aufbau östliche Randböschung Böschungshöhe 10 m: Iteration Gleitkreise (variierend. Mittelpunkt, variierend. Radius)
Berechn. nach Eurocode 7; Bodenkennwerte nach DIN 1055-2

Maßstab : 1: 750

Bearbeit.: 22.05.2022

Geo + Plan Geotechnik GmbH

Max-Planck-Strasse 13

86825 Bad Wörishofen

Tel.: 08247/998-737-0

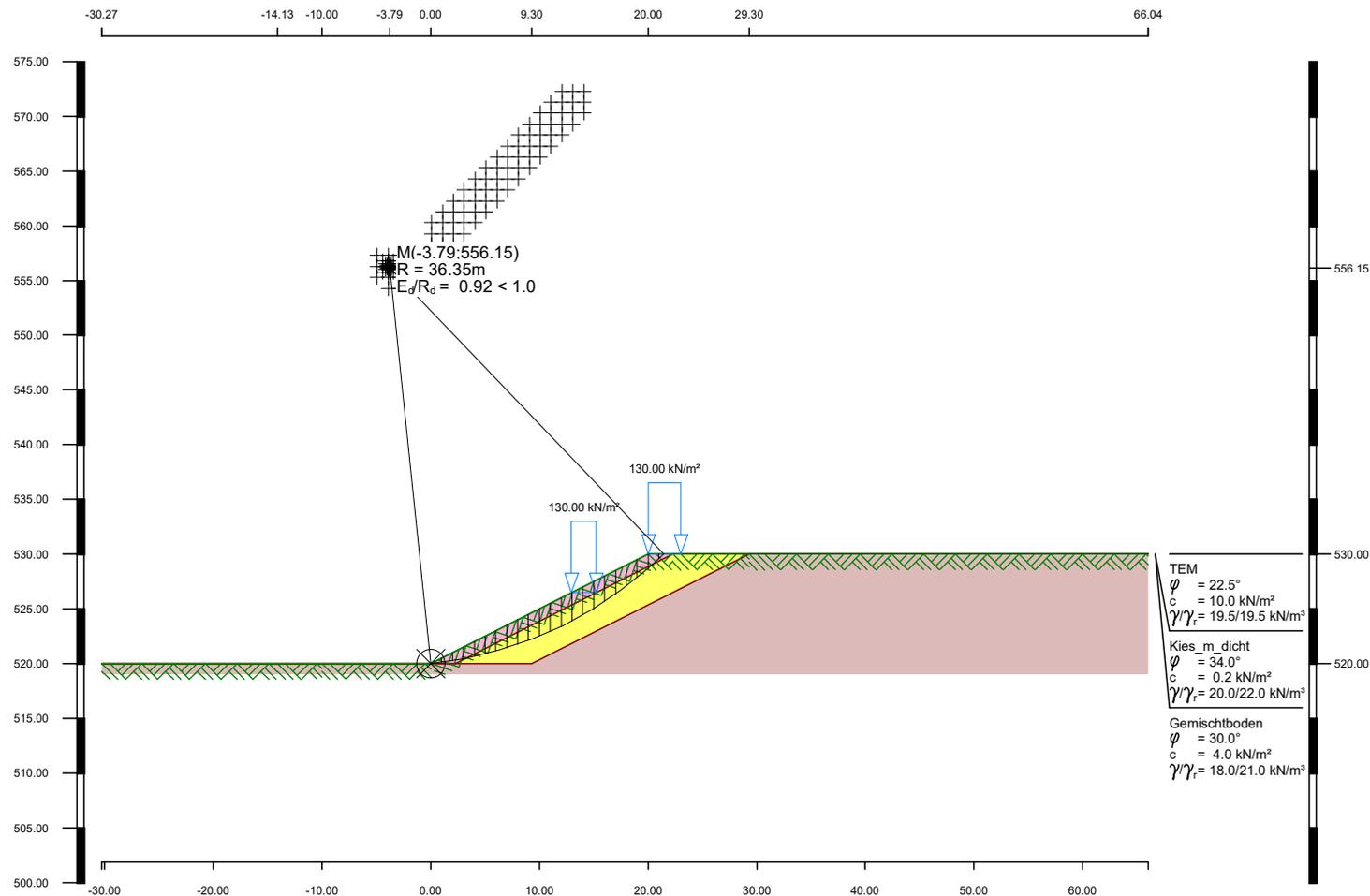
Fax: 08247/998-737-9

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

Programm DC-Böschung/Win Version 8.42

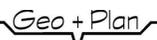
Geo + Plan

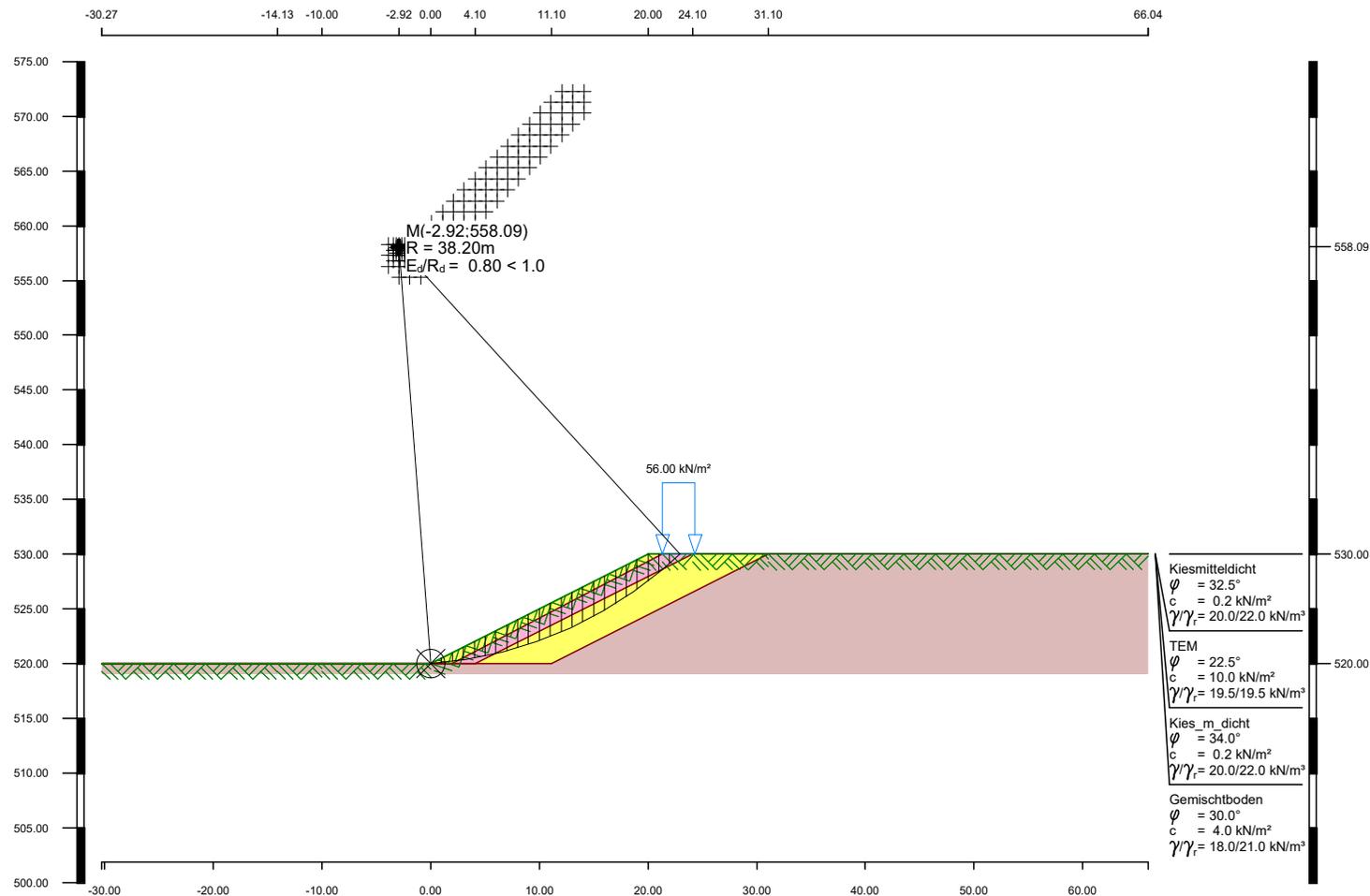
Anlage: 2.2.1



Projekt: DK0 Betriebsdeponie Deponie Albeck Berechnungs-Profileschnitt in Südwest - Nordostrichtung (Böschungsneigung 1: 2 (26,6°) Bemessungssituatin BS-T
Projektnr.: 2016-05-001/03
Bemerk.: Technische Ersatzmassnahme Böschungshöhe 10 m: Iteration Gleitkreise (variierend. Mittelpunkt, variierend. Radius) Berechn. nach Eurocode 7; Bodenkennwerte nach DIN 1055-2
Maßstab : 1: 650
Bearbeit.: 23.05.2022

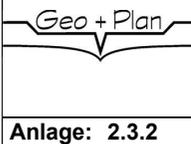
Geo + Plan Geotechnik GmbH
 Max-Planck-Strasse 13
 86825 Bad Wörishofen
 Tel.: 08247/998-737-0
 Fax: 08247/998-737-9
 E-Mail: a.veigel@geo-planung.de
 Programm DC-Böschung/WWin Version 8.42


Anlage: 2.3.1

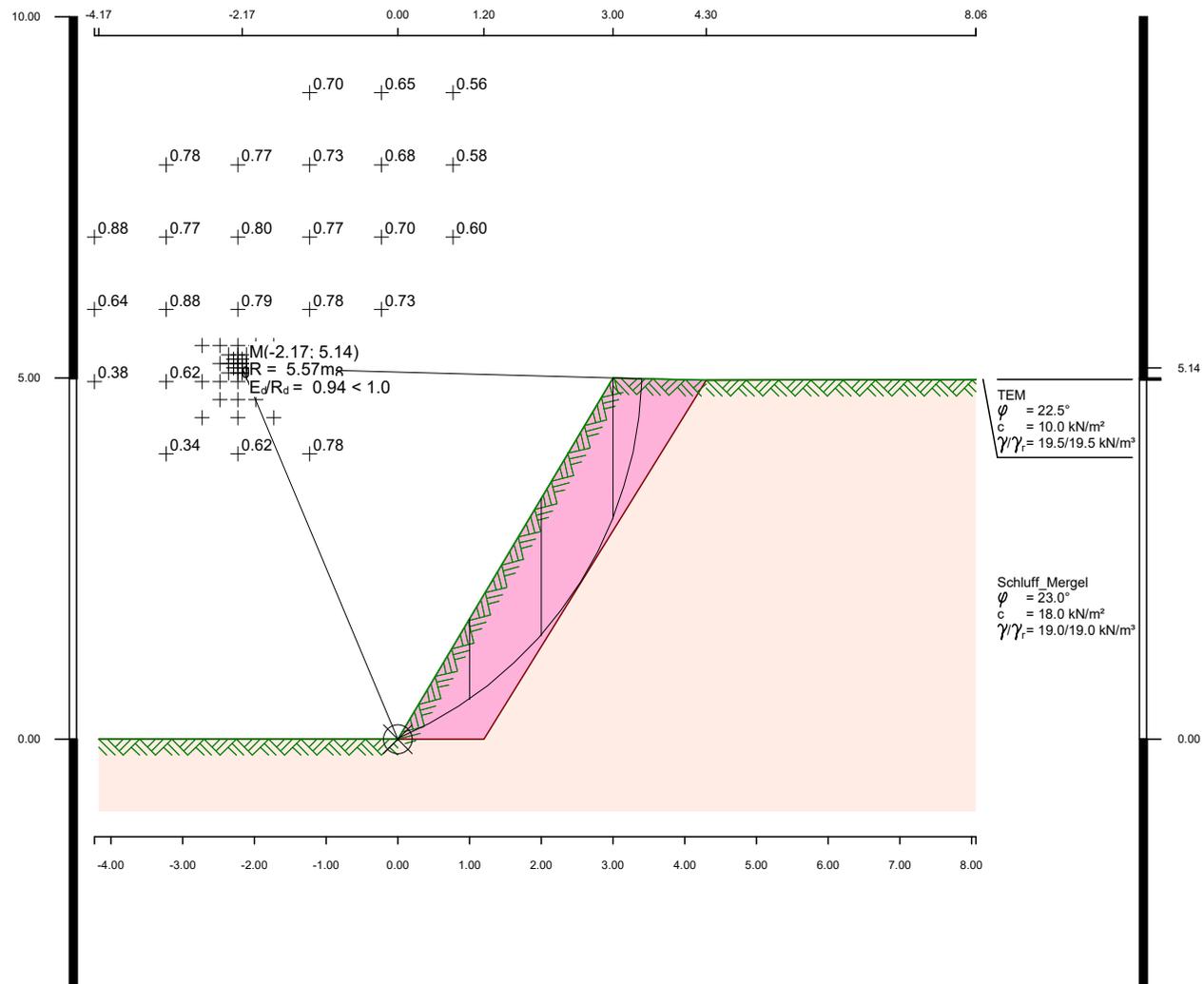


Projekt: DK0 Betriebsdeponie Deponie Albeck Berechnungs-Profileschnitt in Südwest - Nordostrichtung (Böschungsneigung 1: 2 (26,6°) Bemessungssituation BS-T
Projektnr.: 2016-05-001/03
Bemerk.: Dränschicht (nicht befahrbar) Böschungshöhe 10 m: Iteration Gleitkreise (variierend. Mittelpunkt, variierend. Radius) Berechn. nach Eurocode 7; Bodenkennwerte nach DIN 1055-2
Maßstab : 1: 650
Bearbeit.: 23.05.2022

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

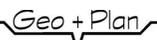


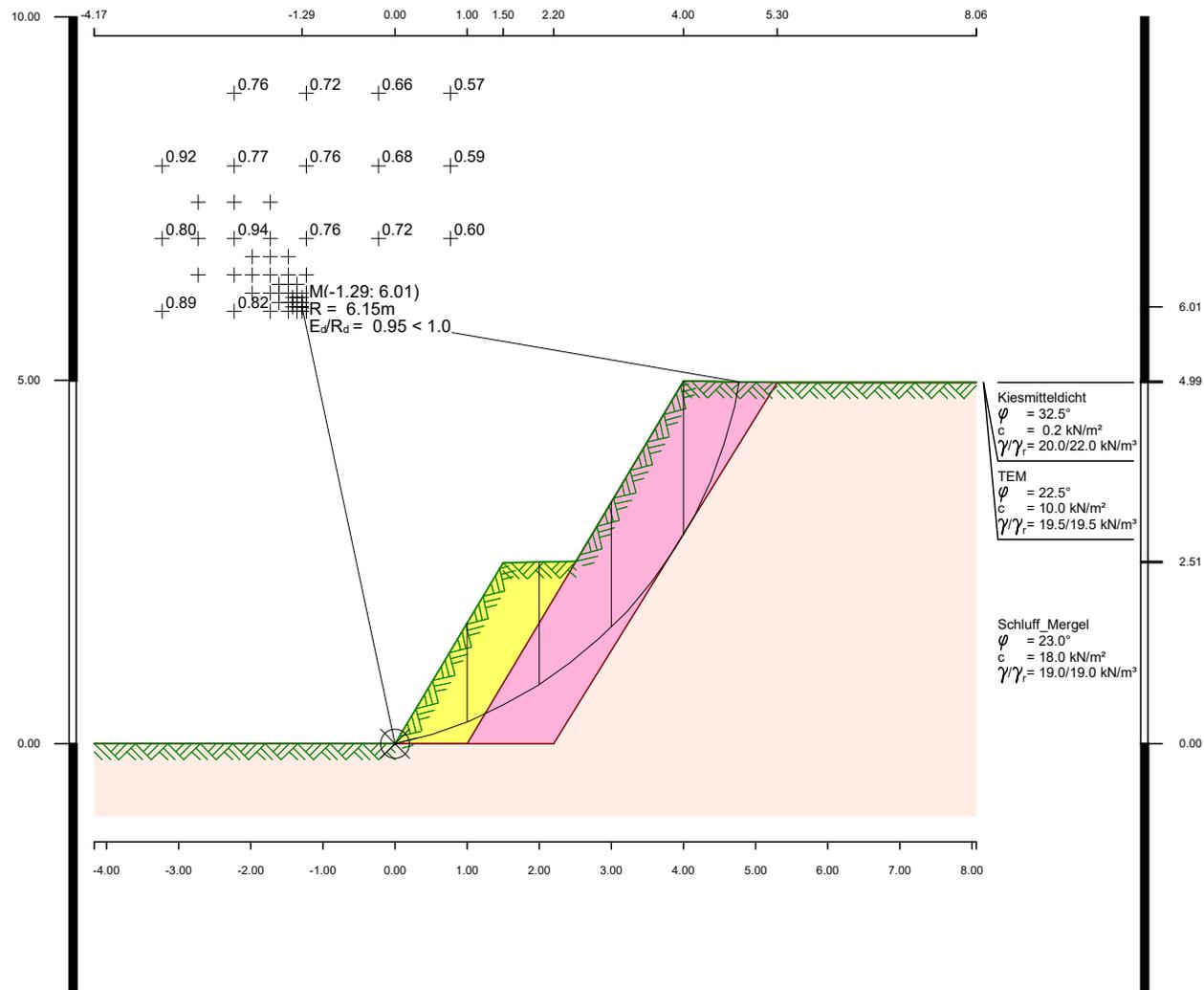
Anlage: 2.3.2



Projekt:	DK0 Betriebsdeponie Deponie Albeck Berechnungs-Profileschnitt QD3 - QD3' (Böschungsneigung 1: 1,2 40°) Bemessungssituation BS-T
Projektnr.:	2016-05-001/03
Bemerk.:	Technische Ersatzmassnahme Böschungshöhe 5 m Iteration Gleitkreise (variierend. Mittelpunkt, variierend. Radius) Berechn. nach Eurocode 7; Bodenkennwerte nach DIN 1055-2
Maßstab :	1: 100
Bearbeit.:	23.05.2022

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: 2.3.3



Projekt: DK0 Betriebsdeponie Deponie Albeck Berechnungs-Profileschnitt QD3 - QD3' (Böschungsneigung 1: 1,2 40°) Bemessungssituation BS-T
Projektnr.: 2016-05-001/03
Bemerk.: Technische Ersatzmassnahme Böschungshöhe 2,5 m / 5,0 m Iteration Gleitkreise (variierend. Mittelpunkt, variierend. Radius) Berechn. nach Eurocode 7; Bodenkennwerte nach DIN 1055-2
Maßstab : 1: 100
Bearbeit.: 23.05.2022

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: 2.3.4



Projekt: **Schotterwerk Albeck**
Geokunststoffbewehrte Erde
Vorbemessung zur Angebotsauslegung

Projekt-Nr.: 2012063-2E-JEJ

Verfasser(in): July Ellen Jaramillo C, M.Sc.
Telefon: +49 2542 701-307
E-Mail: jaramillo@huesker.de

verantwortlich: 
i.A. J. Jaramillo, M.Sc.
Anwendungstechnik


i.V. Dipl.-Ing H. Hangen
Anwendungstechnik

Gescher, Datum 20.05.2022

Rechtliche Hinweise / Haftungsausschluss:

Das vorliegende Anwendungskonzept wurde individuell für Sie vorbereitet und auf vertraulicher Basis erstellt. Es dient lediglich der Veranschaulichung und stellt noch keinen detaillierten Entwurf dar. Die Verwendung des Konzeptes ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch die HUESKER Synthetic GmbH ist nicht gestattet.

Alle Aussagen des Konzeptes gelten nur für das hier beschriebene System inklusive Geometrie, Lasten, Böden, vorgeschlagener Geokunststoffe etc. mit all deren Kennwerten sowie Bauphasen, Belastungs- und Betriebsdauer. Abweichungen können die Sicherheit und/oder Gebrauchstauglichkeit gefährden und sind mit den Verfassern abzustimmen. Anderenfalls ist die Haftung für eventuelle Schäden ausgeschlossen.

Die HUESKER Synthetic GmbH besitzt die Eigentums- und Urheberrechte an diesem Anwendungskonzept. Es darf nicht im Ganzen oder in Auszügen ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung der HUESKER Synthetic GmbH vervielfältigt Dritten zugänglich gemacht werden.

HUESKER Synthetic GmbH

Fabrikstraße 13-15
D-48712 Gescher
Tel.: + 49 (0) 25 42 / 701 - 0
Mail: info@HUESKER.de
Web: www.HUESKER.de

Amtsgericht Coesfeld
HRB 5256
Geschäftsführer:
Dr. F. - Hans Grandin (Vorsitzender)
Sven Schröer

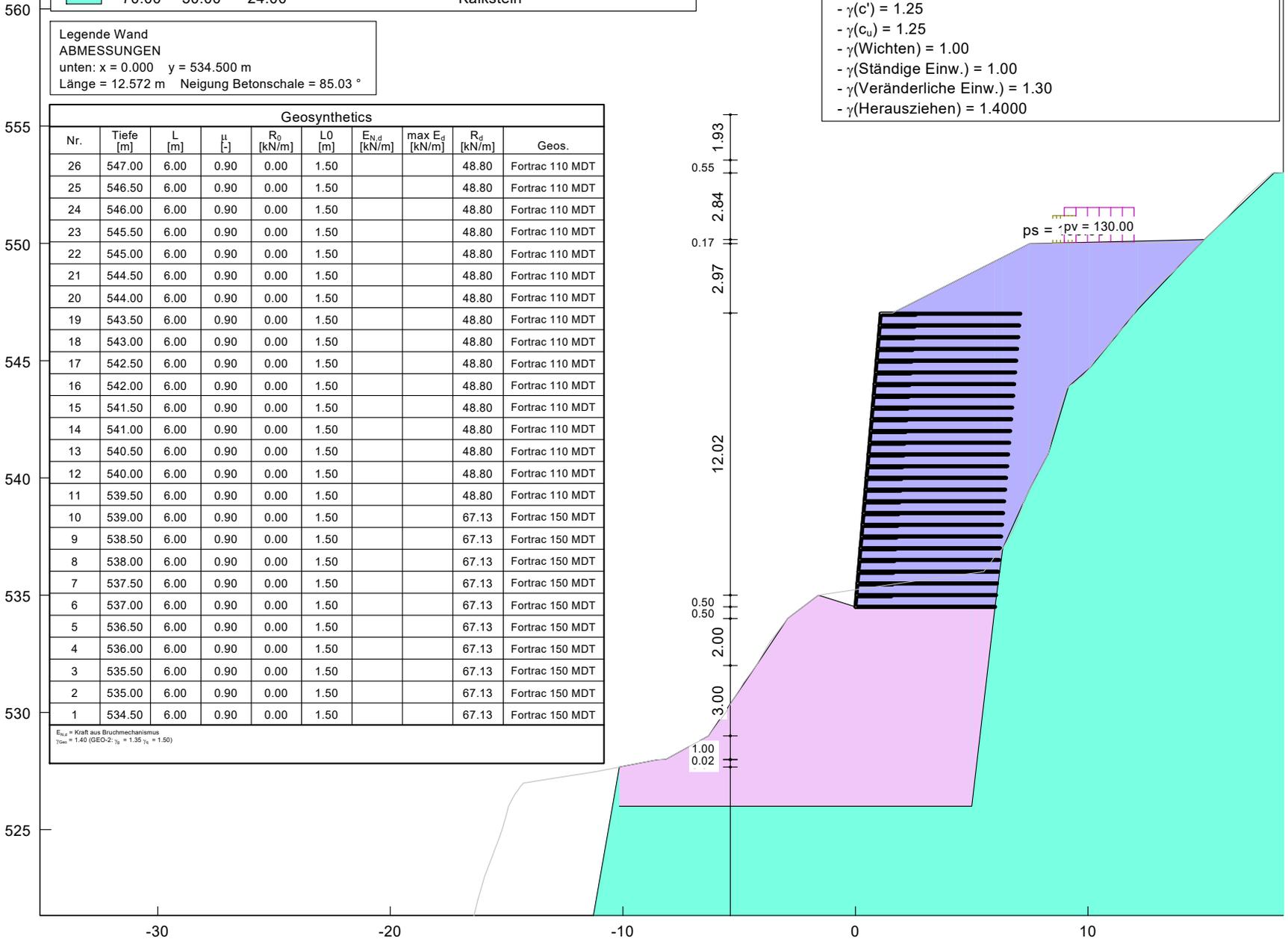
Norm: EC 7
 Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi')$ = 1.25
 - $\gamma(c')$ = 1.25
 - $\gamma(c_u)$ = 1.25
 - $\gamma(\text{Wichten})$ = 1.00
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.})$ = 1.00
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.})$ = 1.30
 - $\gamma(\text{Herausziehen})$ = 1.4000

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	20.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Kurzzeit
	36.00	80.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Langzeit
	70.00	50.00	24.00	Kalkstein

Legende Wand
 ABMESSUNGEN
 unten: x = 0.000 y = 534.500 m
 Länge = 12.572 m Neigung Betonschale = 85.03 °

Geosynthetics									
Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_d [kN/m]	L_0 [m]	$E_{N,d}$ [kN/m]	max E_d [kN/m]	R_d [kN/m]	Geos.
26	547.00	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
25	546.50	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
24	546.00	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
23	545.50	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
22	545.00	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
21	544.50	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
20	544.00	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
19	543.50	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
18	543.00	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
17	542.50	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
16	542.00	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
15	541.50	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
14	541.00	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
13	540.50	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
12	540.00	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
11	539.50	6.00	0.90	0.00	1.50			48.80	Fortrac 110 MDT
10	539.00	6.00	0.90	0.00	1.50			67.13	Fortrac 150 MDT
9	538.50	6.00	0.90	0.00	1.50			67.13	Fortrac 150 MDT
8	538.00	6.00	0.90	0.00	1.50			67.13	Fortrac 150 MDT
7	537.50	6.00	0.90	0.00	1.50			67.13	Fortrac 150 MDT
6	537.00	6.00	0.90	0.00	1.50			67.13	Fortrac 150 MDT
5	536.50	6.00	0.90	0.00	1.50			67.13	Fortrac 150 MDT
4	536.00	6.00	0.90	0.00	1.50			67.13	Fortrac 150 MDT
3	535.50	6.00	0.90	0.00	1.50			67.13	Fortrac 150 MDT
2	535.00	6.00	0.90	0.00	1.50			67.13	Fortrac 150 MDT
1	534.50	6.00	0.90	0.00	1.50			67.13	Fortrac 150 MDT

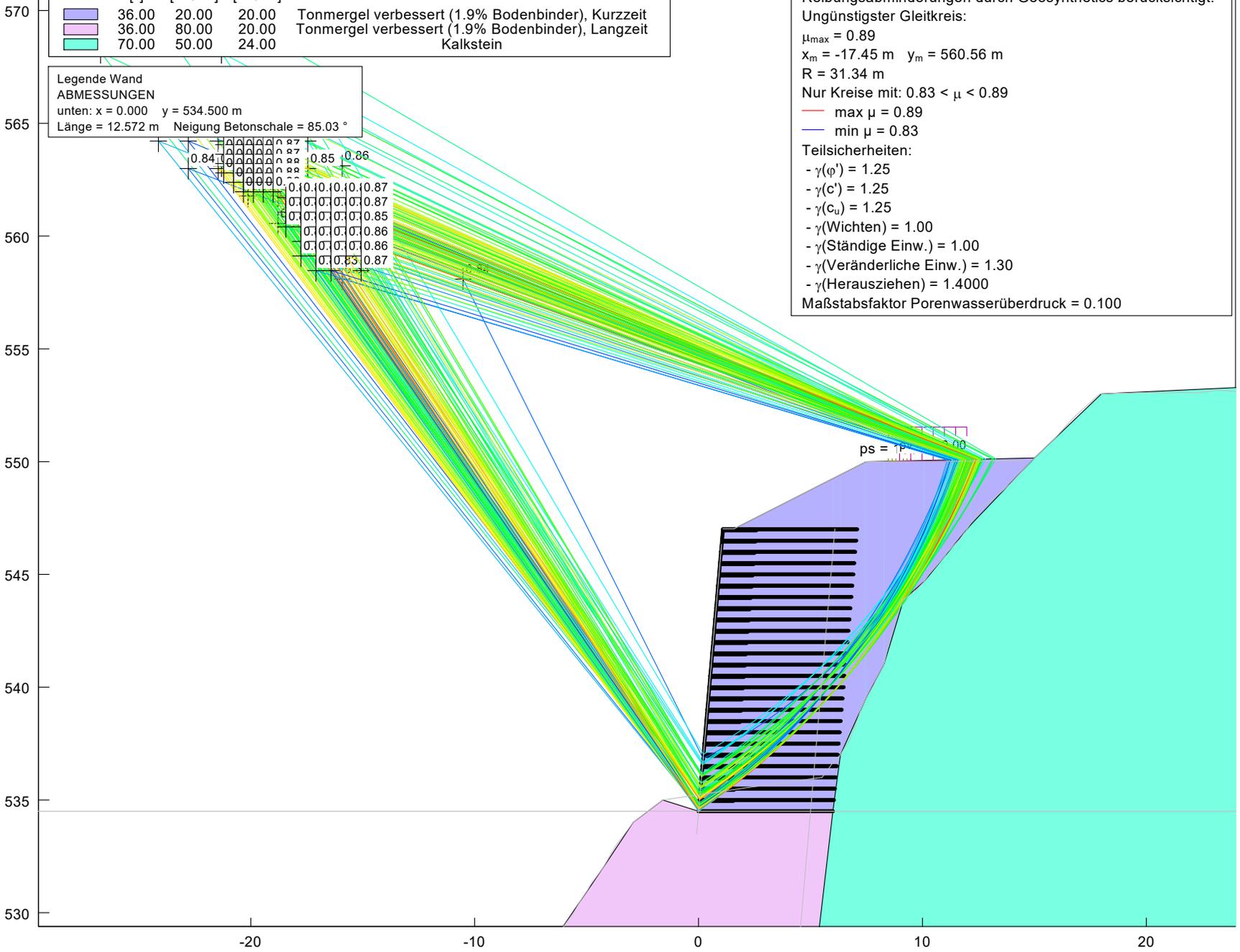
E_{td} = Kraft aus Bruchmechanismus
 $\gamma_{\text{Ges}} = 1.40$ (GEO-2: $\gamma_1 = 1.35$ $\gamma_2 = 1.50$)



Norm: EC 7
 Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.89$
 $x_m = -17.45 \text{ m}$ $y_m = 560.56 \text{ m}$
 $R = 31.34 \text{ m}$
 Nur Kreise mit: $0.83 < \mu < 0.89$
 — max $\mu = 0.89$
 — min $\mu = 0.83$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 - $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$
 Maßstabsfaktor Porenwasserüberdruck = 0.100

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	20.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Kurzzeit
	36.00	80.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Langzeit
	70.00	50.00	24.00	Kalkstein

Legende Wand
 ABMESSUNGEN
 unten: x = 0.000 y = 534.500 m
 Länge = 12.572 m Neigung Betonschale = 85.03 °



Bauteil: **Geokunststoffbewehrtes Erdkörper Querschnitt 1+10**

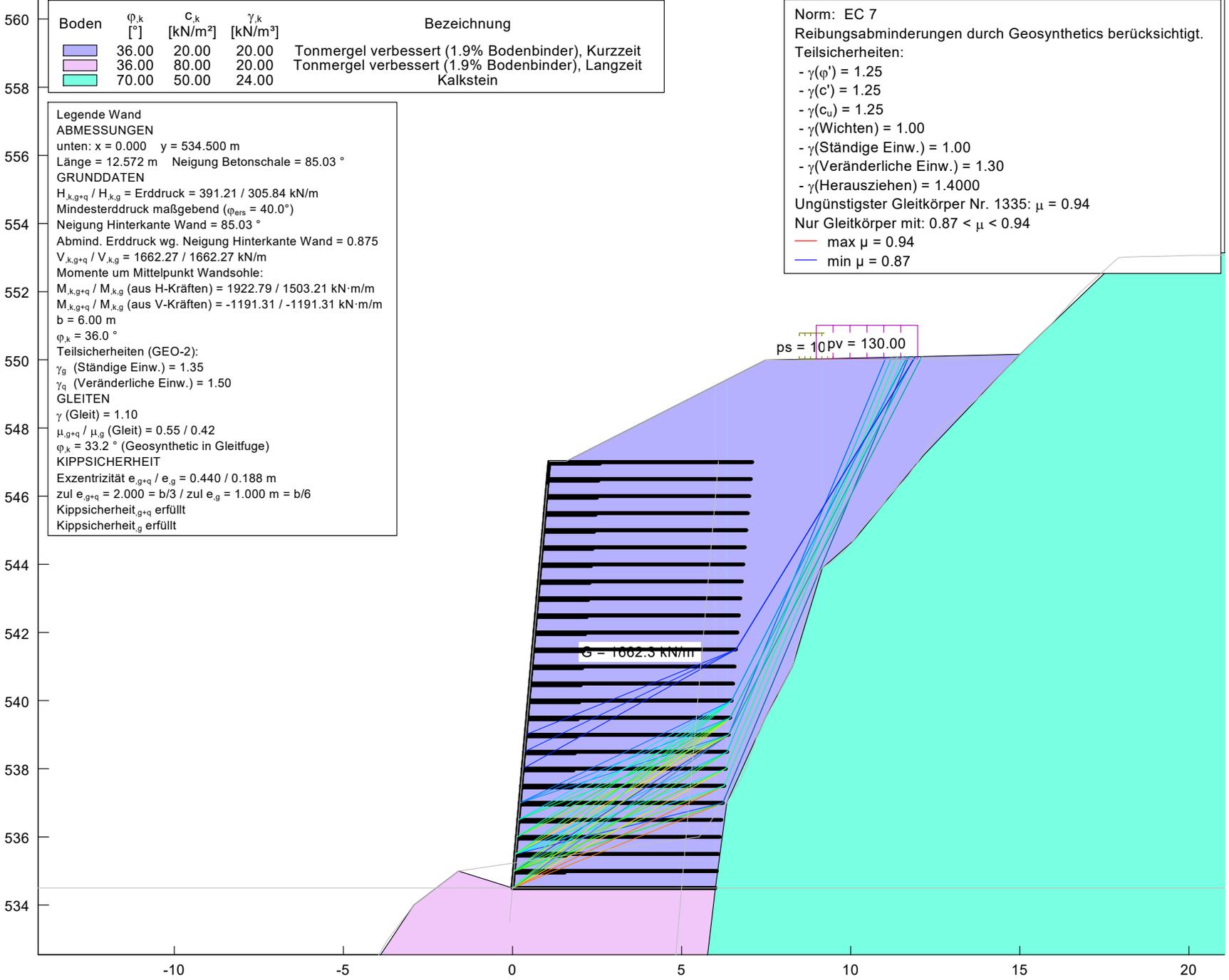
Archiv-Nr.:

Abschnitt: **Anlage A.1.1 - Endzustand, BS Persistent, Methode nach Bishop**

Norm: EC 7
 Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi')$ = 1.25
 - $\gamma(c')$ = 1.25
 - $\gamma(c_u)$ = 1.25
 - $\gamma(\text{Wichten})$ = 1.00
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.})$ = 1.00
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.})$ = 1.30
 - $\gamma(\text{Herausziehen})$ = 1.4000
 Ungünstigster Gleitkörper Nr. 1335: $\mu = 0.94$
 Nur Gleitkörper mit: $0.87 < \mu < 0.94$
 — max $\mu = 0.94$
 — min $\mu = 0.87$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	20.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Kurzzeit
	36.00	80.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Langzeit
	70.00	50.00	24.00	Kalkstein

Legende Wand
 ABMESSUNGEN
 unten: x = 0.000 y = 534.500 m
 Länge = 12.572 m Neigung Betonschale = 85.03 °
 GRUNDDATEN
 $H_{k,g+q} / H_{k,g}$ = Erddruck = 391.21 / 305.84 kN/m
 Mindesterdruddruck maßgebend ($\varphi_{\text{pers}} = 40.0^\circ$)
 Neigung Hinterkante Wand = 85.03 °
 Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand = 0.875
 $V_{k,g+q} / V_{k,g}$ = 1662.27 / 1662.27 kN/m
 Momente um Mittelpunkt Wandsohle:
 $M_{k,g+q} / M_{k,g}$ (aus H-Kräften) = 1922.79 / 1503.21 kN·m/m
 $M_{k,g+q} / M_{k,g}$ (aus V-Kräften) = -1191.31 / -1191.31 kN·m/m
 b = 6.00 m
 $\varphi_k = 36.0^\circ$
 Teilsicherheiten (GEO-2):
 γ_g (Ständige Einw.) = 1.35
 γ_q (Veränderliche Einw.) = 1.50
 GLEITEN
 γ (Gleit) = 1.10
 μ_{g+q} / μ_g (Gleit) = 0.55 / 0.42
 $\varphi_k = 33.2^\circ$ (Geosynthetic in Gleitfuge)
 KIPPSICHERHEIT
 Exzentrizität $e_{g+q} / e_g = 0.440 / 0.188$ m
 zul $e_{g+q} = 2.000 = b/3$ / zul $e_g = 1.000$ m = b/6
 Kippsicherheit_{g+q} erfüllt
 Kippsicherheit_g erfüllt



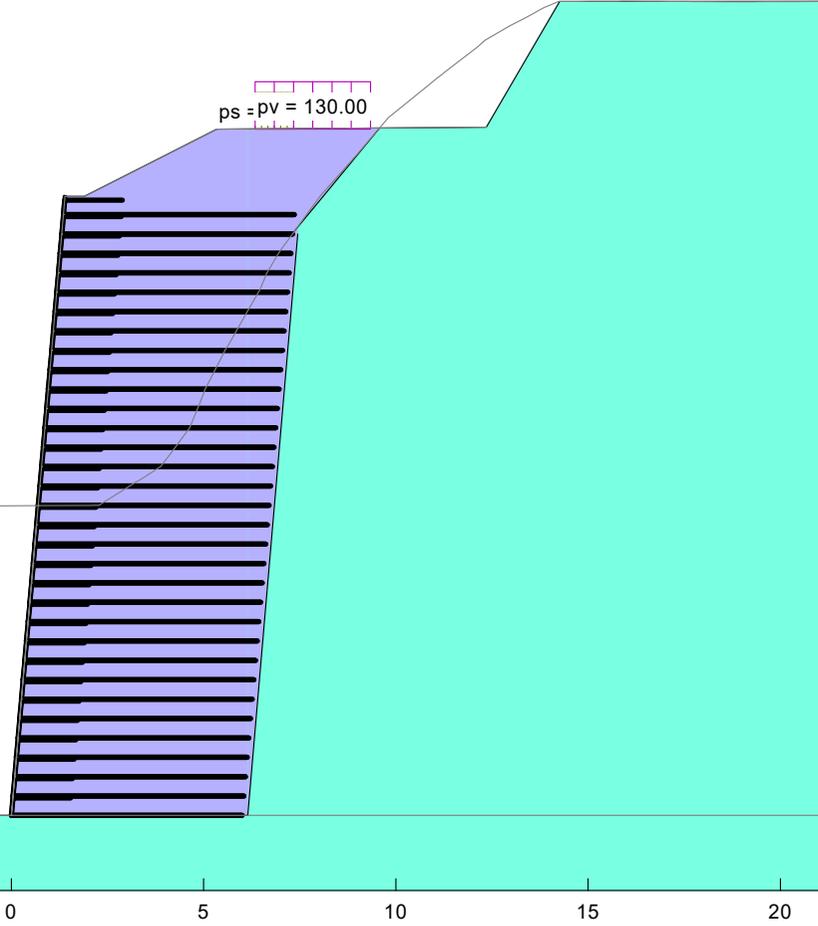
Norm: EC 7
 Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 - $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

Legende Wand
 ABMESSUNGEN
 unten: x = 0.000 y = 526.000 m
 Länge = 16.036 m Neigung Betonschale = 85.00 °

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	20.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Kurzzeit
	36.00	80.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Langzeit
	70.00	50.00	24.00	Kalkstein

Geosynthetics										
Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_d [kN/m]	L_0 [m]	E_{Nd} [kN/m]	max E_d [kN/m]	R_d [kN/m]	Geos.	
32	541.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
31	541.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
30	540.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
29	540.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
28	539.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
27	539.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
26	538.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
25	538.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
24	537.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
23	537.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
22	536.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
21	536.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
20	535.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
19	535.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
18	534.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
17	534.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
16	533.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
15	533.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
14	532.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
13	532.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
12	531.50	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
11	531.00	6.00	0.90	0.00	1.50			42.01	Fortrac 110 T	
10	530.50	6.00	0.90	0.00	1.50			57.28	Fortrac 150 T	
9	530.00	6.00	0.90	0.00	1.50			57.28	Fortrac 150 T	
8	529.50	6.00	0.90	0.00	1.50			57.28	Fortrac 150 T	
7	529.00	6.00	0.90	0.00	1.50			57.28	Fortrac 150 T	
6	528.50	6.00	0.90	0.00	1.50			57.28	Fortrac 150 T	
5	528.00	6.00	0.90	0.00	1.50			57.28	Fortrac 150 T	
4	527.50	6.00	0.90	0.00	1.50			57.28	Fortrac 150 T	
3	527.00	6.00	0.90	0.00	1.50			57.28	Fortrac 150 T	
2	526.50	6.00	0.90	0.00	1.50			57.28	Fortrac 150 T	
1	526.00	6.00	0.90	0.00	1.50			57.28	Fortrac 150 T	

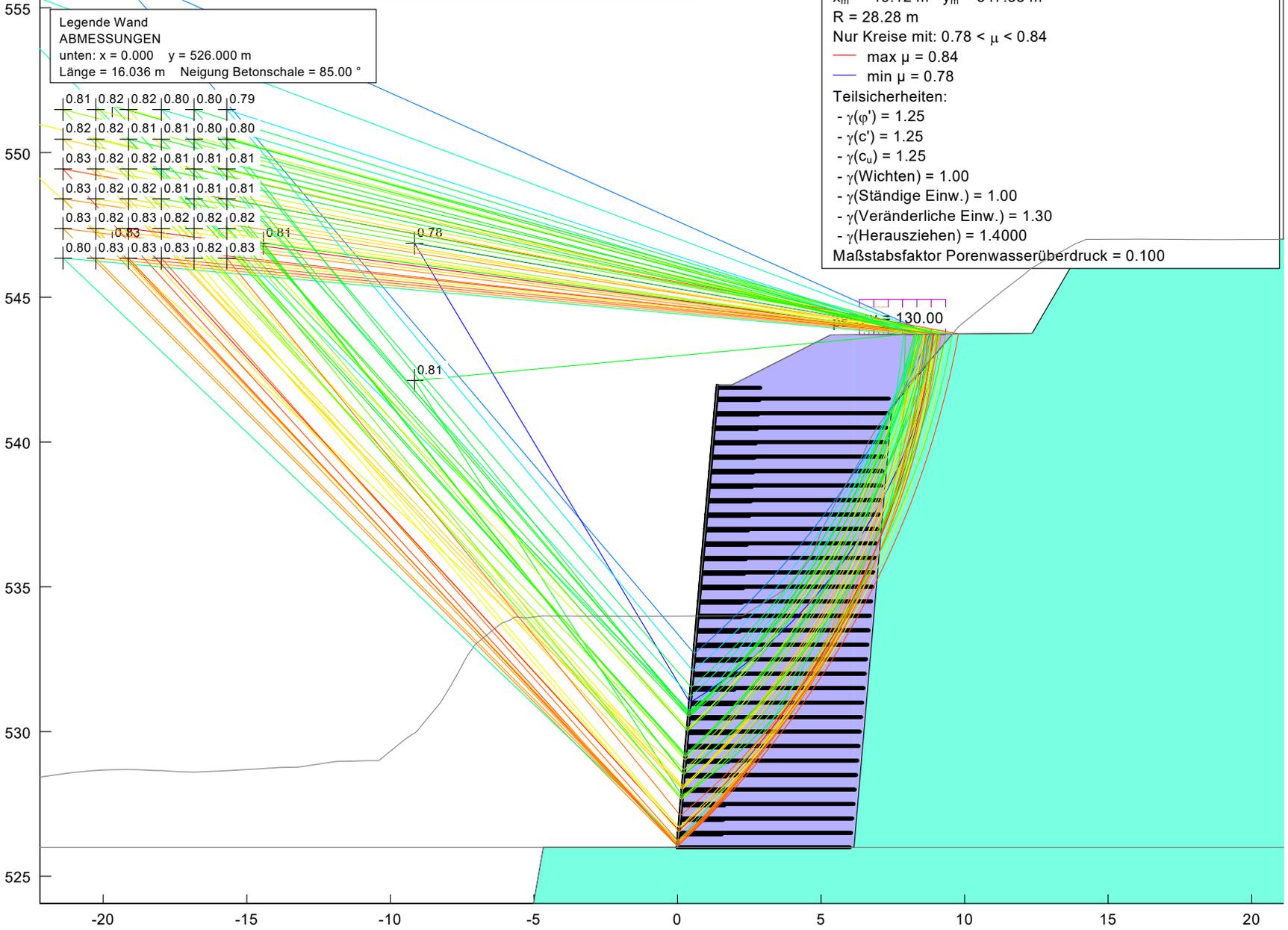
E_{Nd} = Kraft aus Bruchmechanismus
 $\gamma_{GEO} = 1.40$ (GEO-2: $\gamma_1 = 1.35$, $\gamma_2 = 1.50$)



Norm: EC 7
 Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.83$
 $x_m = -19.12 \text{ m}$ $y_m = 547.38 \text{ m}$
 $R = 28.28 \text{ m}$
 Nur Kreise mit: $0.78 < \mu < 0.84$
 — max $\mu = 0.84$
 — min $\mu = 0.78$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 - $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$
 Maßstabsfaktor Porenwasserüberdruck = 0.100

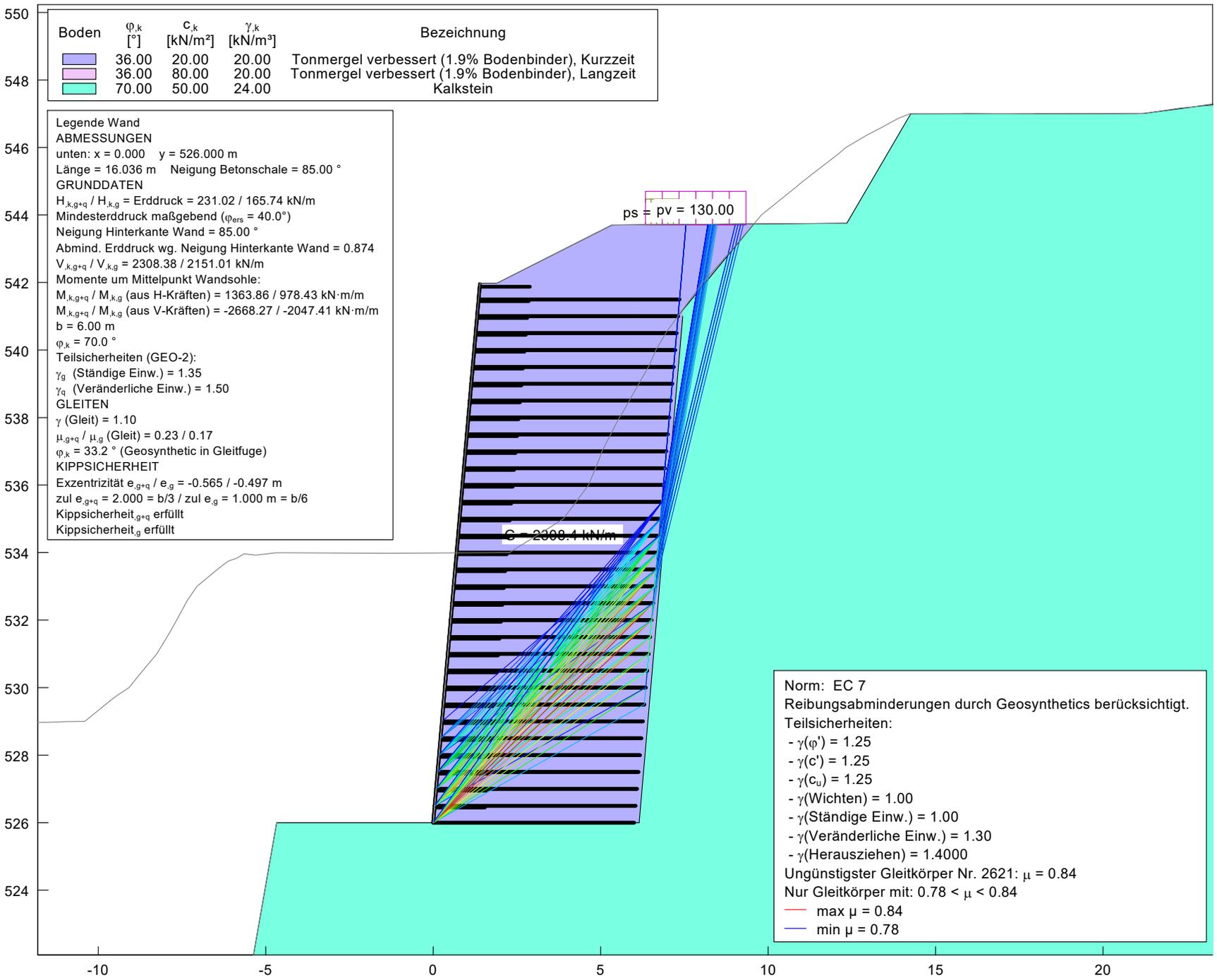
Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	20.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Kurzzeit
	36.00	80.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Langzeit
	70.00	50.00	24.00	Kalkstein

Legende Wand
 ABMESSUNGEN
 unten: x = 0.000 y = 526.000 m
 Länge = 16.036 m Neigung Betonschale = 85.00 °



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	20.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Kurzzeit
	36.00	80.00	20.00	Tonmergel verbessert (1.9% Bodenbinder), Langzeit
	70.00	50.00	24.00	Kalkstein

Legende Wand
ABMESSUNGEN
 unten: x = 0.000 y = 526.000 m
 Länge = 16.036 m Neigung Betonschale = 85.00 °
GRUNDDATEN
 $H_{k,g+q} / H_{k,g}$ = Erddruck = 231.02 / 165.74 kN/m
 Mindesterddruck maßgebend ($\varphi_{pers} = 40.0^\circ$)
 Neigung Hinterkante Wand = 85.00 °
 Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand = 0.874
 $V_{k,g+q} / V_{k,g}$ = 2308.38 / 2151.01 kN/m
 Momente um Mittelpunkt Wandsohle:
 $M_{k,g+q} / M_{k,g}$ (aus H-Kräften) = 1363.86 / 978.43 kN·m/m
 $M_{k,g+q} / M_{k,g}$ (aus V-Kräften) = -2668.27 / -2047.41 kN·m/m
 b = 6.00 m
 $\varphi_k = 70.0^\circ$
Teilsicherheiten (GEO-2):
 γ_g (Ständige Einw.) = 1.35
 γ_q (Veränderliche Einw.) = 1.50
GLEITEN
 γ (Gleit) = 1.10
 μ_{g+q} / μ_g (Gleit) = 0.23 / 0.17
 $\varphi_k = 33.2^\circ$ (Geosynthetic in Gleitfuge)
KIPPSICHERHEIT
 Exzentrizität $e_{g+q} / e_g = -0.565 / -0.497$ m
 zul $e_{g+q} = 2.000 = b/3$ / zul $e_g = 1.000$ m = b/6
 Kippsicherheit_{g+q} erfüllt
 Kippsicherheit_g erfüllt



Norm: EC 7
 Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi')$ = 1.25
 - $\gamma(c')$ = 1.25
 - $\gamma(c_u)$ = 1.25
 - γ (Wichten) = 1.00
 - γ (Ständige Einw.) = 1.00
 - γ (Veränderliche Einw.) = 1.30
 - γ (Herausziehen) = 1.4000
 Ungünstigster Gleitkörper Nr. 2621: $\mu = 0.84$
 Nur Gleitkörper mit: $0.78 < \mu < 0.84$
 — max $\mu = 0.84$
 — min $\mu = 0.78$

DR.- ING. JOHANN SPOTKA GMBH
Ingenieurbüro für Erd- und Grundbau - Ingenieurgeologie
Bodenmechanisches Labor-Aufschlussbohrungen
FINKENWEG 4 · 92353 POSTBAUER-HENG
TEL: 09188/9400-0 · FAX: 09188/9400-40 · info@spotka.de · www.spotka.de



Geschäftsführer:

Dipl.- Ing. (FH) Jan Spotka
Dipl.- Ing. Birgit Spotka

HRB Nr. 24223 Nürnberg
UST-IdNr. DE 26 11 77 529

Sparkasse Neumarkt
BIC: BYLADEM1NMA
IBAN: DE60 7605 2080 0000 9902 26

Raiffeisenbank Neumarkt
BIC: GENODEF1NM1
IBAN: DE13 7606 9553 0007 7892 62

I2018-271/Hi

19.07.2019

Dr.-Ing. Johann Spotka GmbH - Postfach 1045 - 92349 Postbauer-Heng

Geo+Plan Geotechnik GmbH

Max-Planck-Straße 13

86825 Bad Wörishofen

Steinbruch Albeck

PRÜFBERICHT ZUR AUSFÜHRUNG VON GEOTECHNISCHEN LABORPRÜFUNGEN

1. AUFTRAG

Die Geo+Plan Geotechnik GmbH, Herr Daniel Bischof, erteilte mit Schreiben vom 15.03.2019 der Dr.- Ing. Johann Spotka GmbH den Auftrag zur Ausführung von verschiedenen Laborprüfungen. Das Auftragschreiben ist als Anlage 1/1 bis 1/5 beigefügt.

Die zu bearbeitenden Proben sind am 20.03.2019 im Labor der Dr.- Ing. Johann Spotka GmbH per Paketdienst eingegangen. Weitere Proben wurden im Mai 2019 angeliefert.

Die Probe Alb-EP-5B_MP wurde teilweise im Labor der Dr.- Ing. Johann Spotka GmbH nach Vorgaben des Auftraggebers aus Teilproben der anderen gelieferten Proben hergestellt.

Einem Teil der Prüfproben wurde Zement mit einem Massenanteil von 5 % bezogen auf die Trockenmasse zugegeben. Bei dem Zement handelt es sich um ein Produkt der Firma Märker mit der Bezeichnung CEM II / A-LL 32,5 R.

2. AUSGEFÜHRTE PRÜFUNGEN

Im Labor der Dr.- Ing. Johann Spotka GmbH wurden die beauftragten Prüfungen ausgeführt. Die Prüfergebnisse sind auf Anlage 2/1 zusammengestellt.

Die verwendeten Prüfnormen und der Normenstand sind auf Anlage 2/2 dargestellt.

Nachfolgend erfolgt eine kurze Darstellung der ausgeführten Prüfungen:

2.1 Bestimmung der Aggregatgrößenverteilung

An insgesamt sieben Proben erfolgte die Prüfung der Aggregatgrößenverteilung nach einem Hausverfahren.

Hierzu wurden die Kornanteile der Eimerproben < 20 mm und ≥ 20 mm mittels Quadratlochsieb getrennt und jeweils gewogen. An jeweils einer Teilprobe erfolgte die Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17802-1, siehe Anlage 3/1.

Anschließend erfolgte eine Berechnung der Kornanteile auf die Trockenmassen, siehe Anlage 3/2. Zusammengefasst ergibt sich eine gute Homogenität der verschiedenen Eimerproben.

2.2 Bestimmung der Korngrößenverteilung

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung erfolgte an drei Proben mittels kombinierter Sieb- und Sedimentationsanalysen nach DIN 18123.

Die Prüfprotokolle sind als Anlage 4/1 bis 4/3 beigefügt. Auf den Anlagen 4/4 bis 4/6 sind die bei den Siebungen ausgewaschenen Körner im Bild dargestellt.

2.3 Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit

Die Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit erfolgte nach DIN 18132 an einer Probe in der Fassung vom Dezember 1995.

Hierzu werden im Labor der Ing. Johann Spotka GmbH in einem geschlossenen Kasten zwei Proben parallel geprüft. In einem dritten Messrohr erfolgte dabei parallel die Messung und Berücksichtigung der Verdunstung. Aus den beiden Proben wird der Mittelwert berechnet. Es erfolgt die Angabe des Wasseraufnahmevermögens nach 1 Stunde und nach 24 Stunden.

Das Prüfprotokoll ist als Anlage 5/1 und 5/2 beigefügt.

2.4 Bestimmung des Kalkgehaltes

Die Bestimmung des Kalkgehaltes erfolgte an drei Proben jeweils durch eine 3-fache Messung nach DIN 18129, abweichend zur DIN: an den Gesamtproben und nicht nur am Kornanteil < 2 mm..

Die Prüfprotokolle sind als Anlage 6/1 bis 6/6 beigefügt.

2.5 Bestimmung der Konsistenzgrenzen

Die Bestimmung der Konsistenzgrenzen erfolgte nach DIN 18122-1 nach den Mehrpunktverfahren (4-5 Teilproben bei der Fließgrenze und 3 Teilproben bei der Ausrollgrenze) an drei Proben am Kornanteil < 0,4 mm. Der Überkornanteil wurde anschließend eingerechnet.

Die Prüfprotokolle sind als Anlage 7/1 bis 7/3 beigefügt.

2.6 Bestimmung der Proctordichte

Die Bestimmung der Proctordichte erfolgte an der Probe Alb-EP-4B_MP nach DIN 18127 im Topf d=100 mm am Kornanteil < 10 mm.

Zur Versuchsdurchführung wurden fünf Teilproben vorbereitet und auf den Zielwassergehalt eingestellt. Anschließend erfolgte eine Lagerung der Proben unter Verdunstungsschutz über 24 Stunden. Nach der Lagerung wurde der Proctorversuch ausgeführt.

Die Bestimmung der Proctordichte an der Probe Alb-EP-5B_MP erfolgte nach der Technischen Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau (TP BF-StB), Teil B 11.3:2010, Abschnitt 4.5.3, ebenfalls am Kornanteil < 10 mm.

Zur Versuchsdurchführung wurden fünf Teilproben vorbereitet und auf den Zielwassergehalt eingestellt. Anschließend erfolgte eine Lagerung der Proben unter Verdunstungsschutz über 24 Stunden. Nach der Lagerung wurde den Teilproben der erforderliche Zementanteil von 5 % beigemischt und das gemischte Material eine Stunde gelagert. Anschließend erfolgte die Versuchsdurchführung nach DIN 18127.

Die erzielten Proctorkurven sind auf den Anlage 8/1 und 8/2 dargestellt.

2.7 Bestimmung der Korndichte

Die Bestimmung der Korndichte erfolgte zusätzlich zum Auftrag an einer Probe nach dem gaspyk-nometrischen Verfahren der DIN 18124 bzw. DIN EN ISO 17892-3 mit einem AccuPyc II 1340 der Firma micromeritics mit reinem Heliumgas.

Das Prüfprotokoll ist als Anlage 9 beigefügt.

2.8 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit

Die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit erfolgte nach DIN 18130-1 an zwei Proben in einer Triaxialzelle am Kornanteil < 10 mm. Vor der Messung des Durchlässigkeitsbeiwertes wurden die Proben mit einem Druck von 5 bar gesättigt.

Zur Prüfung wurden homogene Probekörper mit jeweils zwei Schichten hergestellt.

Der Einbau der Probe Alb-EP-4B_MP in die Messzelle und der Prüfbeginn erfolgten unmittelbar nach der Probekörperherstellung.

Die Herstellung der Probe Alb-EP-5B_MP erfolgte nach der Technischen Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau, TP BF-StB, Teil B11.3:2002, Abschnitt 5.2. Dazu wurde das Bodenma-terial auf den Zielwassergehalt eingestellt und 24 Stunden gelagert. Anschließend erfolgten eine Durchmischung und die Zugabe des Zementanteils von 5 %. Nach einer erneuten Lagerung über einen Zeitraum von einer Stunde erfolgte die Herstellung des Probekörpers. Bis zur Ausführung der Prüfung wurde die Probe sieben Tage im Feuchtraum gelagert.

Die Prüfprotokolle sind als Anlage 10/1 bis 10/7 beigefügt.

2.9 Bestimmung der Scherfestigkeit

Die Bestimmung der Scherfestigkeit erfolgte nach DIN 18137-1 an zwei Proben in einem ebenen Rahmenschergerät am Kornanteil < 10 mm. Zur Prüfungen wurden homogene Probekörper her-gestellt.

Der Einbau der Probe Alb-EP-4B_MP in die Messzelle und der Prüfbeginn erfolgten unmittelbar nach der Probekörperherstellung.

Die Herstellung der Probe Alb-EP-5B_MP erfolgte nach der Technischen Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau, TP BF-StB, Teil B11.3:2002, Abschnitt 5.2. Dazu wurde das Bodenmaterial auf den Zielwassergehalt eingestellt und 24 Stunden gelagert. Anschließend erfolgten eine Durchmischung und die Zugabe des Zementanteils von 5 %. Nach einer erneuten Lagerung über einen Zeitraum von einer Stunde erfolgte die Herstellung der Probekörper (vier Stück). Bis zur Ausführung der Prüfung wurden die Teilproben sieben Tage im Feuchtraum gelagert.

Die Prüfprotokolle sind als Anlage 11/1 bis 11/12 beigefügt.

2.10 Bestimmung der Quelleigenschaften

Zur Bestimmung der Quelleigenschaften erfolgte die Ausführung eines Quellhebungsversuches nach der technischen Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau TP BF-StB, Teil C11, an einer Probe.

Hierzu erfolgte die Herstellung eines homogenen Probekörpers. Die Probe wurde in das Belastungsgerät mit nur sehr leicht angefeuchteten Filtersteinen eingebaut und anschließend stufenweise bis zu einer Spannung von 200 kPa belastet. Anschließend erfolgte eine Entlastung der Probe auf 5 kPa um nach dem Abklingen der Hebung erneut stufenweise bis zu 200 kPa zu belasten. Nach einer Wartezeit von 24 Stunden erfolgte die Zugabe von Wasser.

Im Ergebnis zeigte sich keine Quellung sondern eine leichte weitere Zunahme der Zusammendrückung.

Das Prüfprotokoll ist als Anlage 12/1 bis 12/3 beigefügt.

2.10 Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit

Die Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit erfolgte nach DIN 18136 an zwei Proben am Kornanteil < 10 mm. Zur Prüfungen wurden homogene mit jeweils drei Schichten Probekörper hergestellt.

Der Einbau der Probe Alb-EP-4B_MP in die Prüfmaschine erfolgte unmittelbar nach der Probekörperherstellung.

Die Herstellung der Probe Alb-EP-5B_MP erfolgte nach der Technischen Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau, TP BF-StB, Teil B11.3:2002, Abschnitt 5.2. Dazu wurde das Bodenmaterial auf den Zielwassergehalt eingestellt und 24 Stunden gelagert. Anschließend erfolgten eine Durchmischung und die Zugabe des Zementanteils von 5 %. Nach einer erneuten Lagerung über einen Zeitraum von einer Stunde erfolgte die Herstellung des Probekörpers. Bis zur Ausführung der Prüfung wurde die Probe sieben Tage im Feuchtraum gelagert.

Die Prüfprotokolle sind als Anlage 13/1 bis 13/4 beigelegt.

Neben der einaxialen Druckfestigkeit werden auf den Protokollen Elastizitäts- und Steifemoduln für verschiedene Spannungsbereiche bei einer angenommenen Querdehnzahl μ von 0,2 angegeben.

Für weitere Fragen stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.



Christian Hink

stellv. Prüfstellenleiter



Geo + Plan Geotechnik GmbH

Max-Planck-Str. 13
 86825 Bad Wörishofen
 Tel.: 08247/ 998 737-0
 Fax: 08247/ 998 737-9
 info@geo-planung.de
 www.geo-planung.de

Geo + Plan Geotechnik GmbH

Max-Planck-Str. 13 · 86825 Bad Wörishofen

Baugrundinstitut Dr. Spotka und Partner GmbH

Herr Hink

Finkenweg 4

DE -92353 Postbauer-Heng

Anmerkung durch C. Hink:

Die Adresse ist falsch und
muss richtig heißen:Dr.- Ing. Johann Spotka GmbH
(Prüflabor)

Datum

15.03.2019

Unser Zeichen
2016-05-01

Laborauftrag

Bodenmechanik

Sehr geehrter Herr Hink

mit einer DPD-Sendung erhalten Sie von uns Bodenproben zur Verwendung für die Ausführung bodenmechanischer Versuche (siehe Anlage 1: Laborauftrag Bodenmechanik). Das vollständig eingesandte Probenmaterial besteht aus 6 PE-Eimern zu je 10 l Volumen. Die Proben sind folgendermaßen aufgeteilt:

- 2 x 10 l für die Proben Alb-EP-1A und Alb-EP-1B
- 2 x 10 l für die Proben Alb-EP-2A und Alb-EP-2B
- 2 x 10 l für die Proben Alb-EP-4A MP und Alb-EP-4B MP (MP=Mischprobe)

Das Material besteht aus heterogenen, schwach sandigen und schwach kiesigen Tonmergeln und Mergeltonen, an der Grenze zwischen Locker- und Festgestein. Dabei ist eine Probenreihe an nicht homogenisiertem Material durchzuführen (Alb-EP-1...A), dies bedeutet die Proben können direkt nach Entnahme aus dem Probengebinde verarbeitet werden.

Für die Probenreihe Alb-EP-...B soll das Material vor der Versuchsdurchführung homogenisiert werden. Dies bedeutet durch Brechen und mechanische Belastung das Probenmaterial in einen homogenen Zustand vor Versuchsdurchführung zu bringen, da die Mergeltone zum Teil sehr gering verfestigt und inhomogen vorliegen.

Geschäftsführer

Achim Veigel

Amtsgericht Memmingen
HRB 13911

USt.-IdNr. DE266801628

Steuer-Nr. 138/127/30465

Volksbank

Allgäu-Oberschwaben eG

IBAN: DE86 6509 1040 0060 5050 01

SWIFT-BIC: GENODES1LEU



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-ISO-20030-02-00



Eine weitere Versuchsreihe (Alb-EP-5 MP) soll an einer Mischprobe, bestehend aus den eingesandten sechs Proben bestehen. Dabei soll der Mischprobe noch ein Anteil an Zement zugeführt werden. Für die Festlegung der Menge des zugegebenen Zements bitten wir Sie vor Versuchsbeginn noch um Abstimmung mit uns.

Die Korngrößenverteilung nach DIN18123 (Siebung/Schlämmung) sollte als erster Versuch durchgeführt werden. Je nach Verbrauch an Probenmenge teilen Sie uns bitte vor Versuchsbeginn mit, ob die eingesandten Probemengen für alle Versuche ausreichen werden, die noch von Ihnen zu erstellende mit Zement versetzte Mischprobe mit eingerechnet.

Wir bitten Sie vor der Durchführung der Versuche um Rücksprache mit uns. Vielen Dank!

Mit freundlichen Grüßen

i.A. Daniel Bischof
Dipl.-Geol.

➤ **Anhang 1: Laborauftrag**

Probenbezeichnung			Alb-EP-1A	Alb-EP-1B	Alb-EP-2A	Alb-EP-2B	Alb-EP-4A MP	Alb-EP-4B MP	Alb-EP-5 MP
Entnahmestelle			rotbraun	rotbraun	hellgrüngrau	hellgrüngrau	hellbraun	hellbraun	hellbraun
Entnahmetiefe									
Bodenart (visuell)									
Farbe			rotbraun	rotbraun	hellgrüngrau	hellgrüngrau	hellbraun	hellbraun	hellbraun
		m							
Aggregatgrößenverteilung									
Anteil < 20 mm feucht		%	90,2	90,1	76,0	69,5	80,3	79,4	
Anteil ≥ 20 mm feucht		%	9,8	9,9	24,0	30,5	19,7	20,6	
Wassergehalt < 20 mm		%	35,0	33,0	20,3	20,1	20,3	19,2	
Wassergehalt ≥ 20 mm		%	25,6	30,5	17,0	18,9	12,3	16,9	
Anteil < 20 mm trocken		%	89,5	89,5	75,5	69,3	79,2	79,1	
Anteil ≥ 20 mm trocken		%	10,5	10,5	24,5	30,7	20,8	20,9	
Wassergehalt Gesamt		%	34,1	32,8	19,5	419,7	18,7	18,7	
Korngrößenverteilung									
Schlammkornanteil < 0,063 mm		%	69,55	69,55	38,43	38,43		57,78	
Tonanteil < 0,002 mm		%	27,1	27,1	14,8	14,8		21,5	
Ungleichförmigkeitszahl	U	1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	
Krümmungszahl	C _c	1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	
Bodenart nach Korngrößenvert.			U.t.g	U.t.g	G.u.t.'s'	G.u.t.'s'		T.j.g*	
Gruppensymbol nach DIN 18196			n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	
Sonstige Parameter									
Glühverlust	V _{Gl}	%							
Wasseraufnahmefähigkeit	W _A	%						64	
Kalkgehalt	V _{Ca}	%		22,5		64,8		63,1	
davon Calcianteil	CaCO ₃	%		18,3		60,4		57,6	
davon Dolomitanteil	CaMg(CO ₃) ₂	%		4,2		4,4		5,6	
Zustandsgrenzen									
Wassergehalt (Gesamtmaterial)	w _n	%		32,8		19,70		18,70	
Überkornanteil	Ü	%		29,0		59,0		40,0	
Wassergehalt Überkorn (>20 mm)	w ₆	%		30,5		18,9		16,9	
Wassergehalt korrigiert	w _{n,corr}	%		33,7		20,9		19,9	
Ausrollgrenze	w _p	%		30,6		17,2		14,9	
Fließgrenze	w _L	%		69,9		48,9		40,7	
Schrumpfgrenze	w _S	%		39,4		31,7		25,8	
Plastizitätszahl	I _p	%		0,92		0,88		0,80	
Konsistenzzahl	I _c	%		steif		steif		steif	
Gruppensymbol nach DIN 18196				TA		TM		TM	
Verdichtbarkeit									
Proctordichte	p _{Pr}	t/m ³						< 10 mm	< 10 mm
optimaler Wassergehalt	w _{Pr}	%						1,718	1,535
								19,3	24,7
Wasserdurchlässigkeit									
Korndichte (geschätzt)	p _s	t/m ³						< 10 mm	< 10 mm
Dichte	p	t/m ³						2,695	2,70
Trockendichte	p _d	t/m ³						1,875	1,847
Wassergehalt Einbau	w _n	%						1,614	1,474
Wassergehalt Ausbau	w _n	%						16,21	25,32
Porenanteil Einbau	n	1						24,05	29,10
Porenanteil Ausbau	n	1						0,402	0,454
Verdichtungsgrad	e	1						0,673	0,832
Abbindezeit	D _{Pr}	%						93,9	96,0
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	k _{1,0}	m/s						entfällt	7 Tage
								6,0 E-8	1,2 E-06
Festigkeit									
Korndichte (geschätzt)	p _s	t/m ³						< 10 mm	< 10 mm
Dichte	p	t/m ³						2,695	2,70
Trockendichte	p _d	t/m ³						1,924	1,959
Wassergehalt	w _n	%						1,633	1,550
Porenanteil	n	1						17,8	26,40
Porenzahl	e	1						0,394	0,426
Luftporananteil	n _a	%						0,651	0,743
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	%						10,3	1,70
Abbindezeit		%						entfällt	96,0
Innerer Reibungswinkel	φ'	°						entfällt	7 Tage
Kohäsion (drän.)	c'	kN/m ²						22,2	57,3
								14,2	166,6
Quellen									
Korndichte	p _s	t/m ³						< 10 mm	< 10 mm
Dichte beim Einbau	p	t/m ³						2,695	2,70
Trockendichte beim Einbau	p _d	t/m ³						2,012	1,836
Wassergehalt	w _n	%						1,675	1,501
Porenanteil	n	1						20,11	22,28
Porenzahl	e	1						0,380	0,444
Luftporananteil	n _a	%						0,612	0,799
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	%						4,30	11,00
Abbindezeit		%						97,5	97,8
Hebung bei Auflast 200 kN/m ²	ε	%						entfällt	7 Tage
								keine	733
Festigkeit Einaxial									
Korndichte (geschätzt)	p _s	t/m ³						< 10 mm	< 10 mm
Dichte	p	t/m ³						2,695	2,70
Trockendichte	p _d	t/m ³						1,959	1,836
Wassergehalt	w _n	%						1,660	1,501
Porenanteil	n	1						18,0	22,28
Porenzahl	e	1						0,385	0,444
Luftporananteil	n _a	%						0,627	0,799
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	%						8,6	11,00
Abbindezeit		%						96,6	97,8
Einaxiale Druckfestigkeit	q _u	kN/m ²						entfällt	7 Tage
bei Stauchung	ε	%						255	733
Elastizitätsmodul (50-100 kN/m ²)	E _u	MN/m ²						2,3	1,0
Steifemodul (50-100 kN/m ²), μ=0,2	E _s	MN/m ²						29,4	
Elastizitätsmodul (100-600 kN/m ²)	E _u	MN/m ²						32,7	
Steifemodul (100-600 kN/m ²), μ=0,2	E _s	MN/m ²						125	
								138,9	

Proben mit 5 % Zement (Märker CEM II/A-L 32,5)
R) Vermischt. Prüfungen nach 7 Tagen Erhärtung

Prüfung	Prüfnorm	Normenstand	Probenanzahl
Bestimmung des Wassergehaltes	DIN EN ISO 17892-1	2015-03	14 Stück
Bestimmung der Aggregatgrößenverteilung und Strukturauflösung für verschiedene Prüfungen, Einmischen von Bindemittel, ...	-	-	7 * 0,75 Std.
Bestimmung der Korngrößenverteilung mit Sedimentation	DIN 18123	2011-04	3 Stück
Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit	DIN 18132	1995-12	1 Stück
Bestimmung des Kalkgehaltes	DIN 18129	2011-07	3 Stück
Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze	DIN 18122-1	1997-02	3 Stück
Bestimmung der Proctordichte	DIN 18127	2012-09	2 Stück
Bestimmung der Korndichte	DIN 18124	2011-04	1 Stück
Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit (mit Probekörper, TX)	DIN 18130	1998-05	2 Stück
Bestimmung der Scherfestigkeit (mit Probekörper)	DIN 18137-3	2002-09	3 Stück
Bestimmung des Quellverhaltens (mit Probekörper)	TP BF-SIB-C11, Abs. 5.2	1986	1 Stück
Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit (mit Probekörper)	DIN 18136	2003-11	2 Stück

Bauvorhaben: Tongrube Albeck

Probenbezeichnung	Bodenart (visuell)	Konsistenz (visuell)	Farbe	Masse	Masse	Masse	Wasser- gehalt
				Behälter	Behälter + Probe feucht	Behälter + Probe trocken	
				g	g	g	%
Alb-EP-1A	< 20 mm	weich - steif	grau u. braun	309,2	940,3	776,6	35,02
Alb-EP-1A	> 20 mm	fest	grau u. braun	135,4	410,3	354,2	25,64
Alb-EP-2A	< 20 mm	steif	hellgrau	337,0	1141,2	1005,3	20,34
Alb-EP-2A	> 20 mm	fest	hellgrau	147,9	621,7	552,7	17,05
Alb-EP-1B	< 20 mm	weich - steif	graubraun	263,2	528,8	462,7	33,13
Alb-EP-1B	> 20 mm	fest	graubraun	134,9	462,8	386,2	30,48
Alb-EP-2B	< 20 mm	steif - fest	hellgrau	265,5	571,1	519,9	20,13
Alb-EP-2B	> 20 mm	fest	hellgrau	130,7	734,8	638,8	18,89
Alb-EP-4A_MP	< 20 mm	weich - klebrig	hellgrau	278,6	735,6	658,4	20,33
Alb-EP-4A_MP	> 20 mm	fest	hellgrau	139,1	472,3	435,8	12,30
Alb-EP-4B_MP	< 20 mm	weich - klebrig	graubraun	151,3	554,8	489,7	19,24
Alb-EP-4B_MP	> 20 mm	fest	graubraun	153,0	728,9	645,8	16,86
Alb-EP-4C_MP	< 20 mm	weich	hellgrau-rotbraun	133,6	362,5	322,7	21,05
Alb-EP-4C_MP	> 20 mm	fest	hellgrau-rotbraun	334,5	958,8	892,8	11,82
Gesamtmassen			in Gramm				
Alb-EP-1A	< 20 mm						9797,6
Alb-EP-1A	> 20 mm						1070,0
Alb-EP-2A	< 20 mm						8779,0
Alb-EP-2A	> 20 mm						2775,0
Alb-EP-1B	< 20 mm						9491,0
Alb-EP-1B	> 20 mm						1045,0
Alb-EP-2B	< 20 mm						8173,0
Alb-EP-2B	> 20 mm						3583,4
Alb-EP-4A_MP	< 20 mm						8927,7
Alb-EP-4A_MP	> 20 mm						2187,7
Alb-EP-4B_MP	< 20 mm						7980,2
Alb-EP-4B_MP	> 20 mm						2068,4
Alb-EP-4C_MP	< 20 mm						8656,0
Alb-EP-4C_MP	> 20 mm						2053,7

BESTIMMUNG DER AGGREGATGRÖSSENVERTEILUNG

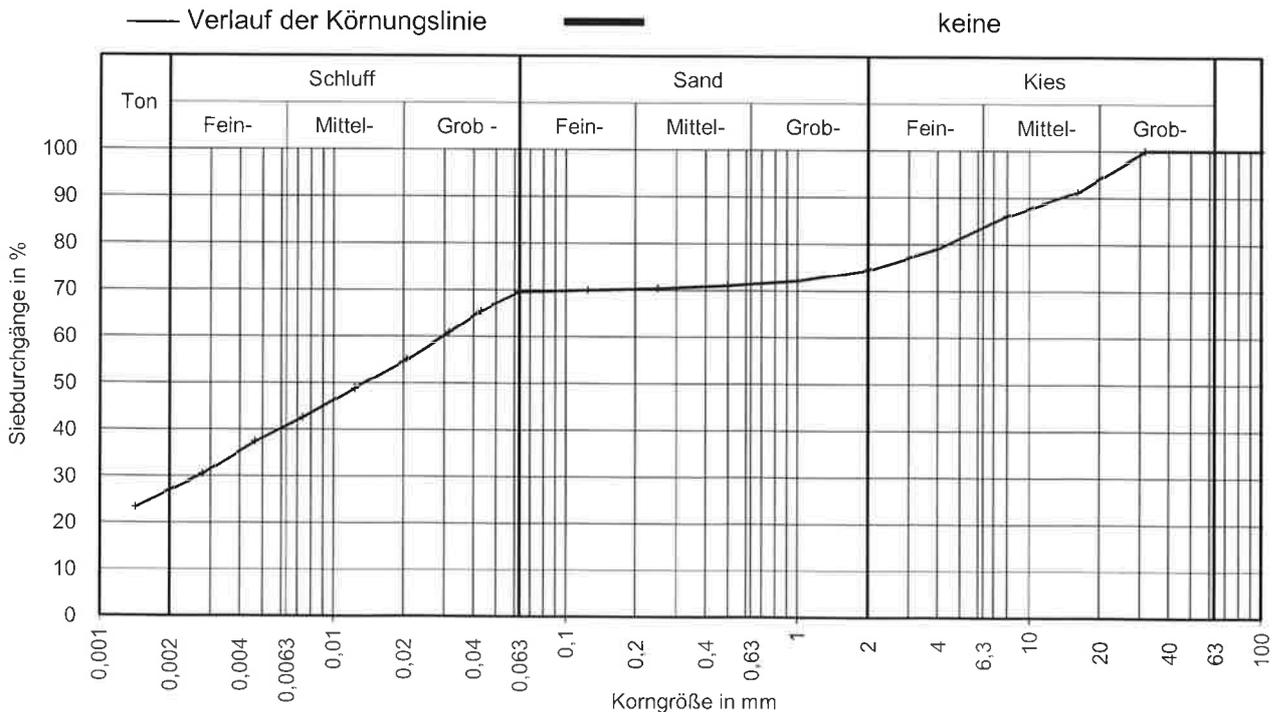
Probe	Gesamtmasse feucht		Massenanteil feucht		Wasser- gehalt %	Gesamtmasse trocken		Massenanteil trocken		Anteil am Wassergehalt		mittlerer Wassergehalt %
	g	g	g	%		g	%	g	%	%	%	
Alb-EP1A	< 20 mm	9797,6	10867,6	90,2	35,0	7257,5	8109,4	89,5	31,6	31,6	34,1	
	> 20 mm	1070,0		9,8	25,6	851,9		10,5	2,5	2,5		
Alb-EP-1B	< 20 mm	9491,0	10536,0	90,1	33,0	7136,1	7936,9	89,9	29,7	29,7	32,8	
	> 20 mm	1045,0		9,9	30,5	800,8		10,1	3,0	3,0		
Alb-EP-2A	< 20 mm	8779,0	11554,0	76,0	20,3	7297,6	9669,4	75,5	15,4	15,4	19,5	
	> 20 mm	2775,0		24,0	17,0	2371,8		24,5	4,1	4,1		
Alb-EP-2B	< 20 mm	8173,0	11756,4	69,5	20,1	6805,2	9819,0	69,3	14,0	14,0	19,7	
	> 20 mm	3583,4		30,5	18,9	3013,8		30,7	5,8	5,8		
Alb-EP-4A_MP	< 20 mm	8927,7	11115,4	80,3	20,3	7421,2	9369,3	79,2	16,3	16,3	18,7	
	> 20 mm	2187,7		19,7	12,3	1948,1		20,8	2,4	2,4		
Alb-EP-4B_MP	< 20 mm	7980,2	10048,6	79,4	19,2	6694,8	8464,2	79,1	15,2	15,2	18,7	
	> 20 mm	2068,4		20,6	16,9	1769,4		20,9	3,5	3,5		
Alb-EP-4C_MP	< 20 mm	8656,0	10709,7	80,8	21,0	7153,7	8990,7	79,6	17,0	17,0	19,2	
	> 20 mm	2053,7		19,2	11,8	1836,9		20,4	2,3	2,3		

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Probenbezeichnung:	Alb-EP-1B
Entnahmestelle:	
Entnahmetiefe:	
Bodenart (visuelle Ansprache):	Tst, Ton
Farbe:	rotbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	
geologische Bezeichnung:	

Korngröße >	Siebdurchgänge	Korngröße	Sedimentation
mm	%	mm	%
		Disp.	1
63	100,00		
31,5	100,00		
16	91,28	0,043032609	65,61
8	86,16	0,031428308	60,90
4	79,04	0,020631278	55,09
2	74,53	0,012351232	49,00
1	72,17	0,007387098	42,63
0,5	71,07	0,004649226	37,37
0,25	70,41	0,002773397	30,45
0,125	69,99	0,001419254	23,53
0,063	69,55		

Schlammkornanteil	< 0,063 mm	69,55	%
Tonanteil	< 0,002 mm	27,1	%
Ungleichförmigkeitszahl	C _u (früher U)	nicht bestimmbar	
Krümmungszahl	C _c	nicht bestimmbar	
Kornkennzahl		3 4 0 3 0	
Bodenart nach Korngrößenverteilung			
Schluff, tonig, kiesig,			
Bodenart nach DIN EN ISO 14688			
Arbeitsweise			
komb.Sieb- und Sedimentationsanalyse			
Hauptgruppe nach DIN 18196		feinkörniger Boden	
Gruppensymbol nach DIN 18196			
Frostsicherheitsklasse nach ZTVE		F3, sehr frostempfindlich	
	Schluff 42 %	Bemerkungen:	
	Sand 5 %		
d ₁₀ =	0,029 Kies 25 %		
d ₆₀ =	0,003 Steine 0 %		
d ₃₀ =			



Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

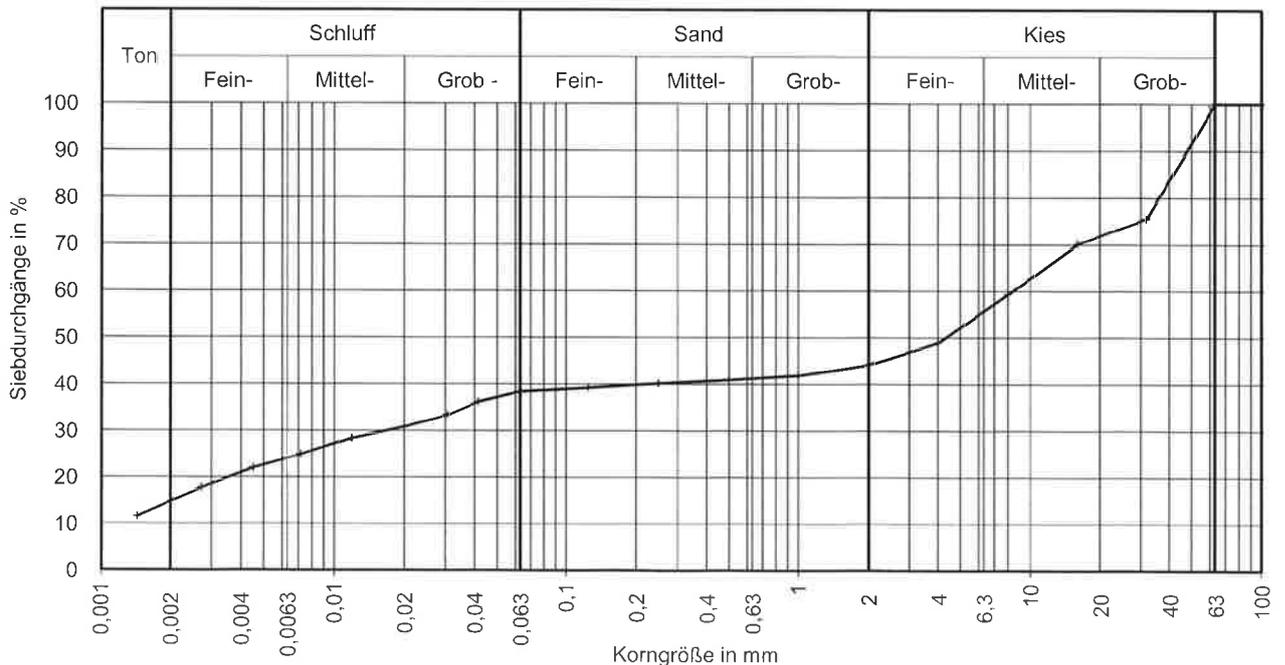
Probenbezeichnung:	Alb-EP-2B
Entnahmestelle:	
Entnahmetiefe:	
Bodenart (visuelle Ansprache):	Tst, Ton
Farbe:	grüngrau, hellgrau
Bodengruppe nach DIN 18196:	GU*/GT*
geologische Bezeichnung:	

Korngröße >	Siebdurchgänge	Korngröße	Sedimentation
mm	%	mm	%
		Disp.	1
63	100,00		
31,5	75,49		
16	70,17	0,041483236	36,19
8	59,34	0,030547954	33,35
4	48,91	0,019986503	30,80
2	44,17	0,011891098	28,39
1	41,89	0,007153622	24,84
0,5	40,97	0,004516949	22,00
0,25	40,18	0,002718335	17,74
0,125	39,26	0,001426894	11,64
0,063	38,43		

Schlammkornanteil	< 0,063 mm	38,43	%
Tonanteil	< 0,002 mm	14,8	%
Ungleichförmigkeitszahl	C _u (früher U)	nicht bestimmbar	
Krümmungszahl	C _c	nicht bestimmbar	
Kornkennzahl		1 2 1 6 0	
Bodenart nach Korngrößenverteilung			
Kies, schluffig, schwach tonig, schwach sandig,			
Bodenart nach DIN EN ISO 14688			
Arbeitsweise			
komb.Sieb- und Sedimentationsanalyse			
Hauptgruppe nach DIN 18196		gemischtkörniger Boden	
Gruppensymbol nach DIN 18196		GU*/GT*	
Frostsicherheitsklasse nach ZTVE		F3, sehr frostempfindlich	
d ₁₀ =		Schluff 24 %	Bemerkungen:
d ₆₀ =	8,345	Sand 6 %	
d ₃₀ =	0,017	Kies 56 %	
		Steine 0 %	

— Verlauf der Körnungslinie

— keine



Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

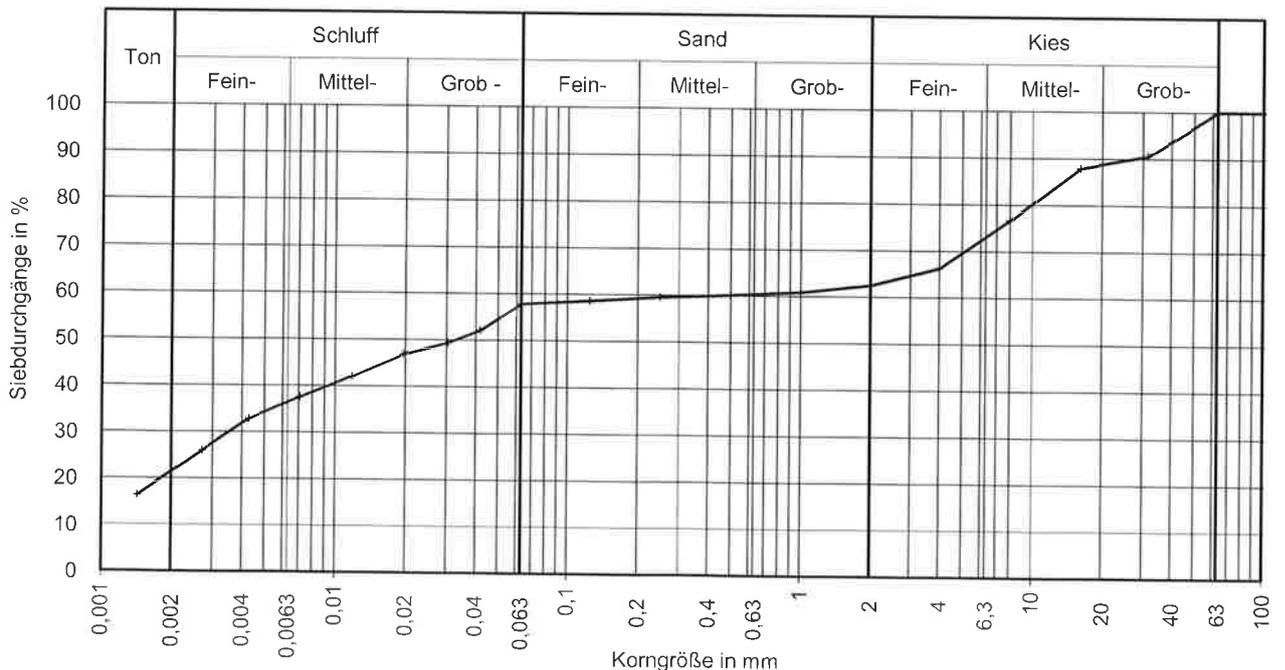
Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B MP
Entnahmestelle:	
Entnahmetiefe:	
Bodenart (visuelle Ansprache):	Tst, Ton
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	
geologische Bezeichnung:	

Korngröße >	Siebdurchgänge	Korngröße	Sedimentation
mm	%	mm	%
		Disp.	1
63	100,00		
31,5	90,59		
16	88,03	0,041919362	52,14
8	76,72	0,030428649	49,43
4	66,28	0,019693162	46,92
2	62,52	0,011850242	42,13
1	60,89	0,0070969	37,54
0,5	60,18	0,004287504	32,95
0,25	59,53	0,002718335	26,07
0,125	58,68	0,001432597	16,48
0,063	57,78		

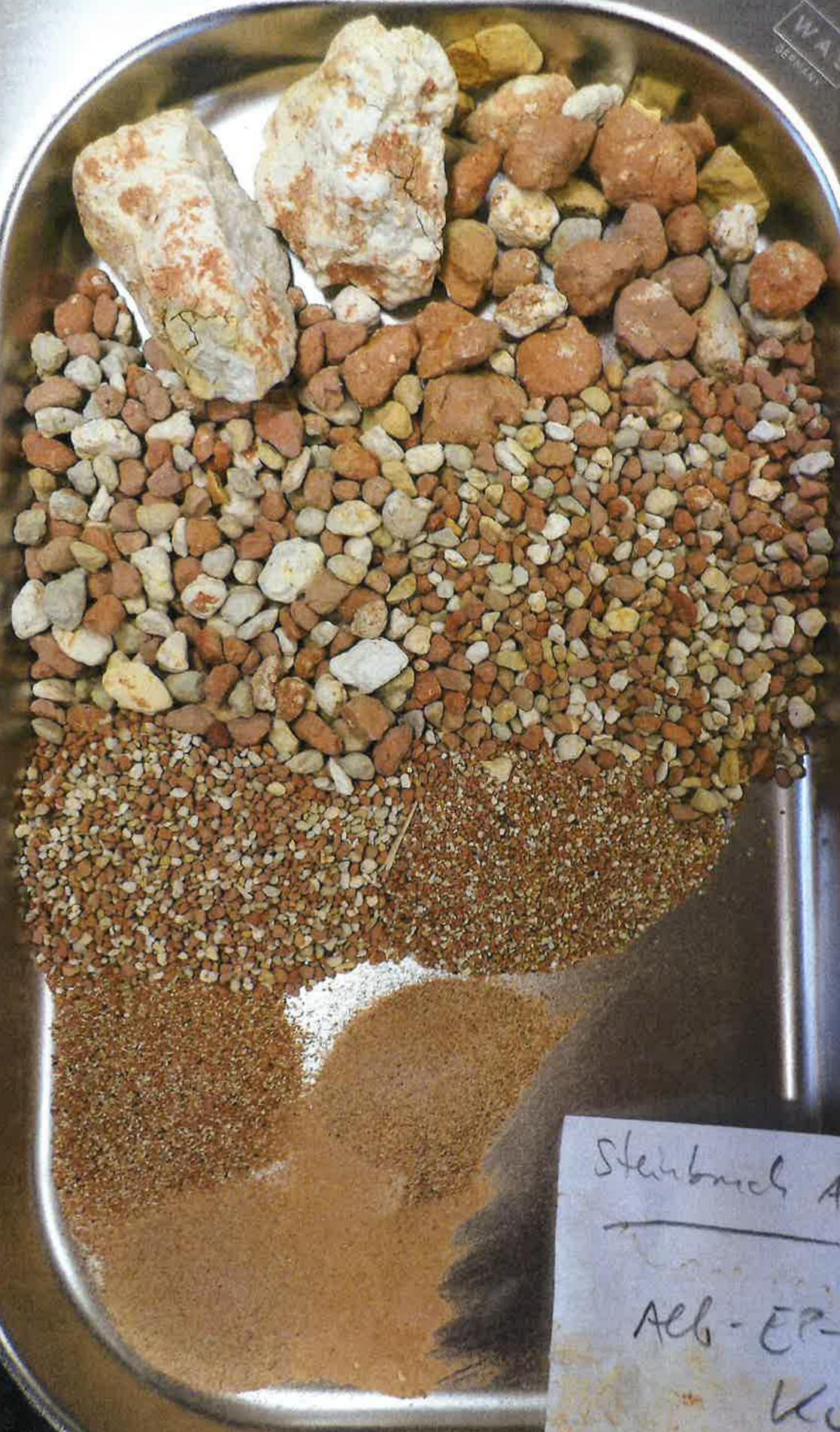
Schlammkornanteil	< 0,063 mm	57,78	%	
Tonanteil	< 0,002 mm	21,5	%	
Ungleichförmigkeitszahl	C_u (früher U)	nicht bestimmbar		
Krümmungszahl	C_c	nicht bestimmbar		
Kornkennzahl		2 4 0 4 0		
Bodenart nach Korngrößenverteilung				
Ton, schluffig, stark kiesig				
Bodenart nach DIN EN ISO 14688				
Arbeitsweise				
komb.Sieb- und Sedimentationsanalyse				
Hauptgruppe nach DIN 18196		feinkörniger Boden		
Gruppensymbol nach DIN 18196				
Frostsicherheitsklasse nach ZTVE		F3, sehr frostempfindlich		
	Schluff 36 %	Bemerkungen:		
	Sand 5 %			
$d_{10} =$	0,412			Kies 37 %
$d_{60} =$	0,004			Steine 0 %
$d_{30} =$				

— Verlauf der Körnungslinie

keine



WAS
GERMANY



Steinbruch Albeck
Alb-EP-AB
KW

SP
G E O
9235
T
Ba

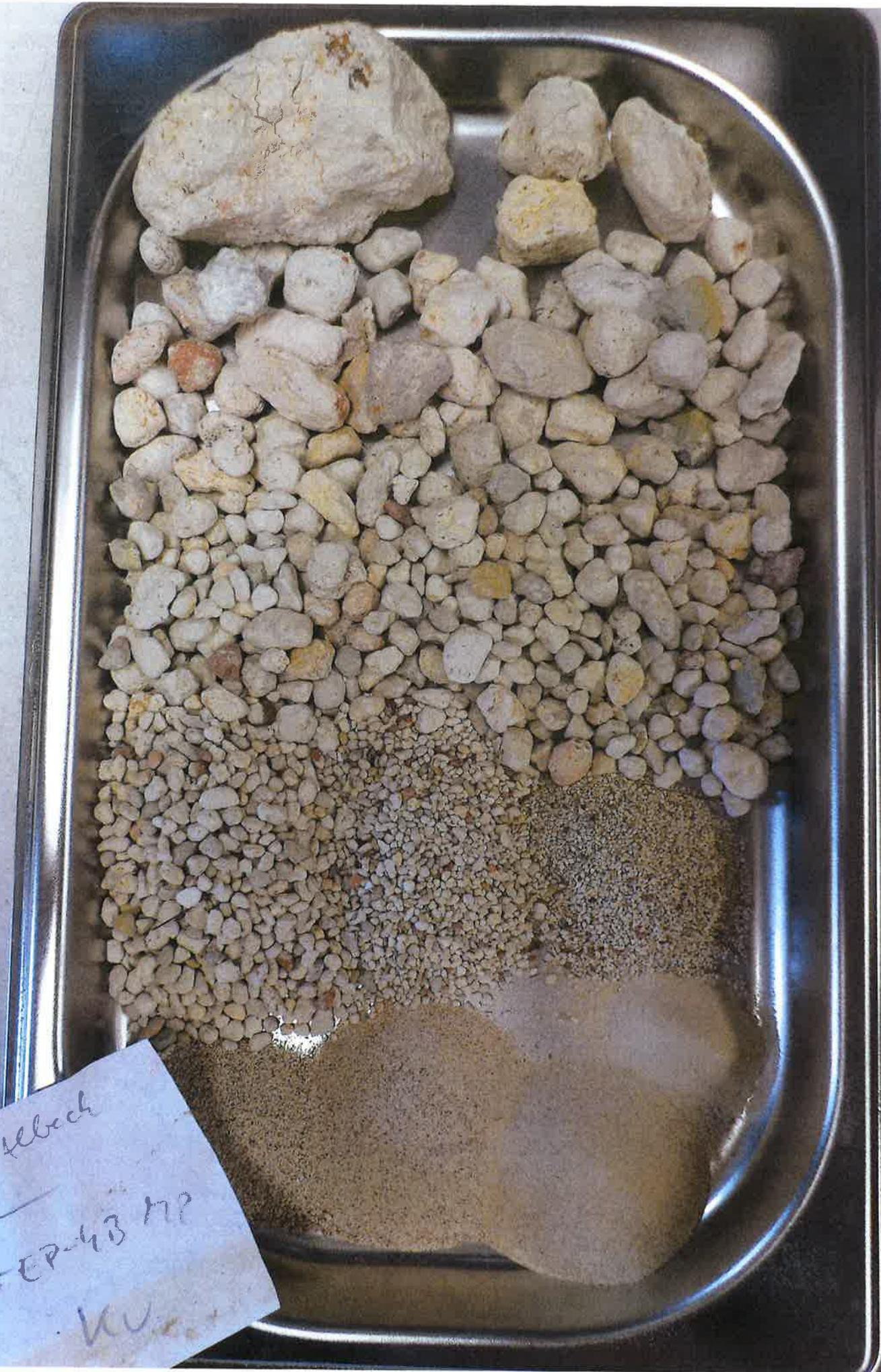
eratur
°C
2,1
22,1
-11

2,3
21

Steinbruch Albrich
ALB-EP-2B
KV



Steinbrunn fl. Beck
Abb. EP-43 MP
KV



Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten:	
Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B MP
Entnahmestelle:	
Entnahmetiefe:	
Bodenart (visuelle Ansprache):	Tst, T
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	TM
geologische Bezeichnung:	

Versuchsdaten:		
Raumtemperatur:	°C	22,0
Luftfeuchtigkeit:	%	40
Luftdruck:	hPa	954

Einwaage oberes Gerät m_d :	g	0,995
Einwaage unteres Gerät m_d :	g	0,997
Massenanteil der Körner < 4 mm:	%	100

Bemerkungen:

Versuchsdurchführung, Messungen:						
Zeit t	oben* ¹	mitte* ²	unten* ¹	Wasseraufnahmevermögen $w_A = m_w/m_d$		
	aufgenommene Wassermenge	verdunstete Wassermenge	aufgenommene Wassermenge	oben* ¹	unten* ¹	Mittelwert
sec	cm ³	cm ³	cm ³	%	%	%
30	0,550	0,000	0,550	55,3	55,2	55,2
60	0,585	0,000	0,570	58,8	57,2	58,0
120	0,589	0,000	0,575	59,2	57,7	58,4
240	0,595	0,000	0,580	59,8	58,2	59,0
480	0,600	0,000	0,585	60,3	58,7	59,5
900	0,605	0,000	0,593	60,8	59,5	60,1
1800	0,610	0,000	0,600	61,3	60,2	60,7
3600	0,618	0,000	0,605	62,1	60,7	61,4
7200	0,627	0,010	0,625	62,0	61,7	61,8
14400	0,654	0,032	0,660	62,5	63,0	62,8
21600	0,680	0,050	0,695	63,3	64,7	64,0
84420	0,790	0,255	0,900	53,8	64,7	59,2

*¹ ausgeführt wurde ein Doppelmessung

*² ohne Bodenmaterial, Messung zur Verdunstungsmessung

Wichtiger Hinweis:	
Abweichend zur DIN 18132 erfolgte die Ermittlung der Werte > 1 Std. (3600 s) nicht mit Hilfe einer Waage. Statt dessen wurde die Verdunstung anhand einer dritten Messeinrichtung ermittelt.	
x	Verdunstungsniederschlag an den Prüfcylindern war nicht feststellbar.

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

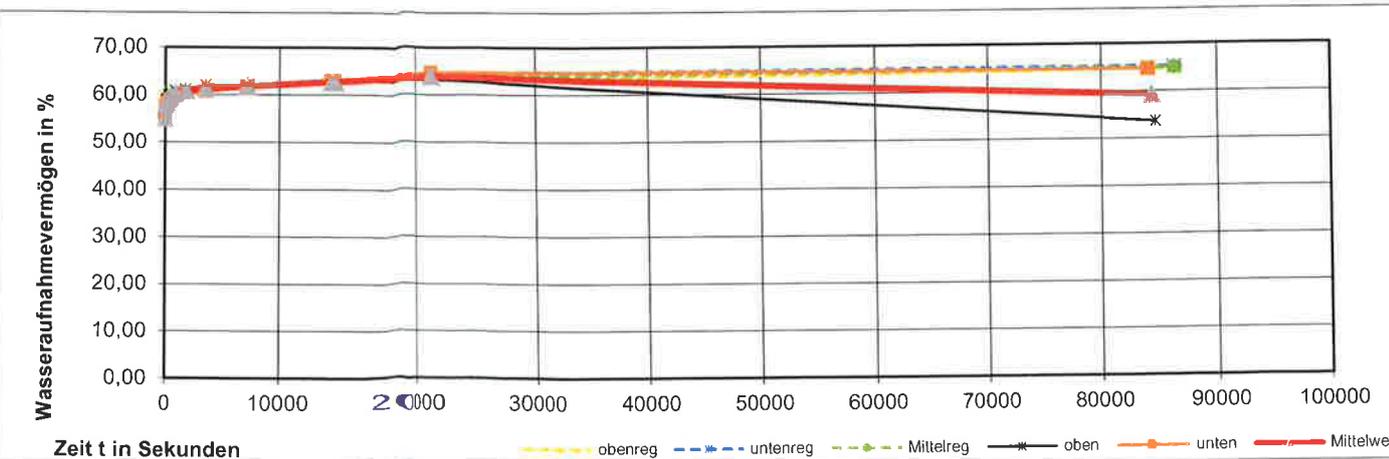
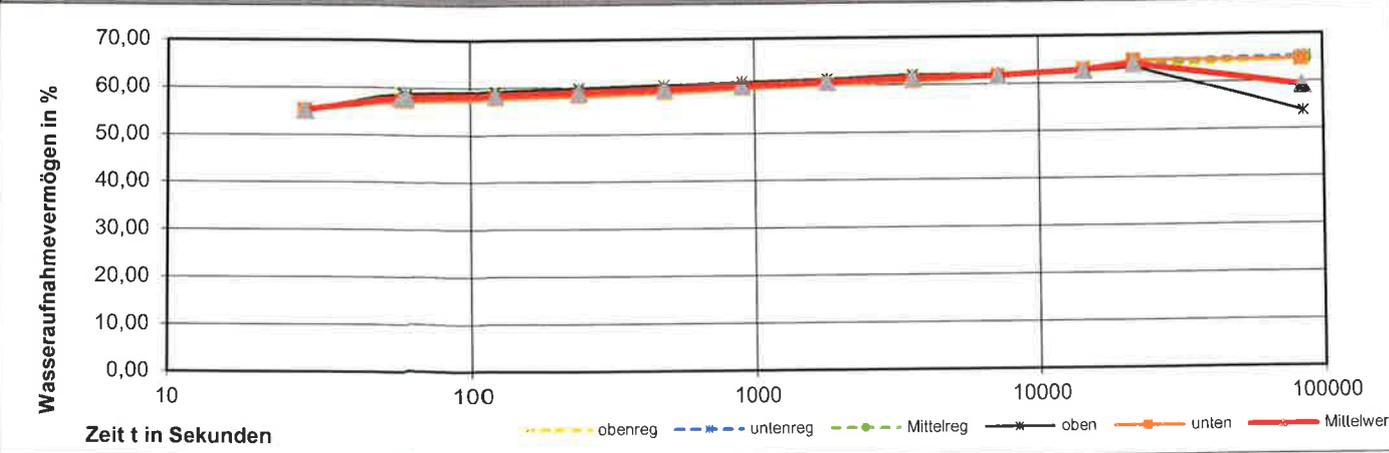
Allgemeine Daten:	
Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B MP
Entnahmestelle:	
Entnahmetiefe:	
Bodenart (visuelle Ansprache):	Tst, T
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	TM
geologische Bezeichnung:	

Versuchsdaten:		
Raumtemperatur:	°C	22,0
Luftfeuchtigkeit:	%	40
Luftdruck:	hPa	954
Einwaage oberes Gerät m_d :	g	0,995
Einwaage unteres Gerät m_d :	g	0,997
Massenanteil der Körner < 4 mm:	%	100

Einstufung nach DIN 18132:2012-04			
Bereich	w_A in %	Bodengruppe	Beispiel für Baustoffe
sehr gering	≤ 40	SE, SU, SU*, ST, ST*	Steinmehl
niedrig	> 40 bis 60	UL, TL	Schluff mit Bentonit konditioniert
mittel	> 60 bis 85	UM, TM	Tonmehl
hoch	> 85 bis 130	TA	Ton für mineralische Dichtungen
sehr hoch	> 130 %	TA	Bentonit

Ergebnisse:			
Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunde:	61 %	jeweils Mittelwert aus zwei Messungen	
Wasseraufnahmevermögen nach 23 Stunden:	64 % im Vers.		65 % log. extrapoliert

Darstellung der Messergebnisse



Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Probendaten	
Probenbezeichnung:	Alb-EP-1B
Entnahmestelle:	-
Entnahmetiefe:	-
Bodenart (visuelle Ansprache):	-
Bodengruppe nach DIN 18196:	-
Farbe:	hellbraun
geologische Bezeichnung:	-
Größtkorn des Bodens (mm):	-
	zerkleinert auf
Größtkorn der Probe (mm):	0,063

Ergebnisse					
		Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert
Calzitanteil (Calciumkarbonat, CaCO ₃)	%	19,0	17,4	18,7	18,3
Dolomitanteil (Magnesiumkarbonat (CaMg(CO ₃) ₂))	%	3,9	4,7	4,0	4,2
Kalkgehalt V _{Ca} (Gesamtkarbonat)	%	22,9	22,1	22,6	22,5

Bemerkungen	
Untersucht wurde die Gesamtprobe.	

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

$$V_{Ca} = \frac{m_{Ca}}{m_d}$$

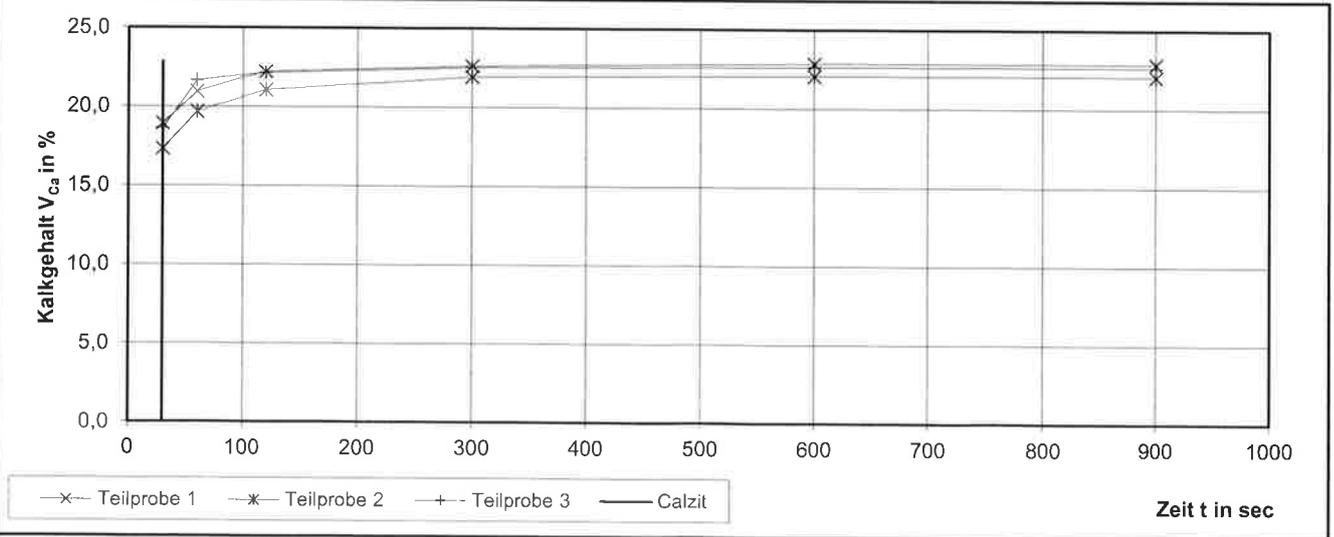
$$m_{Ca} = V_0 \cdot \rho_a \cdot M$$

$$V_0 = \frac{p_{abs} \cdot V_G}{p_n \cdot (273 + T) \cdot \beta}$$

- m_{Ca} Massenanteil Gesamtkarbonate
- m_d Trockenmasse der Probe
- V_0 Volumen des CO₂-Gases bei $p_n = 1000$ hPa und bei T_r
- ρ_a Dichte des CO₂-Gases bei $p_n = 100$ kPa und bei $T_n = 0^\circ\text{C}$
- M Verhältniszahl der molaren Massen von CaCO₃ und CO₂ = 2,274
- p_{abs} absoluter Luftdruck an der Versuchsstelle in hPa
- V_G abgelesenes Gasvolumen in cm³
- p_n 100 kPa
- T Temperatur beim Versuch
- β Ausdehnungskoeffizient für CO₂ in K⁻¹; $\beta = 1/268,4$ K⁻¹

Probenbezeichnung:
 Alb-EP-1B

Versuchsprotokoll														
Teilprobe 1					Teilprobe 2					Teilprobe 3				
Trockenmasse der Probe		m_d	0,314	g	Trockenmasse der Probe		m_d	0,320	g	Trockenmasse der Probe		m_d	0,319	g
Temperatur		T	23,5	°C	Temperatur		T	23,6	°C	Temperatur		T	23,4	°C
Luftdruck		p_{abs}	975	hPa	Luftdruck		p_{abs}	975	hPa	Luftdruck		p_{abs}	975	hPa
Zeit	Able- sung	V_0	m_{Ca}	V_{Ca}	Zeit	Able- sung	V_0	m_{Ca}	V_{Ca}	Zeit	Able- sung	V_0	m_{Ca}	V_{Ca}
sec	cm ³	cm ³	g	%	sec	cm ³	cm ³	g	%	sec	cm ³	cm ³	g	%
30	15,0	13,24	0,060	18,95	30	14,0	12,35	0,056	17,35	30	15,0	13,2	0,060	18,66
60	16,6	14,65	0,066	20,98	60	15,9	14,03	0,063	19,71	60	17,4	15,4	0,069	21,65
120	17,6	15,53	0,070	22,24	120	17,0	15,00	0,067	21,07	120	17,8	15,7	0,071	22,15
300	17,9	15,80	0,071	22,62	300	17,7	15,62	0,070	21,94	300	18,1	16,0	0,072	22,52
600	18,1	15,98	0,072	22,87	600	17,8	15,70	0,071	22,06	600	18,2	16,1	0,072	22,65
900	18,1	15,98	0,072	22,87	900	17,8	15,70	0,071	22,06	900	18,2	16,1	0,072	22,65
Calzitanteil (Calciumkarbonat, CaCO ₃) in %				19,0					17,4					18,7
Dolomitanteil, (Magnesiumkarbonat (CaMg(CO ₃) ₂) in %				3,9					4,7					4,0
Kalkgehalt V_{Ca} (Gesamtkarbonat) in %				22,9					22,1					22,6
Mittelwert V_{Ca} in %									22,5					



Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Probendaten	
Probenbezeichnung:	Alb-EP-2B
Entnahmestelle:	-
Entnahmetiefe:	-
Bodenart (visuelle Ansprache):	-
Bodengruppe nach DIN 18196:	-
Farbe:	hellbraun
geologische Bezeichnung:	-
Größtkorn des Bodens (mm):	-
	zerkleinert auf
Größtkorn der Probe (mm):	0,063

Ergebnisse					
		Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert
Calzitanteil (Calciumkarbonat, CaCO ₃)	%	62,0	59,8	59,4	60,4
Dolomitanteil (Magnesiumkarbonat (CaMg(CO ₃) ₂))	%	3,2	5,4	4,7	4,4
Kalkgehalt V _{Ca} (Gesamtkarbonat)	%	65,2	65,2	64,1	64,8

Bemerkungen
Untersucht wurde die Gesamtprobe.

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

$$V_{Ca} = \frac{m_{Ca}}{m_d}$$

$$m_{Ca} = V_0 \cdot \rho_a \cdot M$$

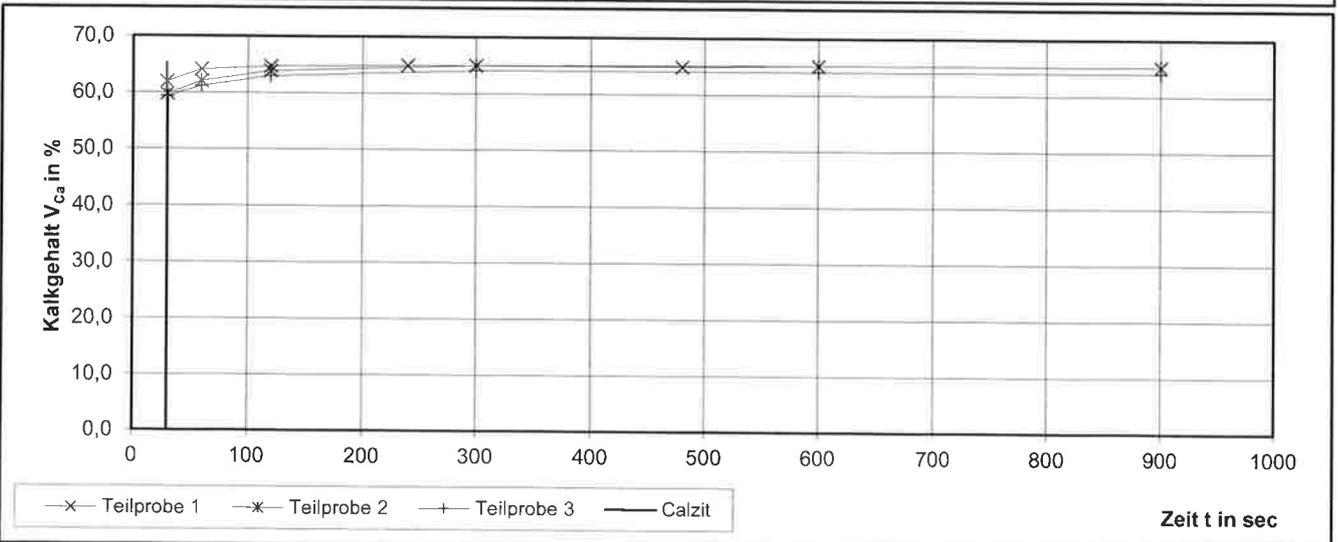
$$V_0 = \frac{p_{abs} \cdot V_G}{p_n \cdot (273 + T) \cdot \beta}$$

- m_{Ca} Massenanteil Gesamtkarbonate
- m_d Trockenmasse der Probe
- V_0 Volumen des CO₂-Gases bei $p_n = 1000$ hPa und bei T_f
- ρ_a Dichte des CO₂-Gases bei $p_n = 100$ kPa und bei $T_n = 0^\circ\text{C}$
- M Verhältniszahl der molaren Massen von CaCO₃ und CO₂ = 2,274
- p_{abs} absoluter Luftdruck an der Versuchsstelle in hPa
- V_G abgelesenes Gasvolumen in cm³
- p_n 100 kPa
- T Temperatur beim Versuch
- β Ausdehnungskoeffizient für CO₂ in K⁻¹; $b = 1/268,4$ K⁻¹

Probenbezeichnung:
Alb-EP-2B

Versuchsprotokoll

Teilprobe 1					Teilprobe 2					Teilprobe 3				
Trockenmasse der Probe		m_d	0,300	g	Trockenmasse der Probe		m_d	0,337	g	Trockenmasse der Probe		m_d	0,325	g
Temperatur		T	24,1	°C	Temperatur		T	24,7	°C	Temperatur		T	24,6	°C
Luftdruck		p_{abs}	975	hPa	Luftdruck		p_{abs}	975	hPa	Luftdruck		p_{abs}	975	hPa
Zeit	Able- sung	V_0	m_{Ca}	V_{Ca}	Zeit	Able- sung	V_0	m_{Ca}	V_{Ca}	Zeit	Able- sung	V_0	m_{Ca}	V_{Ca}
sec	cm ³	cm ³	g	%	sec	cm ³	cm ³	g	%	sec	cm ³	cm ³	g	%
30	47,0	41,40	0,186	62,04	30	51,0	44,83	0,202	59,81	30	48,8	42,9	0,193	59,36
60	48,6	42,81	0,192	64,15	60	53,0	46,59	0,209	62,15	60	50,4	44,3	0,199	61,31
120	49,0	43,16	0,194	64,68	120	54,5	47,91	0,215	63,91	120	51,8	45,5	0,205	63,01
240	49,2	43,34	0,195	64,94	300	55,4	48,70	0,219	64,97	300	52,7	46,3	0,208	64,10
480	49,2	43,34	0,195	64,94	600	55,6	48,87	0,220	65,20	600	52,7	46,3	0,208	64,10
600	49,4	43,51	0,196	65,21	900	55,6	48,87	0,220	65,20	900	52,7	46,3	0,208	64,10
900	49,4	43,51	0,196	65,21										
Calzitanteil (Calziumkarbonat, CaCO ₃) in %				62,0					59,8					59,4
Dolomitanteil, (Magnesiumkarbonat (CaMg(CO ₃) ₂) in %				3,2					5,4					4,7
Kalkgehalt V_{Ca} (Gesamtkarbonat) in %				65,2					65,2					64,1
Mittelwert V_{Ca} in %									64,8					



Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Probendaten	
Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B MP
Entnahmestelle:	-
Entnahmetiefe:	-
Bodenart (visuelle Ansprache):	-
Bodengruppe nach DIN 18196:	-
Farbe:	hellbraun
geologische Bezeichnung:	-
Größtkorn des Bodens (mm):	-
	zerkleinert auf
Größtkorn der Probe (mm):	0,063

Ergebnisse					
		Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert
Calzitanteil (Calciumkarbonat, CaCO_3)	%	57,6	57,4	57,7	57,6
Dolomitanteil (Magnesiumkarbonat ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$))	%	5,4	6,1	5,2	5,6
Kalkgehalt V_{Ca} (Gesamtkarbonat)	%	63,0	63,4	62,9	63,1

Bemerkungen	
Untersucht wurde die Gesamtprobe.	

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

$$V_{Ca} = \frac{m_{Ca}}{m_d}$$

$$m_{Ca} = V_0 \cdot \rho_a \cdot M$$

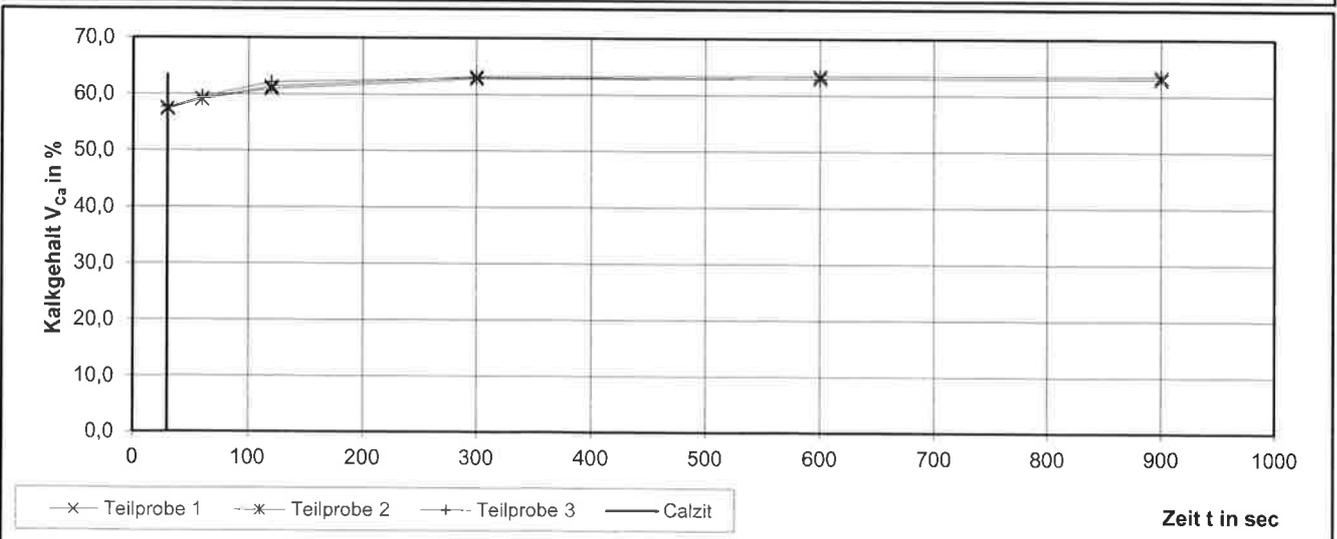
$$V_0 = \frac{p_{abs} \cdot V_G}{p_n \cdot (273 + T) \cdot \beta}$$

- m_{Ca} Massenanteil Gesamtkarbonate
- m_d Trockenmasse der Probe
- V_0 Volumen des CO₂-Gases bei $p_n = 1000$ hPa und bei T_r
- ρ_a Dichte des CO₂-Gases bei $p_n = 100$ kPa und bei $T_n = 0^\circ\text{C}$
- M Verhältniszahl der molaren Massen von CaCO₃ und CO₂ = 2,274
- p_{abs} absoluter Luftdruck an der Versuchsstelle in hPa
- V_G abgelesenes Gasvolumen in cm³
- p_n 100 kPa
- T Temperatur beim Versuch
- β Ausdehnungskoeffizient für CO₂ in K⁻¹; $b = 1/268,4$ K⁻¹

Probenbezeichnung:
Alb-EP-4B MP

Versuchsprotokoll

Teilprobe 1					Teilprobe 2					Teilprobe 3				
Trockenmasse der Probe	m_d	0,308	g		Trockenmasse der Probe	m_d	0,301	g		Trockenmasse der Probe	m_d	0,302	g	
Temperatur	T	24,0	°C		Temperatur	T	24,0	°C		Temperatur	T	24,1	°C	
Luftdruck	p_{abs}	975	hPa		Luftdruck	p_{abs}	975	hPa		Luftdruck	p_{abs}	975	hPa	
Zeit	Able-sung	V_0	m_{Ca}	V_{Ca}	Zeit	Able-sung	V_0	m_{Ca}	V_{Ca}	Zeit	Able-sung	V_0	m_{Ca}	V_{Ca}
sec	cm ³	cm ³	g	%	sec	cm ³	cm ³	g	%	sec	cm ³	cm ³	g	%
30	44,8	39,47	0,177	57,62	30	43,6	38,42	0,173	57,38	30	44,0	38,8	0,174	57,69
60	46,0	40,53	0,182	59,16	60	45,0	39,65	0,178	59,22	60	45,4	40,0	0,180	59,53
120	47,4	41,76	0,188	60,96	120	46,6	41,06	0,185	61,33	120	47,4	41,8	0,188	62,15
300	48,8	43,00	0,193	62,76	300	48,0	42,29	0,190	63,17	300	48,0	42,3	0,190	62,94
600	49,0	43,17	0,194	63,02	600	48,2	42,47	0,191	63,43	600	48,0	42,3	0,190	62,94
900	49,0	43,17	0,194	63,02	900	48,2	42,47	0,191	63,43					
Calzitanteil (Calciumkarbonat, CaCO ₃) in %				57,6					57,4					57,7
Dolomitanteil, (Magnesiumkarbonat (CaMg(CO ₃) ₂) in %				5,4					6,1					5,2
Kalkgehalt V_{Ca} (Gesamtkarbonat) in %				63,0					63,4					62,9
Mittelwert V_{Ca} in %									63,1					

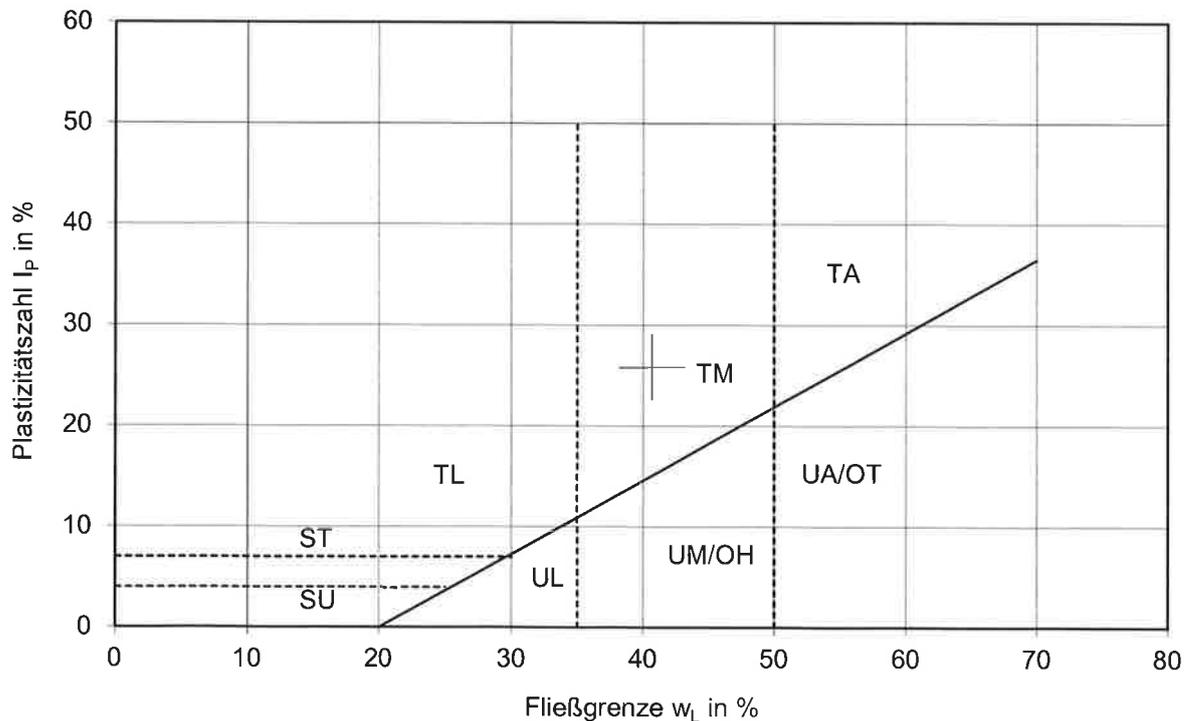


Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten:	
Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B MP
Entnahmestelle:	
Entnahmetiefe:	
Bodenart (visuelle Ansprache):	G+U, t
Farbe:	hellbraun
geologische Bezeichnung:	

Ergebnisse:			
nat. Wassergehalt	w_n	%	18,70
Überkornanteil	\ddot{u}	%	40,00
Wassergehalt \ddot{u}	$w_{\ddot{u}}$	%	16,90
Wassergehalt korr.	$w_{nkor.}$	%	19,90
Ausrollgrenze	w_P	%	14,85
Fließgrenze	w_L	%	40,65
Plastizitätszahl	I_P	%	25,80
Konsistenzzahl	I_C	1	0,804
Konsistenz			steif

Bodengruppe nach DIN 18196:	TM
-----------------------------	-----------



Konsistenzzahl I_C

0,804



Einstufung nach DIN 18122-1

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck, 2016-05-01 Geo+Plan

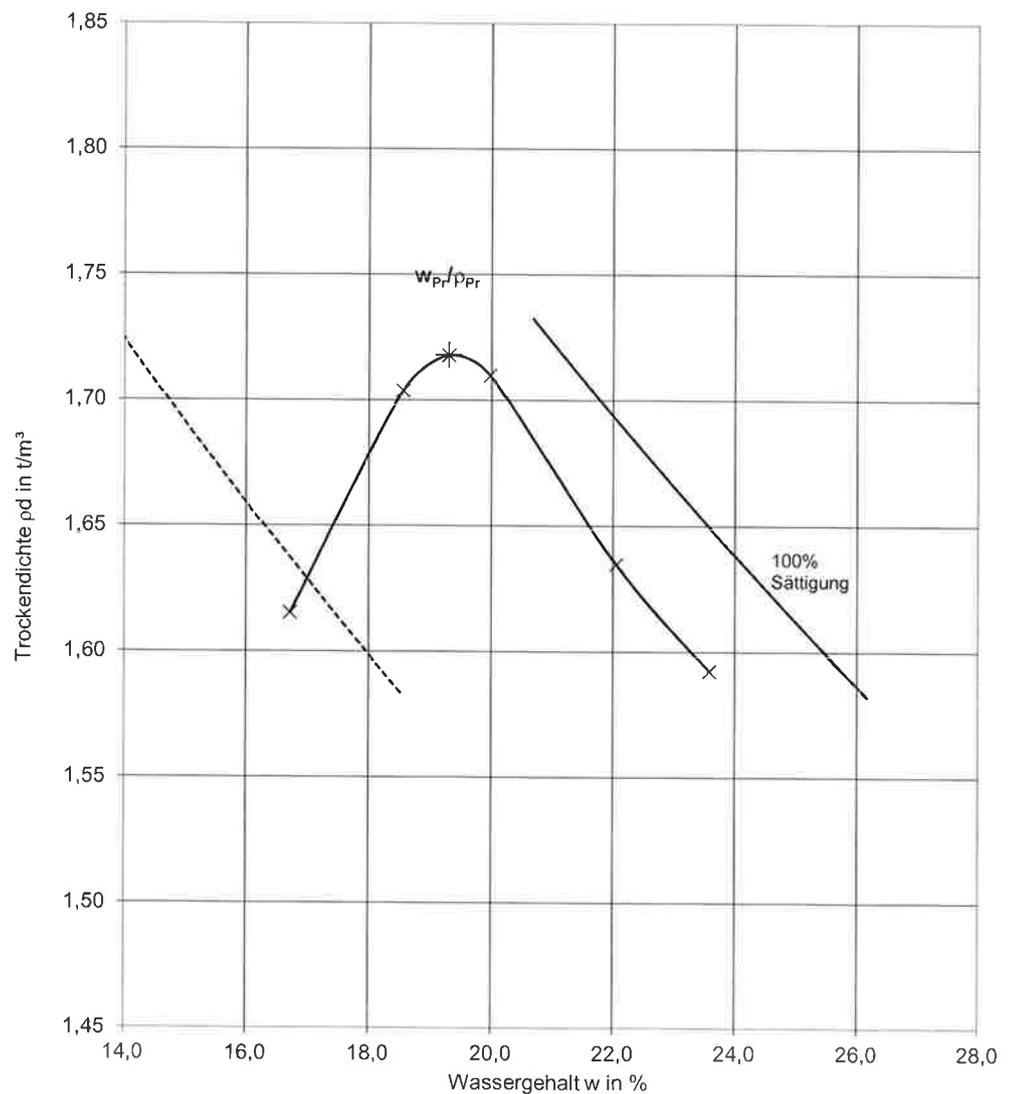
Probendaten	
Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B_MP
Entnahmestelle:	
Entnahmetiefe:	
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g*
Farbe:	hellbraun
geologische Bezeichnung:	

natürlicher Wassergehalt	w _n	%	0,00
max. Korngröße des Materials		mm	10,0
Korndichte	ρ _s	t/m ³	2,700
Überkornanteil	ü	%	
Korndichte Überkorn	ρ _{sü}	t/m ³	
Wassergehalt Überkorn	w _ü	%	0,00

Ergebnisse
optimaler Wassergehalt
w_{Pr} = 19,3 %
Proctordichte
ρ_{Pr} = 1,72 t/m³

1.718

Versuchsdaten	
Wassergehalt	Trockendichte
w in %	ρ _d in t/m ³
16,71	1,615
18,56	1,704
19,97	1,710
22,05	1,635
23,57	1,592
x-Punkte	



chink

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

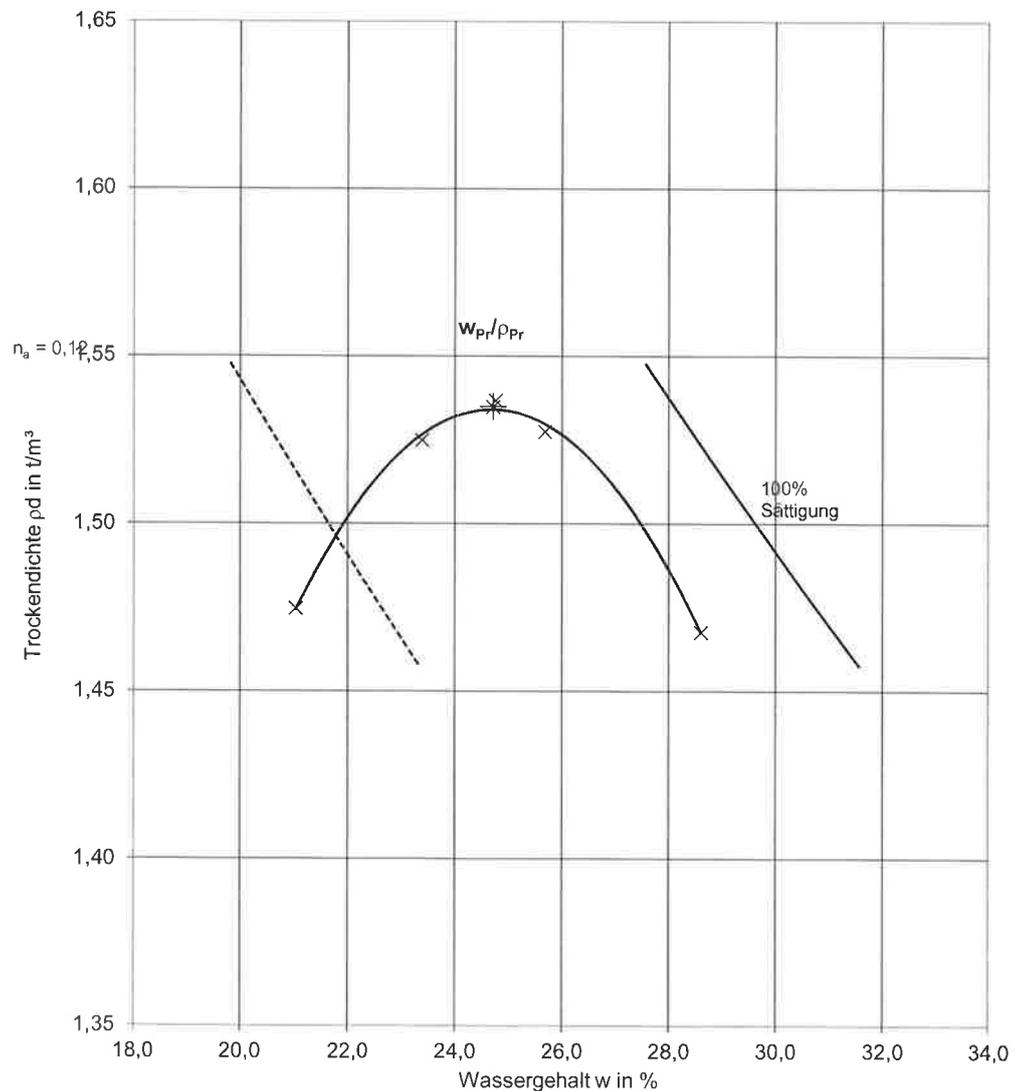
Probendaten	
Probenbezeichnung:	Alb-EP-5B_MP
Entnahmestelle:	-
Entnahmetiefe:	-
Bodenart (visuelle Ansprache):	T, Tst + 5% Zement
Farbe:	hellbraun
geologische Bezeichnung:	

natürlicher Wassergehalt	w_n	%	0,00
max. Korngröße des Materials		mm	10,0
Korndichte (geschätzt)	ρ_s	t/m ³	2,700
Überkornanteil	\ddot{u}	%	
Korndichte Überkorn	$\rho_{s\ddot{u}}$	t/m ³	
Wassergehalt Überkorn	$w_{\ddot{u}}$	%	0,00

Ergebnisse
optimaler Wassergehalt
$w_{Pr} = 24,7 \%$
Proctordichte
$\rho_{Pr} = 1,54 \text{ t/m}^3$

1,535

Versuchsdaten	
Wassergehalt	Trockendichte
w in %	ρ_d in t/m ³
23,39	1,525
21,03	1,475
24,75	1,537
25,67	1,528
28,60	1,468
x-Punkte	



chink

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B_MP
Entnahmestelle:	
Entnahmetiefe:	
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g* (Tst, Ton)
Farbe:	hellbraun
geologische Bezeichnung:	

AccuPycII 1340 V2.00 Seriennummer: 3306 Dichte und Volumenbericht						
Probenname: 4 Probengewicht: 27.1110 g Temperatur: 23.7 °C Spülzyklen: 10 Zellvolumen: 37.7663 cm3			Beginn: 09/07/19 09:38:41 Ende 09/07/19 09:59:59 Gleichgewicht: 0.0050 psig/min Expansionsvolumen: 73.9671 cm3			
Mess. Nr.	Volumen cm3	Abweichung cm3	Dichte g/cm3	Abweichung g/cm3	Meßzeit (h:m:s)	Temperatur °C
1	10.0583	-0.0023	2.6954	0.0006	0:07:45	23.5
2	10.0572	-0.0034	2.6957	0.0009	0:09:18	23.5
3	10.0607	0.0000	2.6948	-0.0000	0:10:42	23.5
4	10.0654	0.0047	2.6935	-0.0013	0:12:12	23.5
5	10.0563	-0.0043	2.6959	0.0012	0:13:44	23.5
6	10.0603	-0.0004	2.6949	0.0001	0:15:18	23.6
7	10.0593	-0.0013	2.6951	0.0003	0:16:48	23.6
8	10.0594	-0.0012	2.6951	0.0003	0:18:17	23.7
9	10.0649	0.0043	2.6936	-0.0011	0:19:46	23.7
10	10.0644	0.0038	2.6937	-0.0010	0:21:10	23.7
Mittleres Volumen: 10.0606 cm3 Mittlere Dichte: 2.6948 g/cm3			Standardabweichung: 0.0031 cm3 Standardabweichung: 0.0008 g/cm3			

Hinweis: Die Bestimmung erfolgte mit Heliumgas

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten			
Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B_MP		
Entnahmestelle:	k.A.		
Entnahmetiefe:	k.A.		
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g*		
Farbe:	hellbraun		
Bodengruppe nach DIN 18196:			
geologische Bezeichnung:			
Konsistenzzahl:	I_c		
Proctordichte:	ρ_{Pr}	t/m ³	1,718
opt. Wassergehalt:	w_{Pr}	%	19,3
Korndichte:	ρ_s	t/m ³	2,7

Probendaten			
			Einbau
Probenhöhe:	h_0	cm	7,07
Probendurchmes.:	d	cm	9,62
Probenquerschnitt:	A	cm ²	72,68
Probenvolumen:	V	cm ³	513,88
Dichte:	ρ	t/m ³	1,875
Trockendichte:	ρ_d	t/m ³	1,614
Wassergehalt:	w_n/w_E	%	16,21
Porenanteil:	n_E	1	0,402
Porenzahl:	e_E	1	0,673
Luftporenanteil:	n_{aE}	%	14,1
Sättigungsgrad:	S_{rE}	%	65,0
Verdichtungsgrad:	D_{Pr}	%	93,9

			Ausbau
Wassergehalt:	w_A	%	24,05
Sättigungsgrad:	S_{rA}	%	96,4

Versuchsdaten		
Stand Nr.	Nr.	52
Standrohrquerschnitt:	cm ²	0,2827
Druck Oberwasser	bar	5,00
Druck Unterwasser	bar	5,25
Seitendruck	bar	5,50
Korrekturwert Oberwasser	cm	95,70
Auflast	kN/m ²	

Bemerkungen

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B_MP
Entnahmestelle:	k.A.
Entnahmetiefe:	k.A.
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g*
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	

lfd. Nr.	Datum	Uhrzeit	Ableseung cm	Temp. °C	Zeitdifferenz sec	alpha	eff.Druck m	Gefälle l	ln(h ₁ /h ₂)	k ₁₀ m/s
1	11.06.2019	8:19	96,1	24,7	0					
2	11.06.2019	8:27	44,1	24,7	480	0,691	1,984	28,1	2,33 E-01	9,22 E-08
3	11.06.2019	8:31	23,5	24,7	240	0,691	1,778	25,1	1,10 E-01	8,68 E-08
4	11.06.2019	8:38	97,6	24,7						
5	11.06.2019	8:43	66,3	24,6	300	0,693	2,206	31,2	1,33 E-01	8,43 E-08
6	11.06.2019	8:47	44,8	24,6	240	0,693	1,991	28,2	1,03 E-01	8,14 E-08
7	11.06.2019	8:53	18,0	24,5	360	0,695	1,723	24,4	1,45 E-01	7,67 E-08
8	11.06.2019	8:54	97,5	24,5						
9	11.06.2019	8:57	79,1	24,4	180	0,696	2,334	33,0	7,59 E-02	8,07 E-08
10	11.06.2019	9:04	43,1	24,4	420	0,696	1,974	27,9	1,68 E-01	7,64 E-08
11	11.06.2019	9:10	16,4	24,3	360	0,698	1,707	24,1	1,45 E-01	7,74 E-08
12	11.06.2019	9:11	97,4	24,3						
13	11.06.2019	9:21	44,3	24,2	600	0,699	1,986	28,1	2,37 E-01	7,59 E-08
14	11.06.2019	9:30	7,6	24,2	540	0,699	1,619	22,9	2,04 E-01	7,28 E-08
15	11.06.2019	9:31	96,7	24,2						
16	11.06.2019	9:41	44,6	24,2	600	0,699	1,989	28,1	2,33 E-01	7,46 E-08
17	11.06.2019	9:51	5,0	24,1	600	0,701	1,593	22,5	2,22 E-01	7,13 E-08
18	11.06.2019	9:52	96,0	24,1						
19	11.06.2019	9:58	65,0	24,1	360	0,701	2,193	31,0	1,32 E-01	7,08 E-08
20	11.06.2019	10:12	8,3	24,0	840	0,702	1,626	23,0	2,99 E-01	6,88 E-08
21	11.06.2019	10:13	95,3	24,0						
22	11.06.2019	10:25	38,4	24,0	720	0,702	1,927	27,3	2,59 E-01	6,94 E-08
23	11.06.2019	10:38	95,0	24,0						
24	11.06.2019	10:53	28,5	24,0	900	0,702	1,828	25,9	3,10 E-01	6,66 E-08
25	11.06.2019	11:03	94,4	24,0						
26	11.06.2019	11:14	45,5	24,1	660	0,701	1,998	28,3	2,19 E-01	6,39 E-08
27	11.06.2019	11:31	93,8	24,1						
28	11.06.2019	11:38	62,4	24,1	420	0,701	2,167	30,7	1,35 E-01	6,21 E-08
29	11.06.2019	11:49	21,6	24,1	660	0,701	1,759	24,9	2,09 E-01	6,09 E-08
30	11.06.2019	11:59	93,3	24,2						
31	11.06.2019	12:09	51,1	24,2	600	0,699	2,054	29,1	1,87 E-01	5,99 E-08
32	11.06.2019	12:17	23,6	24,3	480	0,698	1,779	25,2	1,44 E-01	5,75 E-08
33	11.06.2019	12:20	14,9	24,3	180	0,698	1,692	23,9	5,01 E-02	5,34 E-08
34	11.06.2019	13:13	92,0	24,6						
35	11.06.2019	13:23	46,8	24,6	600	0,693	2,011	28,4	2,03 E-01	6,44 E-08
36	11.06.2019	13:33	12,2	24,6	600	0,693	1,665	23,6	1,89 E-01	6,00 E-08
37	11.06.2019	13:34	92,2	24,6						
38	11.06.2019	13:42	57,1	24,7	480	0,691	2,114	29,9	1,54 E-01	6,08 E-08
39	11.06.2019	13:57	6,4	24,7	900	0,691	1,607	22,7	2,74 E-01	5,79 E-08
40	11.06.2019	13:58	91,6	24,7						
41	11.06.2019	14:06	57,8	24,8	480	0,690	2,121	30,0	1,48 E-01	5,84 E-08
42	11.06.2019	14:15	25,4	24,8	540	0,690	1,797	25,4	1,66 E-01	5,82 E-08
43	11.06.2019	14:20	10,0	24,8	300	0,690	1,643	23,2	8,96 E-02	5,67 E-08
44	11.06.2019	14:21	91,1	24,8						
45	11.06.2019	14:32	46,8	24,9	660	0,688	2,011	28,4	1,99 E-01	5,71 E-08
46	11.06.2019	14:46	3,1	25,0	840	0,687	1,574	22,3	2,45 E-01	5,51 E-08
47	11.06.2019	14:47	90,6	25,0						
48	11.06.2019	14:58	48,0	25,0	660	0,687	2,023	28,6	1,91 E-01	5,47 E-08

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

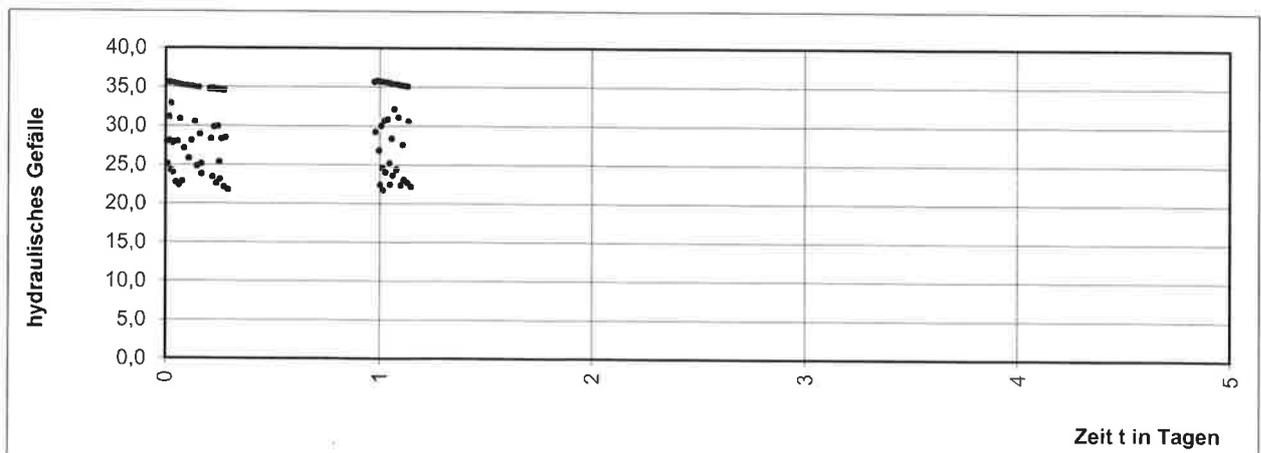
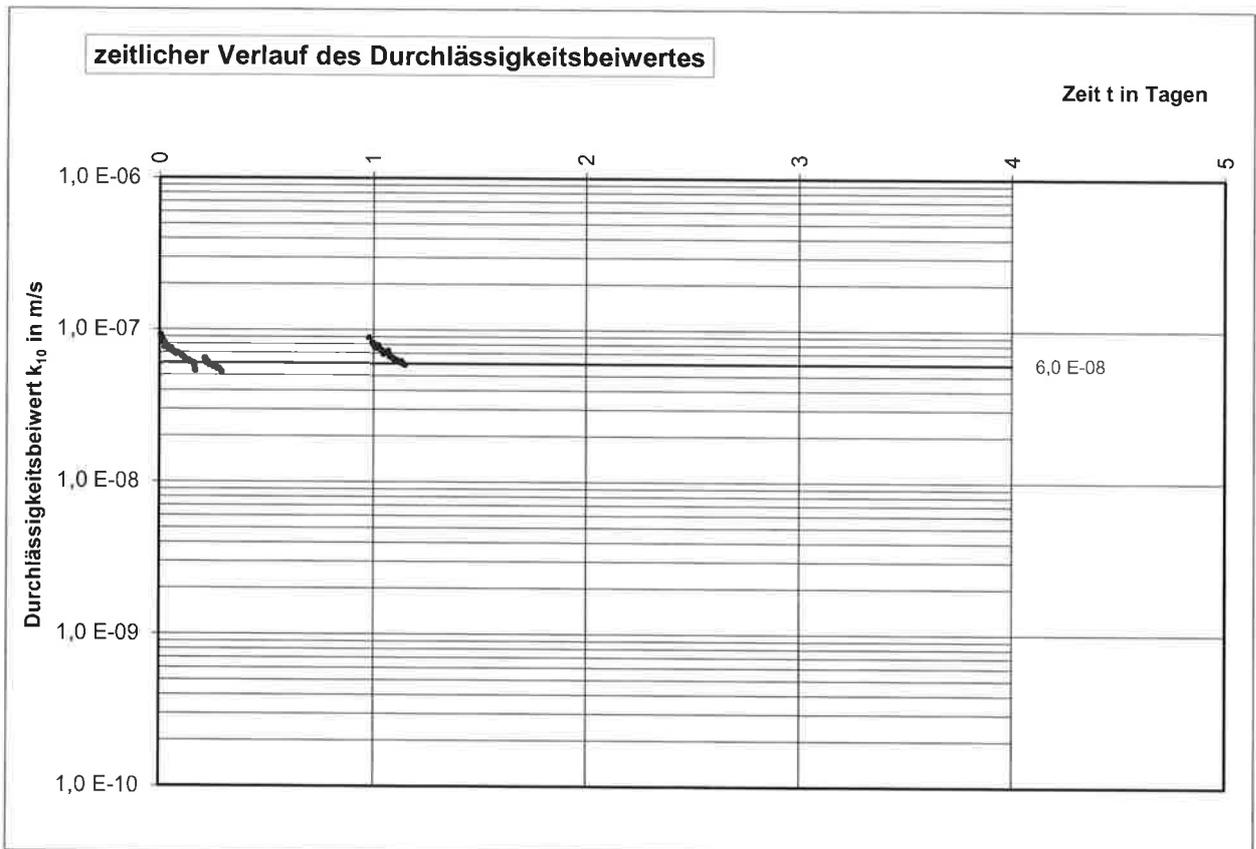
Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B_MP
Entnahmestelle:	k.A.
Entnahmetiefe:	k.A.
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g*
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	

lfd. Nr.	Datum	Uhrzeit	Ableseung cm	Temp. °C	Zeitdifferenz sec	alpha	eff. Druck (h ₂) m	Gefälle (h ₂) l	ln(h ₁ /h ₂)	k ₁₀ m/s
49	11.06.2019	15:14	0,5	25,1	960	0,685	1,548	21,9	2,68 E-01	5,25 E-08
50	12.06.2019	7:41	98,3	25,2						
51	12.06.2019	7:48	52,8	25,2	420	0,684	2,071	29,3	1,99 E-01	8,89 E-08
52	12.06.2019	8:01	99,2	25,0						
53	12.06.2019	8:12	35,9	25,0	660	0,687	1,902	26,9	2,87 E-01	8,22 E-08
54	12.06.2019	8:19	4,6	25,0	420	0,687	1,589	22,5	1,80 E-01	8,08 E-08
55	12.06.2019	8:20	98,6	25,0						
56	12.06.2019	8:27	58,3	24,9	420	0,688	2,126	30,1	1,74 E-01	7,82 E-08
57	12.06.2019	8:35	19,9	24,9	480	0,688	1,742	24,6	1,99 E-01	7,85 E-08
58	12.06.2019	8:40	0,1	24,9	300	0,688	1,544	21,8	1,21 E-01	7,61 E-08
59	12.06.2019	8:41	98,3	24,9						
60	12.06.2019	8:47	63,0	24,9	360	0,688	2,173	30,7	1,51 E-01	7,91 E-08
61	12.06.2019	8:57	16,6	24,8	600	0,690	1,709	24,2	2,40 E-01	7,59 E-08
62	12.06.2019	9:07	97,5	24,8						
63	12.06.2019	9:13	64,7	24,8	360	0,690	2,190	31,0	1,40 E-01	7,35 E-08
64	12.06.2019	9:22	24,0	24,8	540	0,690	1,783	25,2	2,06 E-01	7,22 E-08
65	12.06.2019	9:27	5,4	24,8	300	0,690	1,597	22,6	1,10 E-01	6,97 E-08
66	12.06.2019	9:28	97,1	24,8						
67	12.06.2019	9:38	46,7	24,9	600	0,688	2,010	28,4	2,24 E-01	7,06 E-08
68	12.06.2019	9:46	13,6	24,9	480	0,688	1,679	23,7	1,80 E-01	7,09 E-08
69	12.06.2019	9:54	96,2	24,9						
70	12.06.2019	9:58	74,1	24,9	240	0,688	2,284	32,3	9,24 E-02	7,28 E-08
71	12.06.2019	10:11	19,0	25,0	780	0,687	1,733	24,5	2,76 E-01	6,68 E-08
72	12.06.2019	10:19	95,9	25,0						
73	12.06.2019	10:25	66,4	25,0	360	0,687	2,207	31,2	1,25 E-01	6,58 E-08
74	12.06.2019	10:41	5,0	25,0	960	0,687	1,593	22,5	3,26 E-01	6,41 E-08
75	12.06.2019	10:42	95,1	25,0						
76	12.06.2019	10:54	41,5	25,0	720	0,687	1,958	27,7	2,42 E-01	6,35 E-08
77	12.06.2019	11:03	9,7	25,0	540	0,687	1,640	23,2	1,77 E-01	6,20 E-08
78	12.06.2019	11:04	94,7	25,0						
79	12.06.2019	11:26	7,0	25,0	1320	0,687	1,613	22,8	4,34 E-01	6,21 E-08
80	12.06.2019	11:27	94,2	25,0						
81	12.06.2019	11:34	62,9	25,0	420	0,687	2,172	30,7	1,35 E-01	6,05 E-08
82	12.06.2019	11:51	3,4	25,0	1020	0,687	1,577	22,3	3,20 E-01	5,93 E-08
83										
84										
85										
86										
87										
88										
89										
90										
91										
92										
93										
94										
95										
96										

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B_MP
Entnahmestelle:	k.A.
Entnahmetiefe:	k.A.
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g*
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	

Durchlässigkeitsbeiwert k_{10} :	6,0 E-08	m/s
------------------------------------	----------	-----



Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten			
Probenbezeichnung:	Alb-EP-5B_MP		
Entnahmestelle:	k.A.		
Entnahmetiefe:	k.A.		
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g* + 5 % Zement		
Farbe:	hellbraun		
Bodengruppe nach DIN 18196:			
geologische Bezeichnung:			
Konsistenzzahl:	I_C		
Proctordichte:	ρ_{Pr}	t/m ³	1,535
opt. Wassergehalt:	w_{Pr}	%	24,7
Korndichte:	ρ_s	t/m ³	2,7

Probendaten			
			Einbau
Probenhöhe:	h_0	cm	7,08
Probendurchmes.:	d	cm	9,59
Probenquerschnitt:	A	cm ²	72,23
Probenvolumen:	V	cm ³	511,40
Dichte:	ρ	t/m ³	1,847
Trockendichte:	ρ_d	t/m ³	1,474
Wassergehalt:	w_n/w_E	%	25,32
Porenanteil:	n_E	1	0,454
Porenzahl:	e_E	1	0,832
Luftporenanteil:	n_{aE}	%	8,1
Sättigungsgrad:	S_{rE}	%	82,2
Verdichtungsgrad:	D_{Pr}	%	96,0

			Ausbau
Wassergehalt:	w_A	%	29,10
Sättigungsgrad:	S_{rA}	%	94,4

Versuchsdaten		
Stand Nr.	Nr.	52
Standrohrquerschnitt:	cm ²	0,2827
Druck Oberwasser	bar	5,00
Druck Unterwasser	bar	5,25
Seitendruck	bar	5,50
Korrekturwert Oberwasser	cm	95,90
Auflast	kN/m ²	

Bemerkungen

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

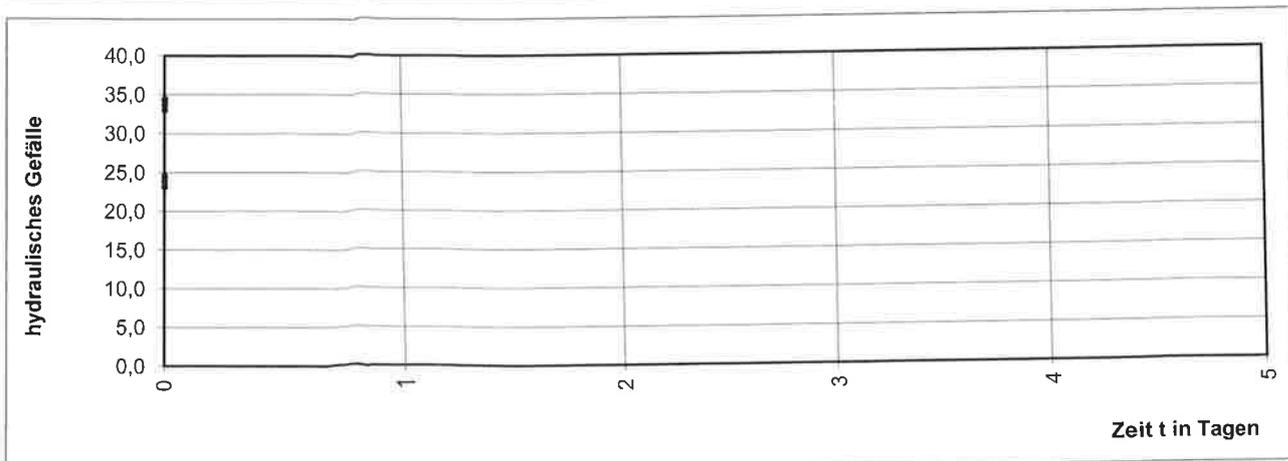
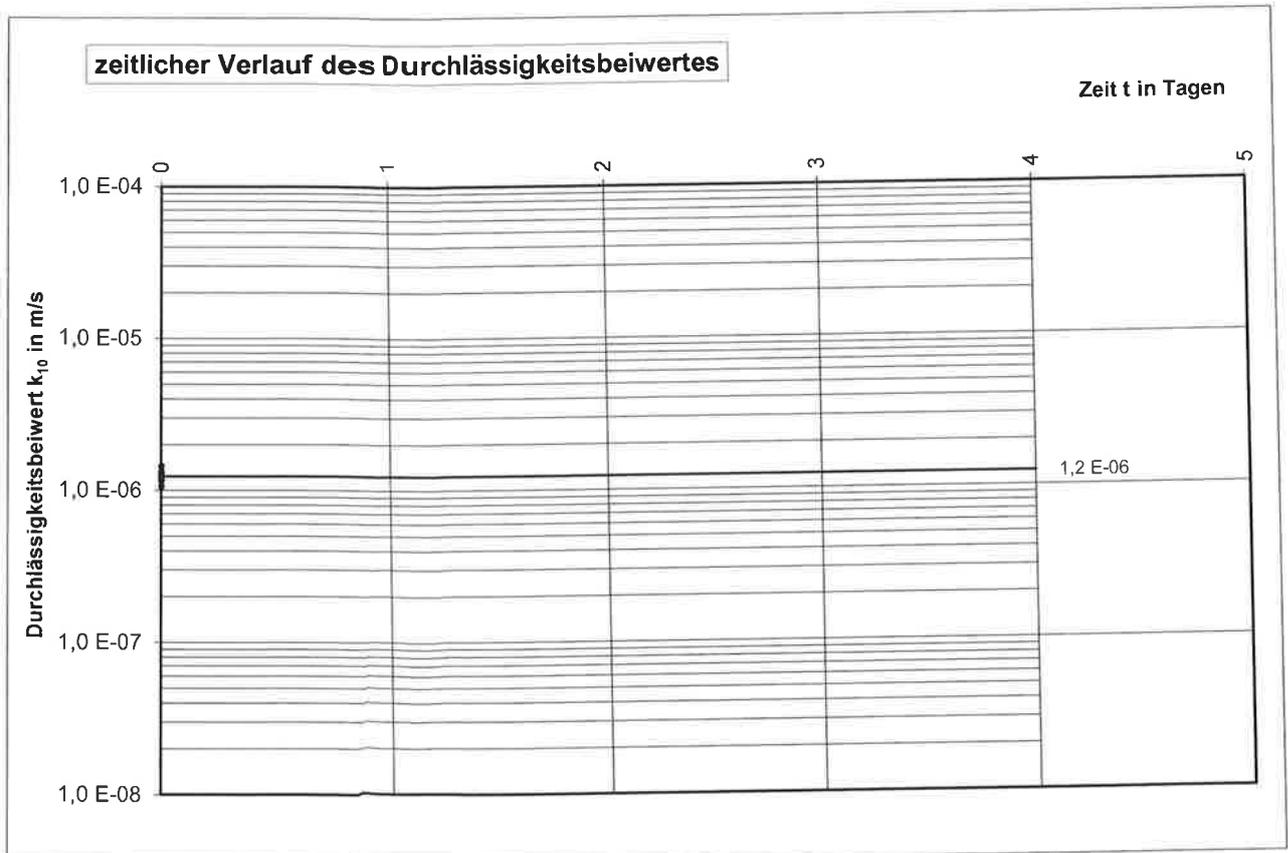
Probenbezeichnung:	Alb-EP-5B_MP
Entnahmestelle:	k.A.
Entnahmetiefe:	k.A.
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g* + 5 % Zement
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	

lfd. Nr.	Datum	Uhrzeit	Ablesung cm	Temp. °C	Zeitdifferenz sec	alpha	eff.Druck m	Gefälle l	ln(h ₁ /h ₂)	k ₁₀ m/s
1	11.07.2019	0:00	90,0	24,4	0					
2	11.07.2019	0:00	10,0	24,4	63	0,696	1,641	23,2	3,97 E-01	1,22 E-06
3	11.07.2019	0:00	90,0	24,4						
4	11.07.2019	0:00	10,0	24,4	63	0,696	1,641	23,2	3,97 E-01	1,22 E-06
5	11.07.2019	0:00	90,0	24,4						
6	11.07.2019	0:00	20,0	24,4	54	0,696	1,741	24,6	3,38 E-01	1,21 E-06
7	11.07.2019	0:00	80,0	24,4						
8	11.07.2019	0:00	20,0	24,4	45	0,696	1,741	24,6	2,96 E-01	1,27 E-06
9	11.07.2019	0:00	90,0	24,4						
10	11.07.2019	0:00	20,0	24,4	54	0,696	1,741	24,6	3,38 E-01	1,21 E-06
11	11.07.2019	0:00	80,0	24,4						
12	11.07.2019	0:00	10,0	24,4	53	0,696	1,641	23,2	3,55 E-01	1,29 E-06
13	11.07.2019	0:00	90,0	24,4						
14	11.07.2019	0:00	10,0	24,4	64	0,696	1,641	23,2	3,97 E-01	1,20 E-06
15	11.07.2019	0:00	80,0	24,4						
16	11.07.2019	0:00	10,0	24,4	57	0,696	1,641	23,2	3,55 E-01	1,20 E-06
17	11.07.2019	0:00	89,0	24,4						
18	11.07.2019	0:00	19,0	24,4	56	0,696	1,731	24,4	3,40 E-01	1,17 E-06
19	11.07.2019	0:00	90,0	24,4						
20	11.07.2019	0:00	20,0	24,4	53	0,696	1,741	24,6	3,38 E-01	1,23 E-06
21	11.07.2019	0:00	85,0	24,4						
22	11.07.2019	0:00	15,0	24,4	54	0,696	1,691	23,9	3,46 E-01	1,24 E-06
23	11.07.2019	0:00	85,0	24,4						
24	11.07.2019	0:00	15,0	24,4	54	0,696	1,691	23,9	3,46 E-01	1,24 E-06
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Probenbezeichnung:	Alb-EP-5B_MP
Entnahmestelle:	k.A.
Entnahmetiefe:	k.A.
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g* + 5 % Zement
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	

Durchlässigkeitsbeiwert k_{10} :	1,2 E-06	m/s
------------------------------------	----------	-----



Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten:

Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B_MP
Entnahmestelle:	
Entnahmetiefe:	
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g* (Tst, Ton)
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	TM
geologische Bezeichnung:	

Probendaten:

Materialdaten									
Proctordichte:	ρ_{Pr}	t/m ³	1,718					Prüfzeitraum:	
opt. Wassergehalt:	w_{Pr}	%	19,3					07.06.2019-01.07.2019	
Korndichte (ermittelt):	ρ_s	t/m ³	2,6948					Laborant:	
Schlammkornanteil:	-	%	57,78					Hink/Dankert	
Ungleichförmigkeitszahl:	U	-							
Größtkorn der Probe		mm	10						
Kornanteil > 4 mm		%	34						
Überkorn > 4 mm abgetrennt ?	ja / nein		Überkorn > 10 mm (ca. 20 %) abgetrennt						
beim Einbau			lose eingefüllt und auf vorgesehene Dichte verdichtet						
Probenherstellung									
Probenhöhe:	h	cm	1,96	1,94	1,96	1,94	1,96	1,94	
Probendurchmes.:	d	cm	9,44	9,44	9,44	9,44	9,44	9,44	
Probendaten beim Einbau									
Probenquerschnitt:	A	cm ²	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	
Probenvolumen:	V	cm ³	137,2	135,8	137,2	135,8	137,2	135,8	Mittel
Dichte:	ρ	t/m ³	1,900	1,920	1,900	1,920	1,951	1,952	1,924
Trockendichte:	ρ_d	t/m ³	1,622	1,628	1,626	1,630	1,650	1,639	1,633
Wassergehalt:	w	%	17,17	17,91	16,85	17,80	18,29	19,05	17,8
Porenanteil:	n	1	0,398	0,396	0,396	0,395	0,388	0,392	0,394
Porenzahl:	e	1	0,661	0,655	0,657	0,653	0,634	0,644	0,651
Luftporenanteil:	n_a	%	12,0	10,4	12,2	10,5	8,6	7,9	10,3
Sättigungsgrad:	S_r	%	69,9	73,7	69,1	73,4	77,8	79,7	74,0
Verdichtungsgrad:	D_{Pr}	%	94,4	94,8	94,7	94,9	96,0	95,4	95,0
Probendaten nach der Konsolidation									
Probenvolumen:	V	cm ³	130,5	126,7	122,6	120,9	125,9	120,9	
Dichte (w_n nicht berücksichtigt):	ρ	t/m ³	1,997	2,058	2,127	2,157	2,126	2,191	2,109
Trockendichte:	ρ_d	t/m ³	1,705	1,745	1,820	1,831	1,797	1,841	1,790
Porenanteil:	n	1	0,367	0,352	0,324	0,321	0,333	0,317	0,336
Porenzahl:	e	1	0,581	0,544	0,480	0,472	0,499	0,464	0,507
Verdichtungsgrad:	D_{Pr}	%	99,2	101,6	106,0	106,6	104,6	107,1	104,2
Probendaten beim Ausbau									
Wassergehalt:	w	%	24,99	25,24	22,59	20,20	21,56	20,35	22,49

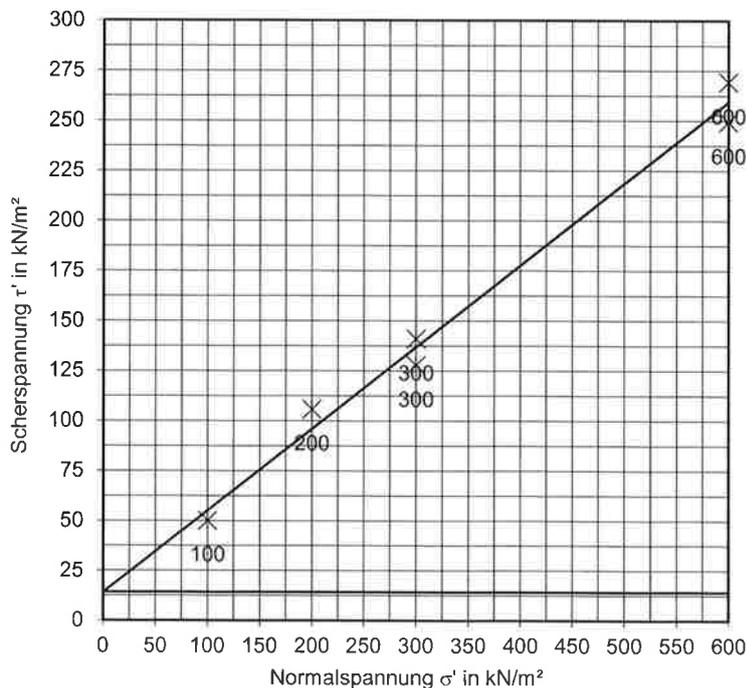
Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten:

Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B_MP
--------------------	--------------

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	2 mm
Flutung	bereits beim Konsolidieren
Konsolidierung	
Auflast/Spannung	σ' kN/m ²
Zeit der Konsolidation	t min
Setzung	ε mm
	100,0 200,0 300,0 600,0 300,0 600,0
	1440 1440 1440 1440 1440 1440
	0,95 1,30 2,09 2,13 1,61 2,12
Abschern	
Auflast/Spannung	σ' kN/m ²
Schergeschwindigkeit	v_s mm/min
maximaler Scherweg	s mm
Scherweg beim Bruch	s_B mm
max. Scherspannung	τ' kN/m ²
zur Berechnung verwenden ?	
im Diagramm darstellen ?	
	x x x x x x
	x x x x x x
Bemerkungen	
Raumtemperatur:	23°C
Weitere Angaben:	



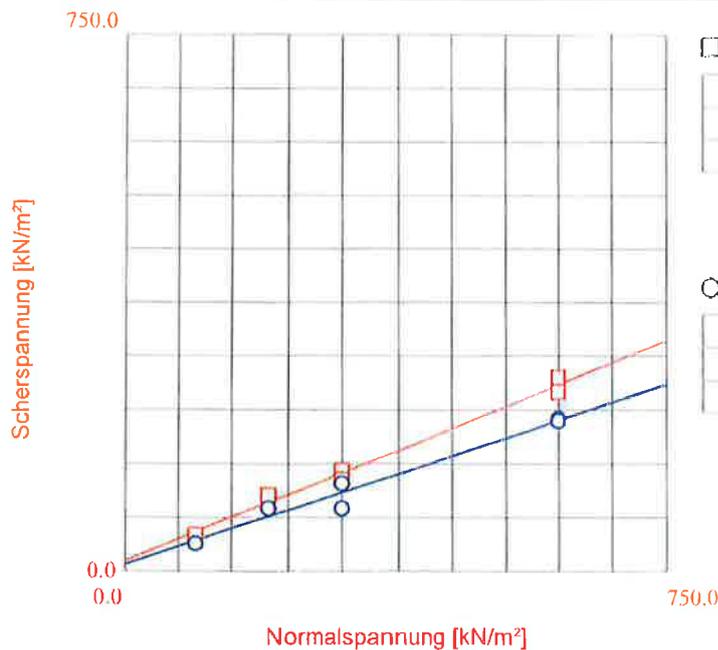
Ergebnisse	
Reibungswinkel ϕ' =	22,2 °
Kohäsion c' =	14,2 kN/m ²
Korrelationskoeffizient =	0,994

Wichtiger Hinweis:

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

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Schergeraden

Entnahmestelle ALB-4B
 Entnahmetiefe
 Entnahmetag
 Bodenart T,Tst
 Einbau hergestellt
 ausgeführt am 07.06.2019
 ausgeführt von Hink



Bruchparameter

Reibungswinkel	22.22 [°]
Kohäsion	14.26 [kN/m²]
Korrelation	0.99

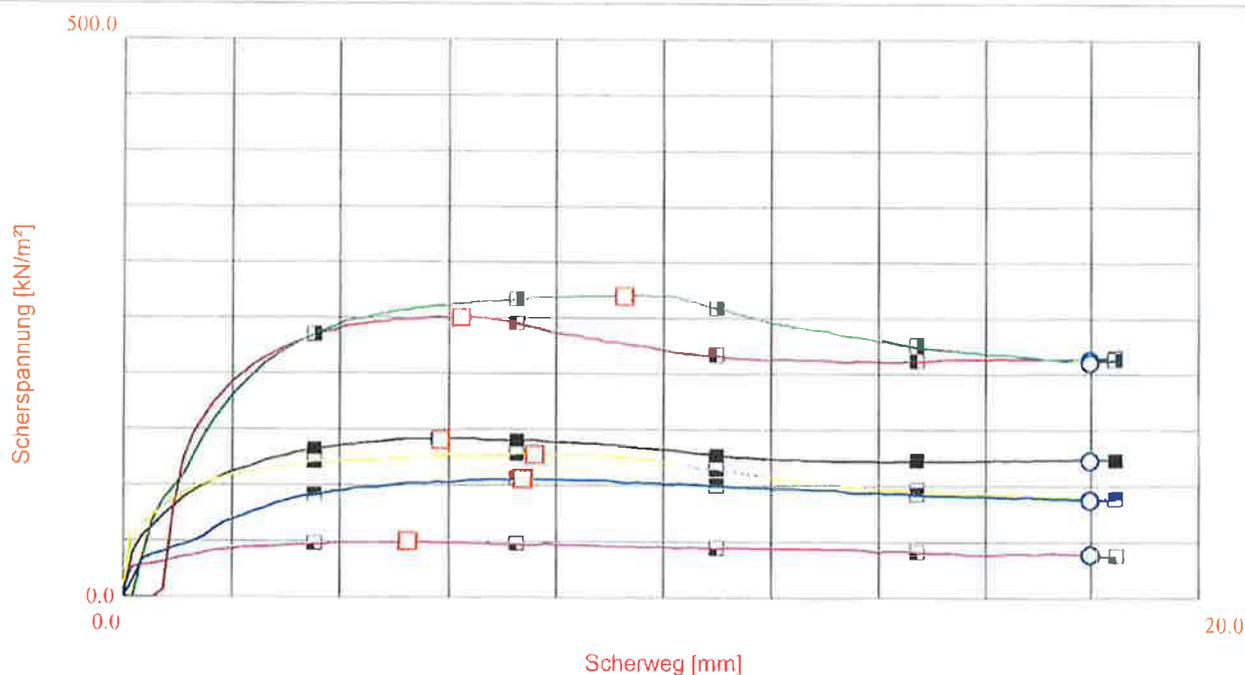
Restscherfestigkeit

Reibungswinkel	18.55 [°]
Kohäsion	9.10 [kN/m²]
Korrelation	0.98

Nr.	Normalspannung kN/m²		Bruchspannung kN/m²	Bruchweg mm	Restsf-Spannung kN/m²	Restsf-Weg mm
	Bruch	Restsf.				
5	300.0	300.0	140.91	5.86	122.87	18.00
6	600.0	600.0	249.42	6.25	212.45	18.00
4	600.0	600.0	269.33	9.27	209.64	18.00
3	300.0	300.0	127.82	7.62	87.98	18.00
2	200.0	200.0	105.86	7.40	87.68	18.00
1	100.0	100.0	50.15	5.26	38.71	18.00

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Scherspannungs-Weg-Diagramm

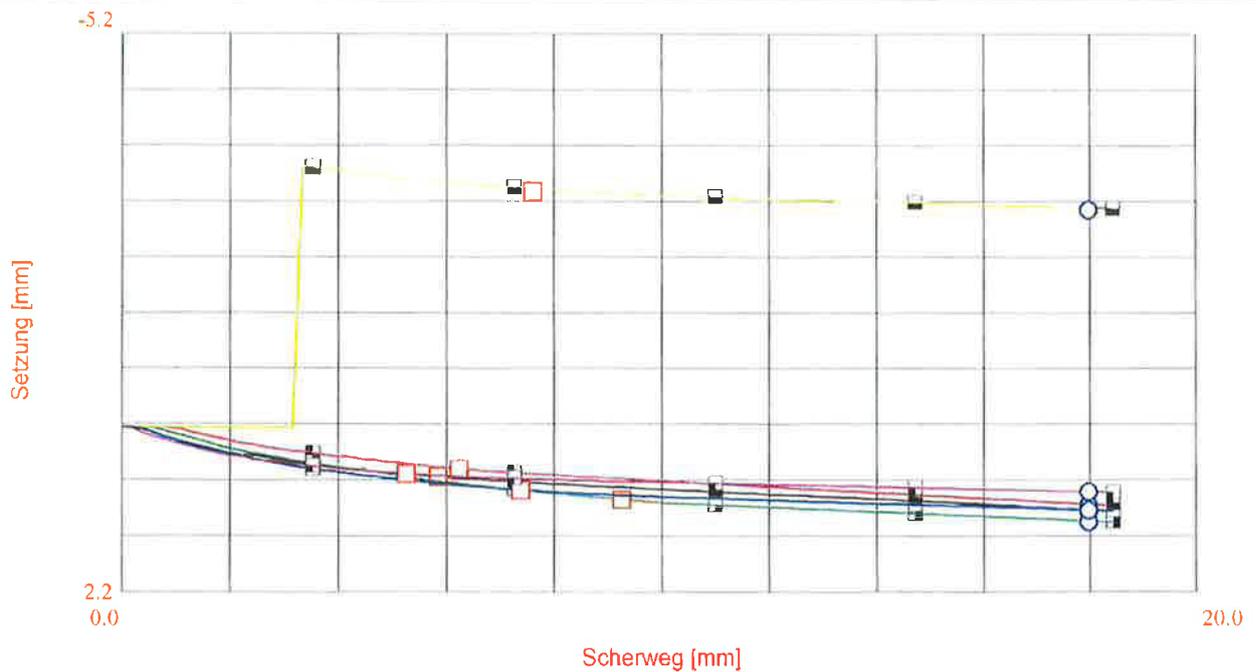
Entnahmestelle ALB-4B
 Entnahmetiefe
 Entnahmetag
 Bodenart T,Tst
 Einbau hergestellt
 ausgeführt am 07.06.2019
 ausgeführt von Hink



Nr.	Normalspannung kN/m ²		Bruchfläche cm ²	Bruchgeschw. mm/min	Restsf-Fläche cm ²	Restsf-Geschw. mm/min
	Bruch	Restsf.				
5	300.0	300.0	68.20	0.00800	60.76	0.00800
6	600.0	600.0	68.02	0.00800	60.76	0.00800
4	600.0	600.0	66.46	0.00800	60.76	0.00800
3	300.0	300.0	67.35	0.00800	60.76	0.00800
2	200.0	200.0	67.46	0.00800	60.76	0.00800
1	100.0	100.0	68.47	0.00800	60.76	0.00800

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Setzungs-Weg-Diagramm

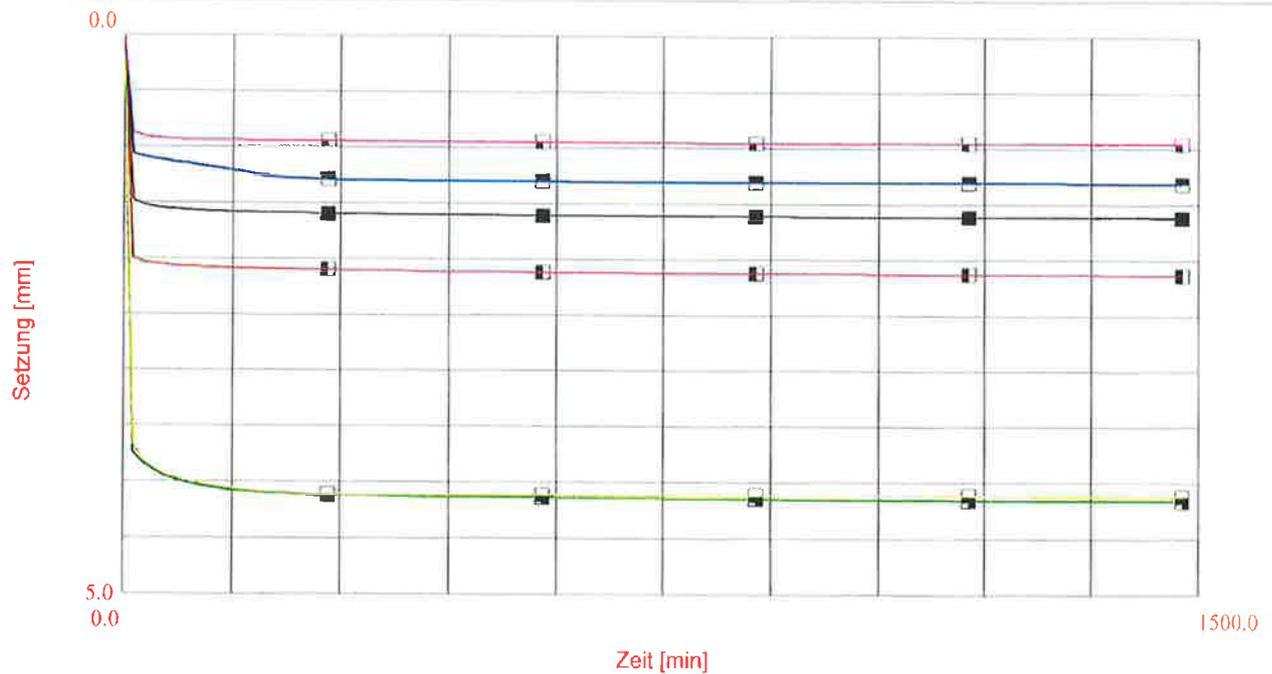
Entnahmestelle ALB-4B
 Entnahmetiefe
 Entnahmetag
 Bodenart T,Tst
 Einbau hergestellt
 ausgeführt am 07.06.2019
 ausgeführt von Hink



Nr.	Normalspannung kN/m ²		Setzung bei Bruch mm	Setzung bei Restsf. mm	Probenhöhe Scherbeginn mm	Maximale Setzung mm
	Bruch	Restsf.				
5	300.0	300.0	0.67	1.13	17.99	1.13
6	600.0	600.0	0.57	1.05	92.28	1.05
4	600.0	600.0	0.98	1.27	15.27	1.27
3	300.0	300.0	-3.17	-2.92	15.51	0.00
2	200.0	200.0	0.85	1.12	18.09	1.12
1	100.0	100.0	0.63	0.87	18.65	0.87

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Konsolidierungs-Diagramm

Entnahmestelle ALB-4B
 Entnahmetiefe
 Entnahmetag
 Bodenart T,Tst
 Einbau hergestellt
 ausgeführt am 07.06.2019
 ausgeführt von Hink



Nr.	Normalspannung kN/m ²	Setzung mm	Konsolidierungsdauer min	Probenhöhe zu Beginn mm	Probenhöhe Ende mm
5	300	1.61	1440	19.60	17.99
6	600	2.12	1440	94.40	92.28
4	600	4.13	1440	19.40	15.27
3	300	4.09	1440	19.60	15.51
2	200	1.30	1440	19.40	18.09
1	100	0.95	1440	19.60	18.65

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten:

Probenbezeichnung:	Alb-EP-5B_MP
Entnahmestelle:	+ 5 % Zement (Märker CEM II/A-LL 32,5 R) T,u,g* (Tst, Ton) hellbraun TM
Entnahmetiefe:	
Bodenart (visuelle Ansprache):	
Farbe:	
Bodengruppe nach DIN 18196:	
geologische Bezeichnung:	

Probendaten:

Materialdaten			
Proctordichte:	ρ_{Pr}	t/m ³	1,535
opt. Wassergehalt:	w_{Pr}	%	24,7
Korndichte (geschätzt):	ρ_s	t/m ³	2,7
Schlammkornanteil:	-	%	
Ungleichförmigkeitszahl:	U	-	
Größtkorn der Probe		mm	10
Kornanteil > 4 mm		%	
Überkorn > 4 mm abgetrennt ?	ja / nein	Überkorn > 10 mm (ca. 20 %) abgetrennt	
Prüfzeitraum: 07.06.2019-14.06.2019 Laborant: Hink/Dankert			

beim Einbau			
Probenherstellung			
lose eingefüllt und auf vorgesehene Dichte verdichtet			
Probenhöhe:	h	cm	2,00 2,00 2,00 2,00
Probendurchmes.:	d	cm	9,44 9,44 9,44 9,44

Probendaten beim Einbau			
Probenquerschnitt:	A	cm ²	70,0 70,0 70,0 70,0
Probenvolumen:	V	cm ³	140,0 140,0 140,0 140,0
Dichte:	ρ	t/m ³	1,954 1,946 1,982 1,952
Trockendichte:	ρ_d	t/m ³	1,545 1,553 1,560 1,540
Wassergehalt:	w	%	26,50 25,30 27,06 26,72
Porenanteil:	n	1	0,428 0,425 0,422 0,430
Porenzahl:	e	1	0,748 0,738 0,731 0,753
Luftporenanteil:	n_a	%	1,9 3,2 0,0 1,8
Sättigungsgrad:	S_r	%	95,7 92,5 100,0 95,8
Verdichtungsgrad:	D_{Pr}	%	100,6 101,2 101,6 100,3

Probendaten nach der Konsolidation			
Probenvolumen:	V	cm ³	137,9 137,3 135,4 137,1
Dichte (w_n nicht berücksichtigt):	ρ	t/m ³	1,983 1,984 2,050 1,993
Trockendichte:	ρ_d	t/m ³	1,567 1,583 1,613 1,572
Porenanteil:	n	1	0,420 0,414 0,402 0,418
Porenzahl:	e	1	0,723 0,705 0,673 0,717
Verdichtungsgrad:	D_{Pr}	%	102,1 103,1 105,1 102,4

Probendaten beim Ausbau			
Wassergehalt:	w	%	29,51 29,48 33,20 31,08

Mittel
1,959
1,550
26,4
0,426
0,743
1,7
96,0
100,9

30,82

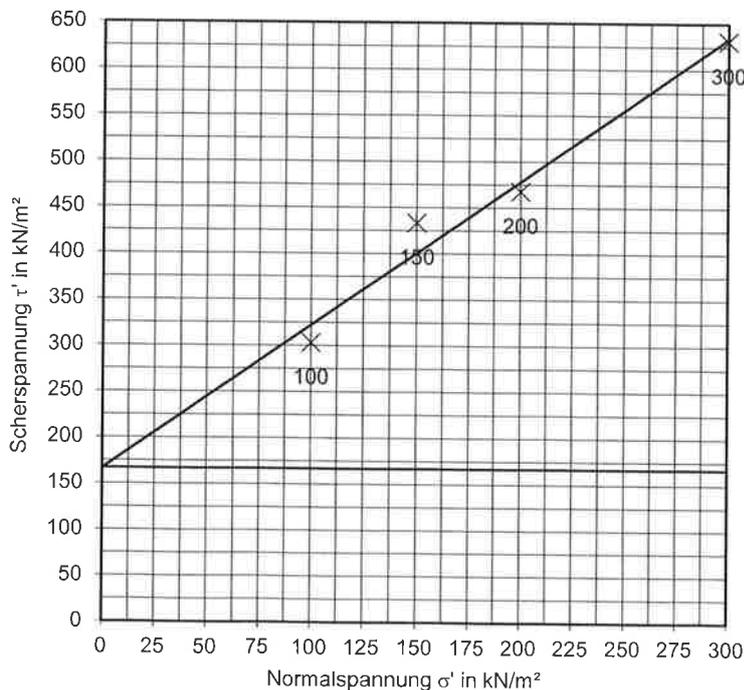
Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten:

Probenbezeichnung:	Alb-EP-5B_MP
--------------------	--------------

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	2 mm
Flutung	bereits beim Konsolidieren
Konsolidierung	
Auflast/Spannung	σ' kN/m ² 100,0 200,0 300,0 600,0
Zeit der Konsolidation	t min 1135 1135 1035 1036
Setzung	ε mm 0,29 0,38 0,66 0,41
Abscheren	
Auflast/Spannung	σ' kN/m ² 100,0 150,0 200,0 300,0
Schergeschwindigkeit	v_s mm/min 0,008 0,008 0,008 0,008
maximaler Scherweg	s mm 5,8 5,8 18,0 18,0
Scherweg beim Bruch	s_B mm 0,97 4,54 2,92 5,98
max. Scherspannung zur Berechnung verwenden ?	τ' kN/m ² 303,0 433,3 467,5 631,1
im Diagramm darstellen ?	x x x x
Bemerkungen	
Raumtemperatur:	23°C
Weitere Angaben:	

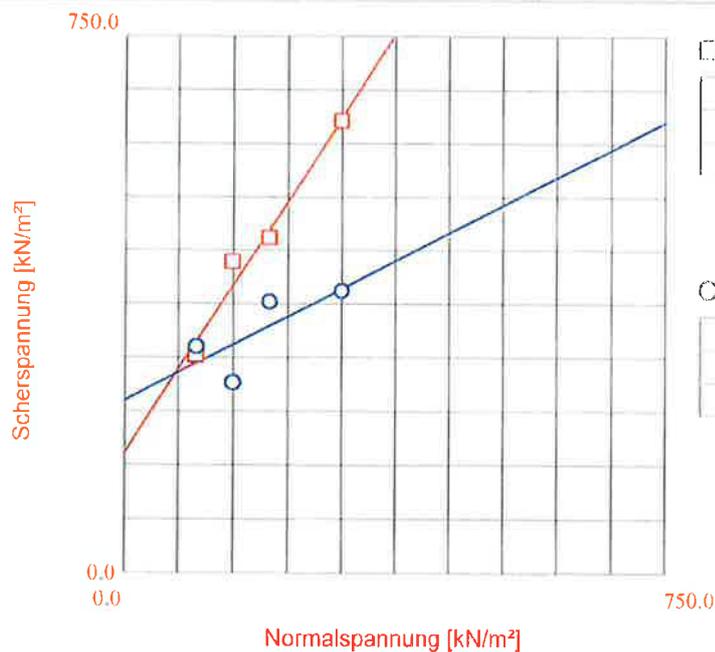


Ergebnisse	
Reibungswinkel ϕ' =	57,3 °
Kohäsion c' =	166,6 kN/m ²
Korrelationskoeffizient =	0,985

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

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Schergeraden

Entnahmestelle Alb-EP-5B_MP
 Entnahmetiefe
 Entnahmelag
 Bodenart T,u,g' + 5 % Zement
 Einbau hergestellt
 ausgeführt am 09.07.2019
 ausgeführt von Hink/Dankert



Bruchparameter

Reibungswinkel	57.31 [°]
Kohäsion	166.55 [kN/m²]
Korrelation	0.99

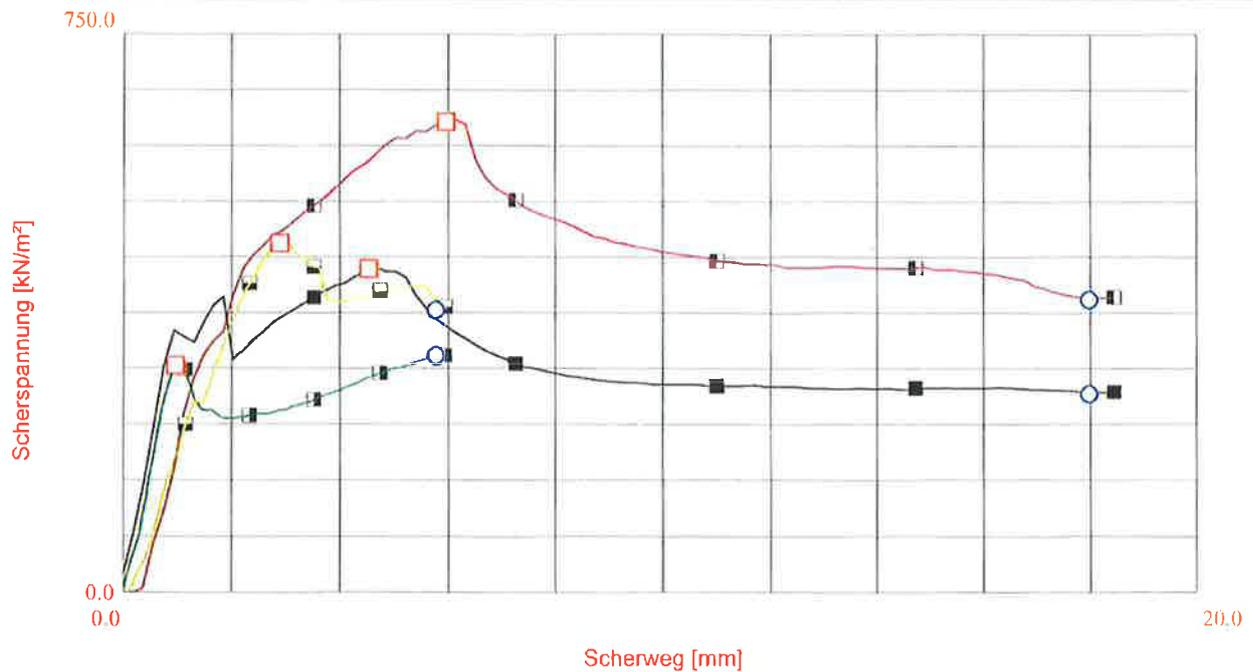
Restscherfestigkeit

Reibungswinkel	27.45 [°]
Kohäsion	239.80 [kN/m²]
Korrelation	0.76

Nr.	Normalspannung kN/m²		Bruchspannung kN/m²	Bruchweg mm	Restsf-Spannung kN/m²	Restsf-Weg mm
	Bruch	Restsf.				
3	150.0	150.0	433.28	4.54	264.94	18.00
4	300.0	300.0	631.08	5.98	392.13	18.00
1	100.0	100.0	302.95	0.97	314.64	5.79
2	200.0	200.0	467.54	2.92	377.04	5.79

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenschersversuch Scherspannungs-Weg-Diagramm

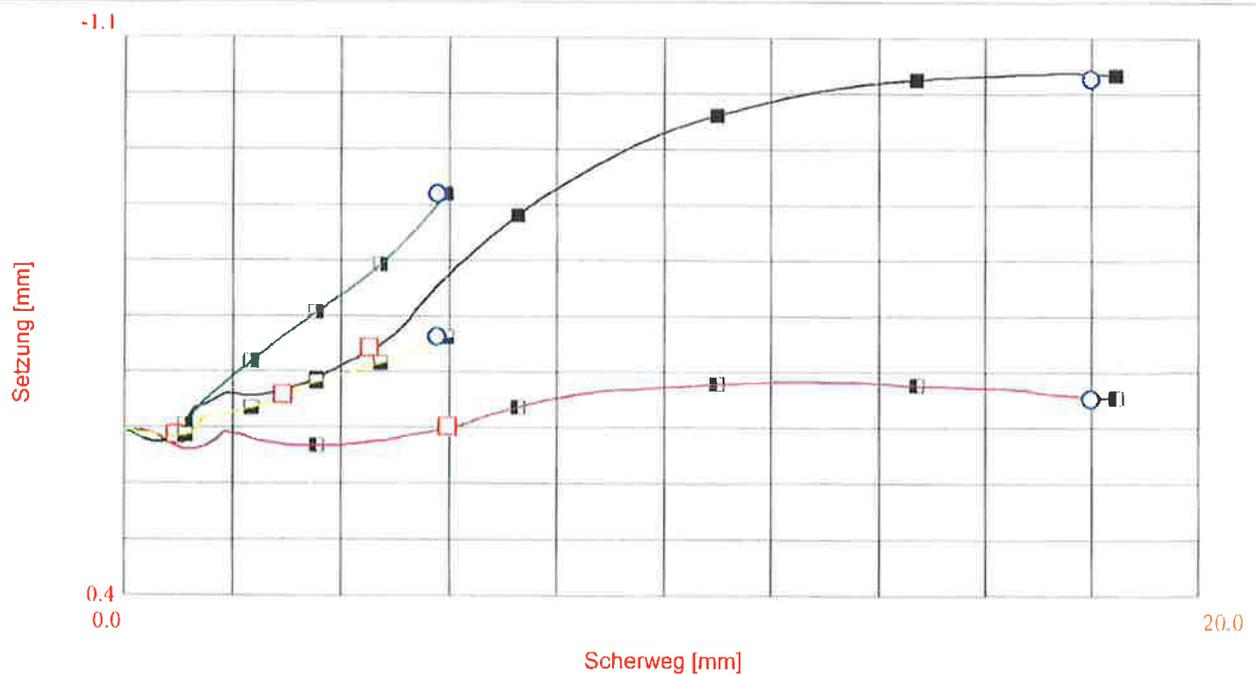
Entnahmestelle Alb-EP-5B_MP
 Entnahmetiefe
 Entnahmetag
 Bodcnart T,u,g' + 5 % Zement
 Einbau hergestellt
 ausgeführt am 09.07.2019
 ausgeführt von Hink/Dankert



Nr.	Normalspannung kN/m^2		Bruchfläche cm^2	Bruchgeschw. mm/min	Restsf-Fläche cm^2	Restsf-Geschw. mm/min
	Bruch	Restsf.				
3	150.0	150.0	68.77	0.00800	60.76	0.00800
4	300.0	300.0	68.14	0.00800	60.76	0.00800
1	100.0	100.0	69.88	0.00800	68.23	0.00800
2	200.0	200.0	69.36	0.00800	68.23	0.00800

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Setzungs-Weg-Diagramm

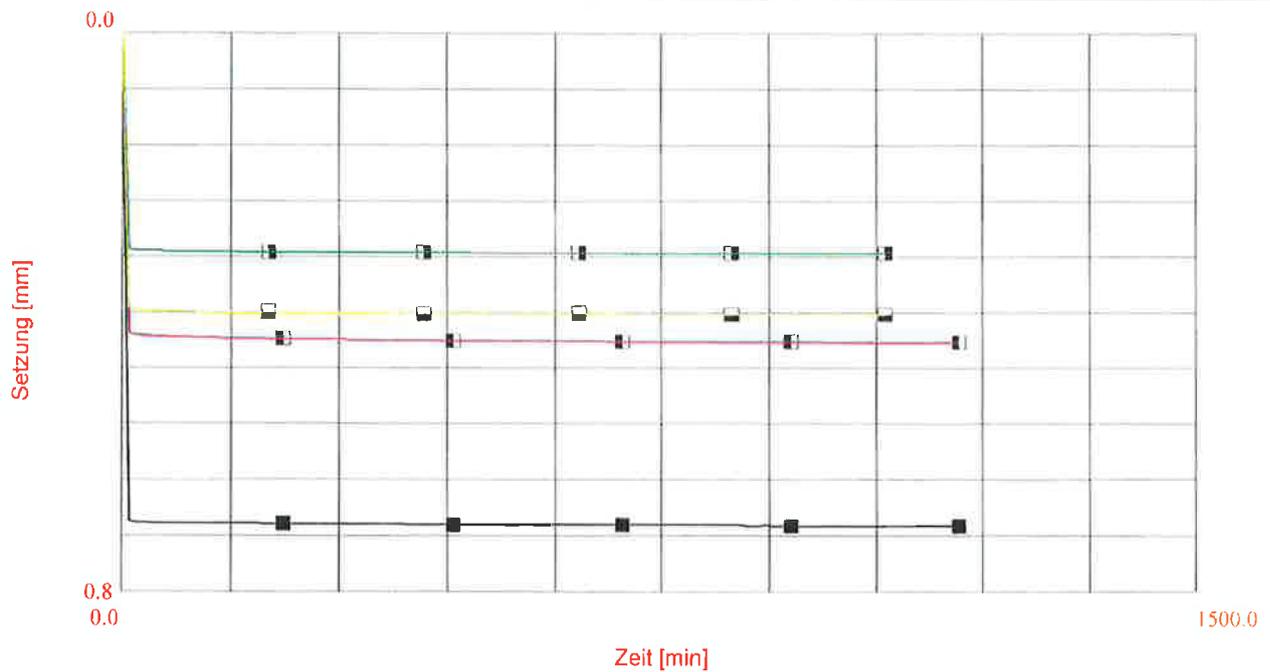
Entnahmestelle Alb-EP-5B_MP
 Entnahmetiefe
 Entnahmetag
 Bodenart T,u,g' + 5 % Zement
 Einbau hergestellt
 ausgeführt am 09.07.2019
 ausgeführt von Hink/Dankert



Nr.	Normalspannung kN/m ²		Setzung bei Bruch mm	Setzung bei Restsf. mm	Probenhöhe Scherbeginn mm	Maximale Setzung mm
	Bruch	Restsf.				
3	150.0	150.0	-0.22	-0.95	19.34	0.04
4	300.0	300.0	-0.01	-0.09	19.59	0.05
1	100.0	100.0	0.01	-0.63	19.71	0.03
2	200.0	200.0	-0.10	-0.25	19.62	0.02

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenschersversuch Konsolidierungs-Diagramm

Entnahmestelle Alb-EP-5B_MP
 Entnahmetiefe
 Entnahmetag
 Bodenart T,u,g' + 5 % Zement
 Einbau hergestellt
 ausgeführt am 09.07.2019
 ausgeführt von Hink/Dankert



Nr.	Normalspannung kN/m^2	Setzung mm	Konsolidierungsdauer min	Probenhöhe zu Beginn mm	Probenhöhe Ende mm
3	150	0.66	1135	20.00	19.34
4	300	0.41	1135	20.00	19.59
1	100	0.29	1035	20.00	19.71
2	200	0.38	1036	20.00	19.62

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten:

Probenbezeichnung:		Alb-EP-4B_MP	
Entnahmestelle:			
Entnahmetiefe:			
Bodenart (visuelle Ansprache):		T,u, (g abgetrennt)	
Farbe:		hellbraun	
Bodengruppe nach DIN 18196:		TM	
geologische Bezeichnung:			
Konsistenzzahl:	I_C		
Proctordichte:	ρ_{Pr}	t/m ³	1,718
opt. Wassergehalt:	w_{Pr}	%	19,3
Korndichte:	ρ_s	t/m ³	2,70

Bemerkungen:

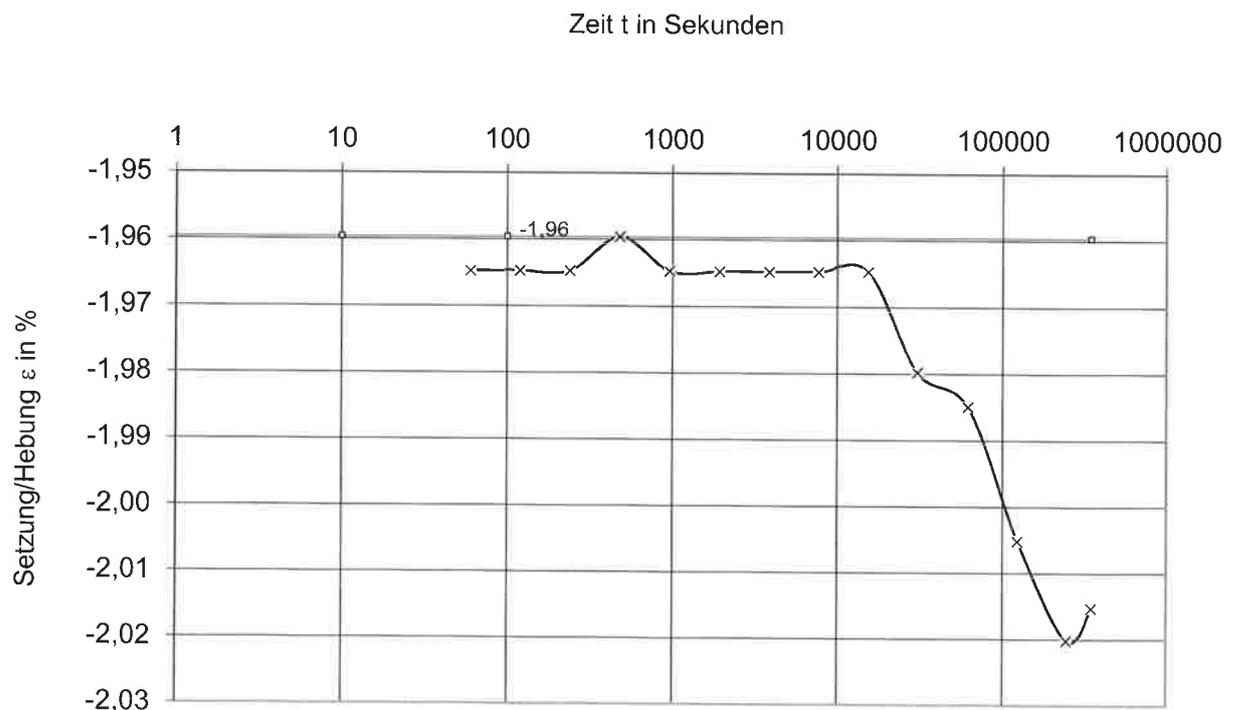
Wasserzugabe:	0,0
Temperatur:	28 °C
Sonstige Bemerkungen: Probe hergestellt, Material < 2 mm	

Probendaten:

Einbau			
Probenhöhe:	h_0	cm	1,98
Probendurchmes.:	d	cm	7,14
Probenquerschnitt:	A	cm ²	40,04
Probenvolumen:	V	cm ³	79,28
Dichte:	ρ	t/m ³	2,012
Trockendichte:	ρ_d	t/m ³	1,675
Wassergehalt:	w	%	20,11
Porenanteil:	n		0,380
Porenzahl:	e		0,612
Luftporenanteil:	n_a	%	4,3
Sättigungsgrad:	S_r	%	88,7
Verdichtungsgrad:	D_{Pr}	%	97,5

Ausbau			
Wassergehalt:	w	%	21,54

Quellhebung	-2,0	%
bei Auflastspannung	200,0	kN/m ²



Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten:

Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B_MP		
Entnahmestelle:			
Entnahmetiefe:			
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u. (g abgetrennt)		
Farbe:	hellbraun		
Bodengruppe nach DIN 18196:	TM		
geologische Bezeichnung:			
Konsistenzzahl:	I_C		
Proctordichte:	ρ_{Pr}	t/m ³	1,718
opt. Wassergehalt:	w_{Pr}	%	19,3
Korndichte:	ρ_s	t/m ³	2,70

Bemerkungen:

Wassergabe:	0,0
Temperatur:	28 °C
Sonstige Bemerkungen: Probe hergestellt, Material < 2 mm	

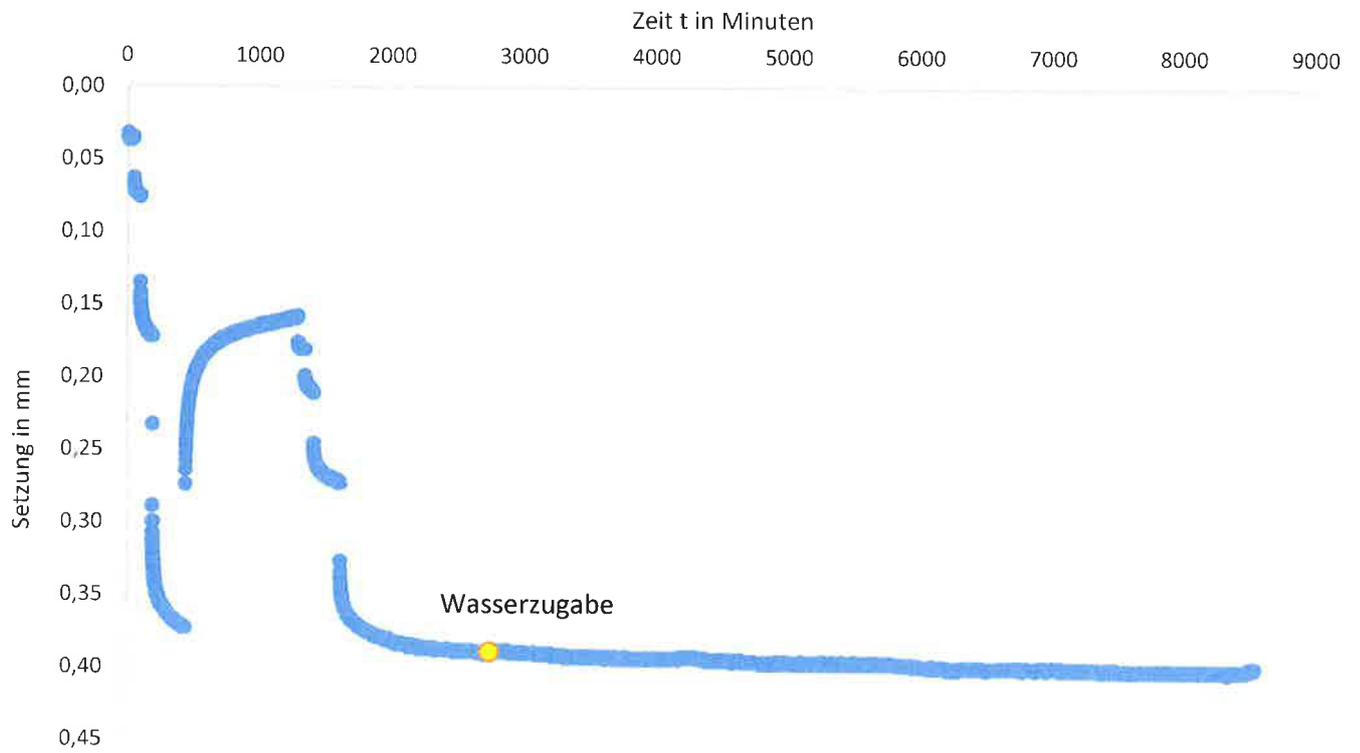
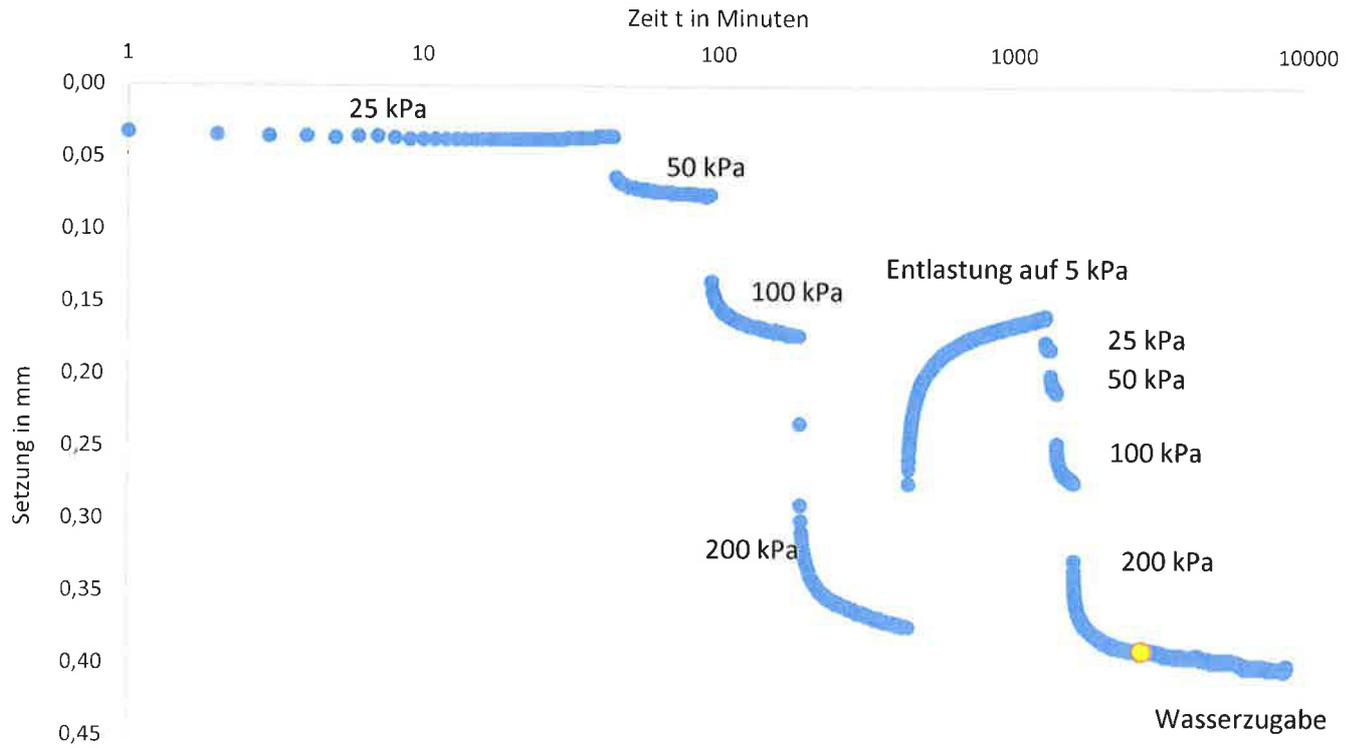
Probendaten:

Einbau			
Probenhöhe:	h_0	cm	1,98
Probendurchmes.:	d	cm	7,14
Probenquerschnitt:	A	cm ²	40,04
Probenvolumen:	V	cm ³	79,28
Dichte:	ρ	t/m ³	2,012
Trockendichte:	ρ_d	t/m ³	1,675
Wassergehalt:	w	%	20,11
Porenanteil:	n	1	0,380
Porenzahl:	e	1	0,612
Luftporenanteil:	n_a	%	4,3
Sättigungsgrad:	S_r	%	88,7
Verdichtungsgrad:	D_{Pr}	%	97,5

Ausbau			
Wassergehalt:	w	%	21,54

Quellhebung	-2,0	%
bei Auflastspannung	200,0	kN/m ²





Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten:

Probenbezeichnung:	Alb-EP-4B_MP		
Entnahmestelle:			
Entnahmetiefe:			
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g*		
Farbe:	hellbraun		
Bodengruppe nach DIN 18196:			
geologische Bezeichnung:			
Korndichte:	ρ_s	t/m ³	2,7 (geschätzt)

Probendaten:

Einbau			
Probenhöhe:	h_0	cm	12,090
Probendurchmes.:	d	cm	9,560
Probenquerschnitt:	A	cm ²	71,78
Probenvolumen:	V	cm ³	867,82
Dichte:	ρ	t/m ³	1,959
Trockendichte:	ρ_d	t/m ³	1,660
Wassergehalt:	w	%	18,00
Porenanteil:	n	1	0,385
Porenzahl:	e	1	0,627
Luftporenanteil:	n_a	%	8,6
Sättigungsgrad:	S_r	%	77,6

Bemerkungen:

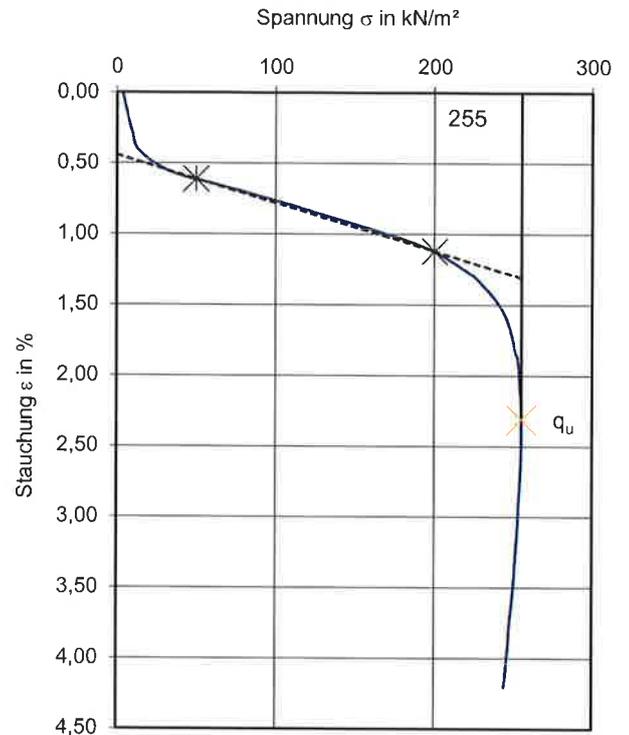
Versuchsdaten:

Vorschubgeschwindigkeit	1,000	mm/min
-------------------------	-------	--------

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Probenbezeichnung: Alb-EP-4B_MP

Zeit	Kraft	Höhe	Stauchung	Probenquerschnitt	Spannung
t	F	δH	ε	A	σ
min, sec	N	mm	%	mm ²	kN/m ²
0,00	12	0,00	0,00	7178	0
0,10	25	0,01	0,01	7179	3,5
0,20	42	0,14	0,12	7186	5,8
0,30	71	0,34	0,28	7198	9,9
0,40	103	0,50	0,41	7208	14,3
0,50	249	0,68	0,56	7219	34,5
1,00	525	0,82	0,68	7227	72,6
1,10	844	0,99	0,82	7237	116,6
1,30	1376	1,30	1,08	7256	189,6
1,45	1623	1,55	1,28	7271	223,2
1,50	1677	1,64	1,36	7277	230,5
2,00	1755	1,81	1,50	7287	240,8
2,10	1804	1,99	1,65	7298	247,2
2,20	1836	2,21	1,83	7312	251,1
2,25	1846	2,25	1,86	7314	252,4
2,30	1855	2,33	1,93	7319	253,4
2,35	1861	2,45	2,03	7327	254,0
2,40	1865	2,54	2,10	7332	254,4
2,45	1870	2,61	2,16	7336	254,9
2,50	1874	2,71	2,24	7343	255,2
2,55	1876	2,79	2,31	7348	255,3
3,00	1877	2,87	2,37	7353	255,3
3,10	1879	3,00	2,48	7361	255,3
3,20	1879	3,16	2,61	7371	254,9
3,30	1877	3,37	2,79	7384	254,2
3,40	1874	3,54	2,93	7395	253,4
3,50	1873	3,69	3,05	7404	253,0
4,00	1869	3,86	3,19	7415	252,1
4,10	1865	4,06	3,36	7427	251,1
4,20	1861	4,22	3,49	7438	250,2
4,30	1855	4,39	3,63	7448	249,0
4,40	1848	4,54	3,76	7458	247,8
4,50	1844	4,75	3,93	7472	246,8
5,00	1837	4,90	4,05	7481	245,5
5,10	1830	5,08	4,20	7493	244,2



Ergebnisse	
Einaxiale Druckfestigkeit q_u	
255 kN/m²	
bei Stauchung ε	2,31 %
Elastizitätsmodul E_u	
29,4 MN/m²	
Steifemodul E_s	
32,7 MN/m²	
bei Querdehnzahl μ 0,2	

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Allgemeine Daten:

Probenbezeichnung:	Alb-EP-5B_MP		
Entnahmestelle:			
Entnahmetiefe:			
Bodenart (visuelle Ansprache):	T,u,g* + 5 % Zement		
Farbe:	hellbraun		
Bodengruppe nach DIN 18196:			
geologische Bezeichnung:			
Korndichte:	ρ_s	t/m ³	2,7 (geschätzt)

Probendaten:

Einbau			
Probenhöhe:	h_0	cm	11,980
Probendurchmes.:	d	cm	9,550
Probenquerschnitt:	A	cm ²	71,63
Probenvolumen:	V	cm ³	858,13
Dichte:	ρ	t/m ³	1,836
Trockendichte:	ρ_d	t/m ³	1,501
Wassergehalt:	w	%	22,28
Porenanteil:	n	1	0,444
Porenzahl:	e	1	0,799
Luftporenanteil:	n_a	%	11,0
Sättigungsgrad:	S_r	%	75,3

Bemerkungen:

Versuchsdaten:

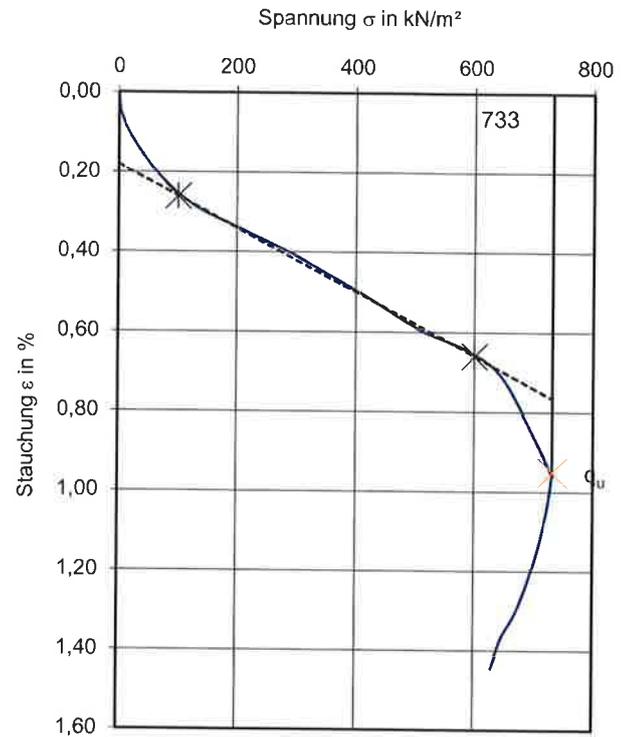
Vorschubgeschwindigkeit	1,000	mm/min
-------------------------	-------	--------

Bauvorhaben: Steinbruch Albeck - 2016-05-01 Geo+Plan

Probenbezeichnung:

Alb-EP-5B_MP

Zeit	Kraft	Höhe	Stauchung	Probenquerschnitt	Spannung
t	F	δH	ε	A	σ
min, sec	N	mm	%	mm ²	kN/m ²
0,00	6	0,00	0,00	7163	0
0,05	26	0,06	0,05	7167	3,6
0,10	178	0,14	0,12	7171	24,8
0,15	493	0,25	0,21	7178	68,7
0,20	909	0,34	0,28	7183	126,5
0,25	1489	0,41	0,34	7188	207,2
0,30	2152	0,49	0,41	7192	299,2
0,35	2917	0,60	0,50	7199	405,2
0,40	3640	0,71	0,59	7206	505,2
0,45	4283	0,78	0,65	7210	594,0
0,50	4714	0,87	0,73	7215	653,3
1,04	5299	1,15	0,96	7232	732,7
1,05	5300	1,14	0,95	7232	732,9
1,10	5238	1,25	1,04	7239	723,6
1,15	5163	1,33	1,11	7243	712,8
1,20	5082	1,41	1,18	7248	701,1
1,25	4981	1,49	1,24	7253	686,7
1,30	4855	1,57	1,31	7258	668,9
1,35	4695	1,64	1,37	7262	646,5
1,40	4571	1,73	1,44	7268	628,9



Ergebnisse

Einaxiale Druckfestigkeit q_u

733 kN/m²

bei Stauchung ε 0,95 %

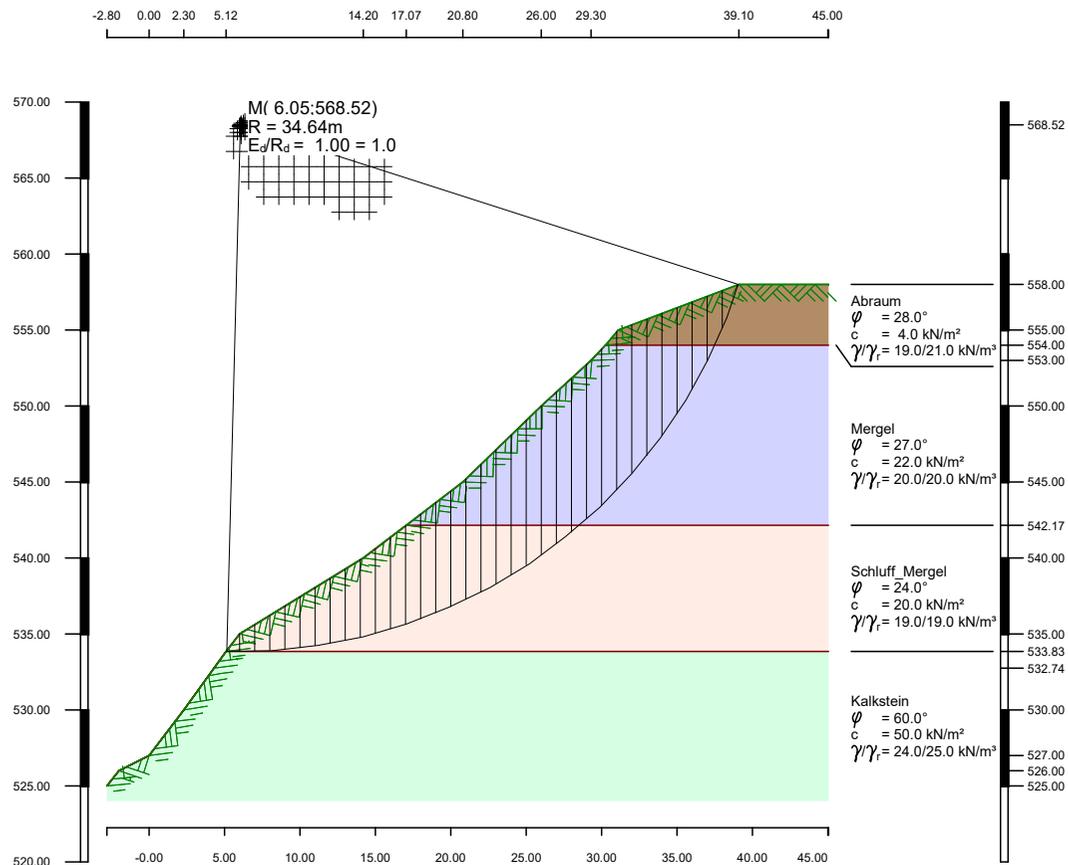
Elastizitätsmodul E_u

125,0 MN/m²

Steifemodul E_s

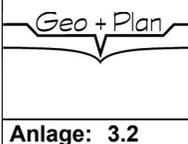
138,9 MN/m²

bei Querdehnzahl μ 0,2



Projekt:	DK0 Betriebsdeponie Deponie Albeck Berechnungs-Profilschnitt NS1-BS1': Mindestbodenkennwerte für den Auslastungsgrad = 1 Bemessungssituation BS = T
Projektnr.:	2016-05-001/03
Bemerk.:	Böschungshöhe oberhalb Fels: 24 m: Iteration Gleitkreise (variierend. Mittelpunkt, variierend. Radius) Berechn. nach Eurocode 7; Bodenkennwerte nach DIN 1055: 2010-11 u. Reihe B Münchner geowiss. Abhandl. Heft 17
Maßstab :	1: 500
Bearbeit.:	23.05.2022

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: 3.2