

ENGELBERT SCHNEIDER GMBH & CO. KG

Steinbruch Haigerloch-Weildorf

Standortsicherheitsbetrachtungen

Rückverfüllungen zur Rekultivierung

Stand: 26.06.2020

Projekt-Nr. AR 05238

Fertigung von

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Verwendete Unterlagen.....	4
3	Lage des Steinbruchbetriebs	5
4	Geologische Situation	6
4.1	Untersuchungsprogramm	7
4.2	Annahmen.....	7
4.2.1	Schicht- / Grundwasser	7
4.2.2	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	8
5	Standsicherheitsberechnungen – Böschungen.....	10
5.1	Berechnete Standsicherheiten	11
6	Abschliessende Bewertung und Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise	13

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Bodenkennwerte für Standsicherheitsberechnungen – Rekultivierung	10
Tabelle 2: Teilsicherheiten DIN 4084 (GZ 1 C) – Grenzzustand des Verlustes der Gesamtsicherheit	11
Tabelle 3: Errechnete Ausnutzungsgrade für die betrachteten Gesamtschnitte und Südböschung Schnitt A – A'	12

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übersichtskarte zur Lage des Steinbruchs Haigerloch-Weildorf [3]	5
Abbildung 2: Detailkarte zum Steinbruch Haigerloch-Weildorf [3].....	6
Abbildung 3: Eingebauter Boden.....	8
Abbildung 4:Eingebauter Abraum	9
Abbildung 5: Walze für den lagenweise verdichteten Einbau	9

ANLAGENVERZEICHNIS

1	Übersichtslageplan Steinbruch: Vermessungspunkte (Stand: 20.05.2020) und Schnittlagen der Profile für die Standsicherheitsbetrachtungen	M.: 1 : 1.250
2	Standsicherheitsbetrachtungen – Schnitt A –A' (Gesamter Schnitt)	ohne
3	Standsicherheitsbetrachtungen – Schnitt B –B' (Gesamter Schnitt)	ohne
4	Standsicherheitsbetrachtungen – Schnitt A –A' (Südwestböschung)	ohne

1 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Fa. Schneider GmbH betreibt in Haigerloch-Weildorf einen Steinbruch zur Gewinnung von Baustoffen. Im Rahmen der laufenden Abbaumaßnahmen im westlichen Teil des Steinbruchs, erfolgt auch die Wiederverfüllung der bereits abgebauten Bereiche zur Rekultivierung im nordöstlichen Abschnitt.

Wir wurden vom Steinbruchbetreiber angefragt, die Standsicherheit der zu Rekultivierungszwecken eingebauten Böden zu untersuchen. Der Grund für die Anfrage sind auch die Erosionsrinnen, die in einzelnen Böschungsbereichen zu beobachten sind.

Die Firma Engelbert Schneider GmbH & Co. KG beauftragte Klinger und Partner Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH mit der Durchführung der Untersuchungen entsprechend dem Angebot vom 19.12.2019 mit der Auftragsbestätigung vom 21.01.2020.

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen sind im vorliegenden Bericht zusammengestellt.

2 VERWENDETE UNTERLAGEN

Ergänzend zu den allgemein anerkannten fachlichen Grundlagen, den DIN-Normen und den in den nachfolgenden Kapiteln zitierten Vorschriften, Kartenpublikationen und Unterlagen wurden für die Erstellung dieses Berichtes folgende Materialien verwendet:

- [1] Digitale Kartengrundlage (Lageplan) des Steinbruchbetriebs in Haigerloch-Weildorf.
- [2] Geologische Karte Maßstab 1:25.000 (GK 25), Blatt 7618, Haigerloch.
- [3] Kartendienst LUBW - Grundlage: Daten aus dem Umweltinformationssystem (UIS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW).

3 LAGE DES STEINBRUCHBETRIEBS

Der Steinbruchbetrieb Haigerloch-Weildorf (im Folgenden als Steinbruch bezeichnet) befindet sich nördlich der Stadt Haigerloch und östlich des Ortsteils Weildorf, an der Kreisstraße K 7118.

Der Steinbruch liegt im Bereich der Gauß-Krüger Koordinaten Rechts: 34 84 899 und Hoch: 53 59 628. Die aktuelle Steinbruchsohle im westlichen Bereich liegt auf einer NN-Höhe von rd. 420 m ü. NN. Die Oberfläche der bereits im Rahmen der Rekultivierung aufgefüllt wurde, liegt im östlichen Bereich des Steinbruchs bei rd. 481 m ü. NN.

In der Abbildung 1 ist die Lage des Steinbruchs im Übersichtslageplan und in der Abbildung 2 der Detaillageplan zu ersehen.

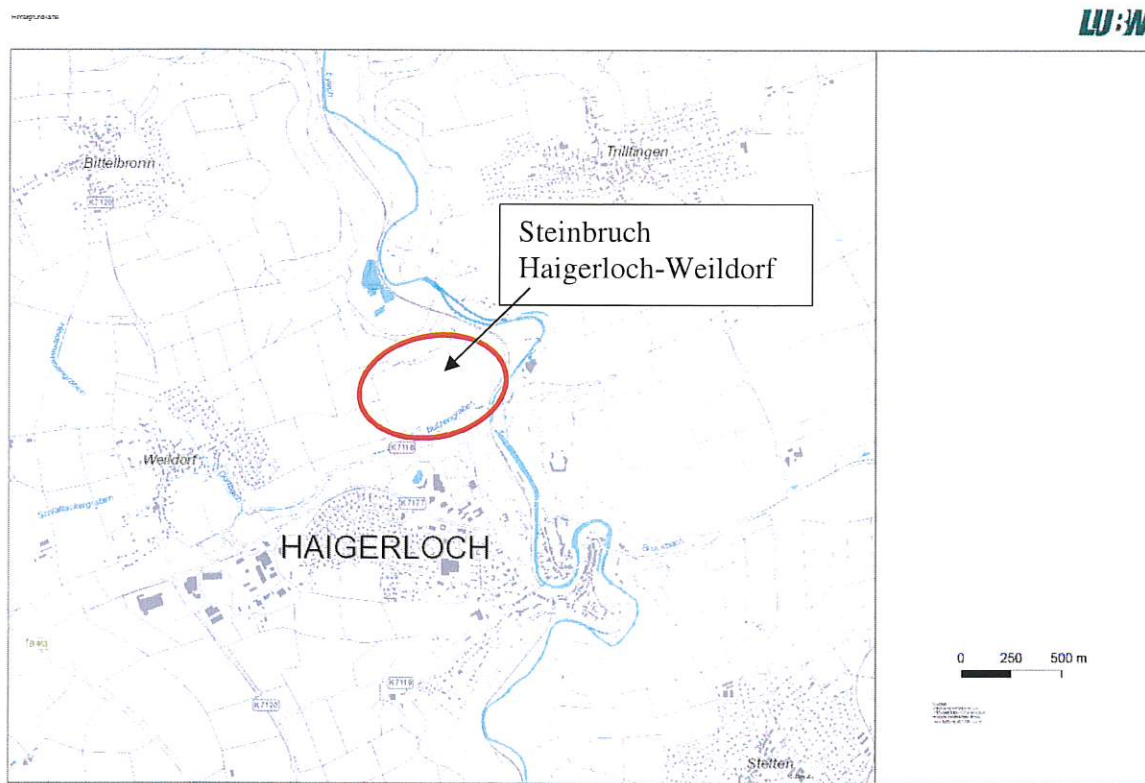


Abbildung 1: Übersichtskarte zur Lage des Steinbruchs Haigerloch-Weildorf [3]

Hintergrundkarte

LU:W

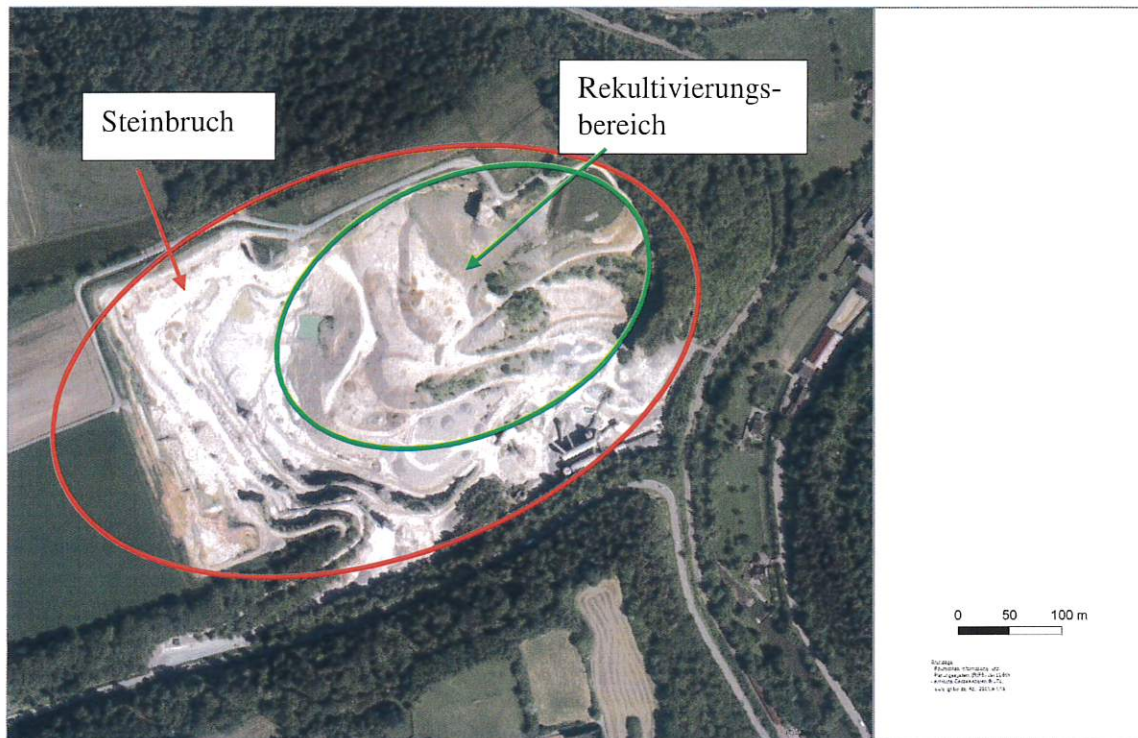


Abbildung 2: Detailkarte zum Steinbruch Haigerloch-Weildorf [3]

Als Anlage 1 liegt ein Übersichtslageplan des Steinbruchs mit den Schnittlagen für die Standsicherheitsbetrachtungen bei.

4 GEOLOGISCHE SITUATION

Im Bereich des Steinbruchs werden nach der geologischen Karte GK 25 Blatt 7618 Haigerloch [2] folgende geologische Schichtabfolgen (von der jüngsten bis zur ältesten) abgebaut:

- **Oberer Muschelkalk (mo δ - Trigonodusdolomit – ca. bis 20 m mächtig)**
- **Oberer Muschelkalk (mo 2 – Nodosusschichten – ca. bis 20 m mächtig)**
- **Oberer Muschelkalk (mo 1 – Trochitenkalk – ca. bis 35 m mächtig)**

4.1 Untersuchungsprogramm

Für die Durchführung der Standsicherheitsbetrachtungen wurden mittels Trimble GNSS Rover R8 über 200 Messpunkte im Gelände im Bereich der vorab grob festgelegten Schnittlagen aufgenommen. Für die weitergehenden Betrachtungen werden:

- Auswerten und Darstellen der Vermessungspunkte im ArcGis-Programm.
- Konstruieren der Profilschnitte in Bereichen der zu betrachtenden Böschungen der bereits aufgefüllten Rekultivierungsböden.
- Übertragen der Profilschnitte in das Berechnungsprogramm sowie Bearbeitung (einfügen von Schichtgrenzen, zuordnen von Bodenkennwerten).
- Durchführen von Standsicherheitsberechnungen für die erstellten Schnittlagen. Zur Ermittlung der Bodenkennwerte für die aufgefüllten Rekultivierungsböden erfolgte eine Bewertung im Rahmen der Geländebegehung. Für die anstehenden Muschelkalkabfolgen werden vergleichbare Bodenkennwerte aus anderen Untersuchungen angesetzt.
- Die Ergebnisse der Standsicherheitsbetrachtungen werden in graphischer und tabellarischer Form in einem Bericht zusammengestellt und bewertet, der die im Angebot aufgeführten Inhalte umfasst.

4.2 Annahmen

4.2.1 Schicht- / Grundwasser

Im Rahmen der Begehung und Vermessungsarbeiten wurde im Bereich der Abbaufäche ein kleines Gewässer angetroffen, das als Stauwasser/Schichtwasser angesehen wird. Der Obere Muschelkalk ist ein Kluftgrundwasserleiter. Der nächste Grundwasserstauer und damit der Grundwasserspiegel liegt in den unterlagernden Abfolgen des Mittleren Muschelkalks. Für die Standsicherheitsbetrachtungen der Rekultivierungsböden sind die Grundwasserverhältnisse im Übergang vom Oberen Muschelkalk zum Unteren Muschelkalk nicht relevant.

4.2.2 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Das aufgefüllte Rekultivierungsmaterial besteht aus angelieferten Böden (Z0-Material) und aus dem Abraum aus dem Steinbruchbetrieb. In der Gesamtheit wird das Material als gemischtkörniger Boden eingestuft, der sich als ein Gemisch aus Schluff, Ton, Sand und Steinen bis Blöcke beschreiben lässt. Der Boden wird lagenweise eingebaut und mittels einer Walze verdichtet. In den folgenden Abbildungen sind die eingebauten Böden und die Walze für den verdichteten Einbau dargestellt.



Abbildung 3: Eingebauter Boden

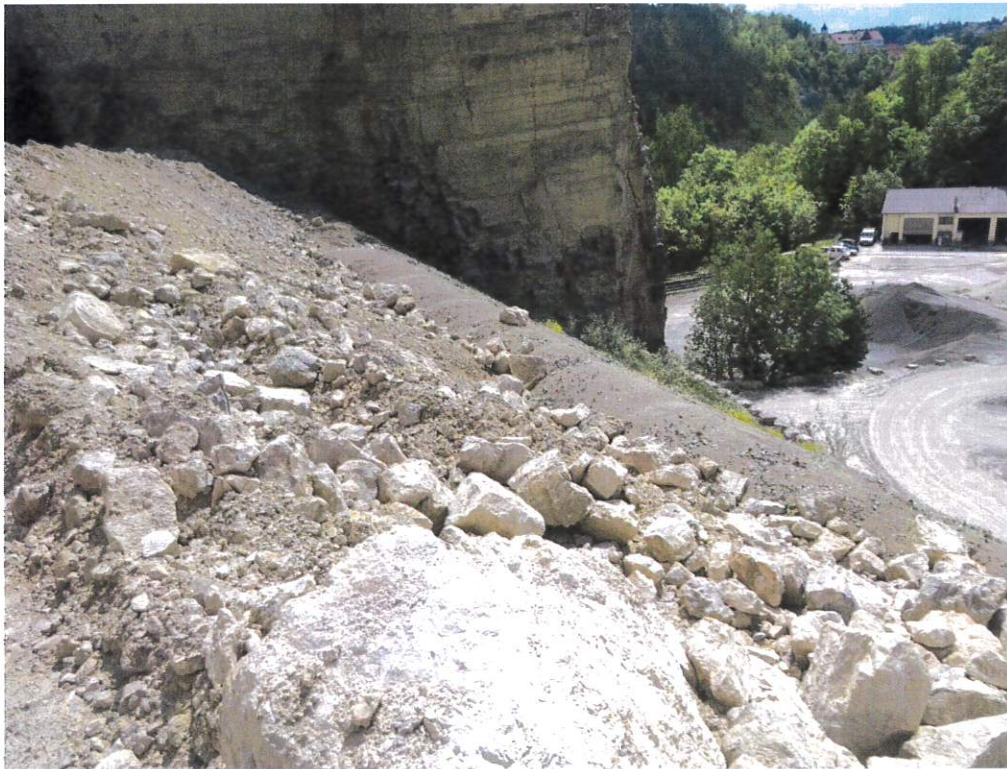


Abbildung 4: Eingebauter Abraum



Abbildung 5: Walze für den lagenweise verdichteten Einbau

Sofern nicht direkt durch Laborversuche bestimmt, lassen sich die Bodenkennwerte der angetroffenen Böden und Gesteine anhand der Ergebnisse der Geländeerkundungen, Literaturangaben sowie aus geotechnischen Laborversuchen vergleichbarer Böden ableiten. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind Erfahrungswerte/Bodenkennwerte (Schwankungsbereiche) der für die Standsicherheitsberechnungen relevanten Auffüllungen und der unterlagernden Festgesteinsabfolgen angegeben. Die im Berechnungsprogramm angesetzten Rechenwerte sind **fett** dargestellt.

Material	γ_{m} Wichte (kN/m³) cal γ	ϕ Reibungswinkel (°) cal ϕ	c Kohäsion (kN/m²) cal C
Erdauffüllungen / Rekultivierungsböden (halbfest)	18 – 20 (19)	20 – 30 (25)	0 – 10 (15)
Oberer Musckelkalk (mo)-ungegliedert (unverwittert)	18 – 25 (25)	25 – >45 (45)	5 – >100 (90)

Tabelle 1: Bodenkennwerte für Standsicherheitsberechnungen – Rekultivierung

5 STANDSICHERHEITSBERECHNUNGEN – BÖSCHUNGEN

Die Standsicherheitsberechnungen der Böschungen der Rekultivierungsbereiches im Steinbruch Haigerloch erfolgten mittels EDV Programm GGU-STABILITY (Vers. 13.05 – 21.11.2019) nach dem Berechnungsverfahren nach BISHOP– GZ 1C; EC 7. Grundlage für die Berechnungen sind die DIN 4084:2009-01 sowie die DIN 4084-Beiblatt:2012-07.

Entsprechend der DIN 1054:2005-01 wird der folgende Lastfall (mit Angabe der Teilsicherheitsbeiwerte für den Grenzzustand des Verlustes der Gesamtsicherheit (GZ 1 C) betrachtet.

Lastfall 1 (ständige Bemessungssituation)

Folgende Teilsicherheiten werden für die jeweiligen Lastfälle in der DIN 4084 angegeben:

Teilsicherheiten \ Lastfall	Lastfall 1
Reibungswinkel ϕ'	1,250
Kohäsion c'	1,250
Kohäsion $c(u)$	1,250
Wichten	1,000
Ständige Einwirkungen	1,000
Veränderliche Einwirkungen	1,300

Tabelle 2: Teilsicherheiten DIN 4084 (GZ 1 C) – Grenzzustand des Verlustes der Gesamtsicherheit

Für den Nachweis der Standsicherheiten der bestehenden Auffüllungen der Rekultivierungsböden im Steinbruch wird der Lastfall 1 mit den in der Tabelle 2 aufgeführten Teilsicherheiten für den Endzustand betrachtet. Der Einbau erfolgt mit Raupen, das Erdmaterial wird mit LKWs antransportiert und mit der Walze lagenweise verdichtet eingebaut. Um bei den Standsicherheitsbetrachtungen der möglichen geplanten Erweiterungen auf der sicheren Seite zu rechnen, wird eine Verkehrslast (Schwerlastverkehr bis 60 to (pv 33,30 kN) in den Schnitten, über den gesamten Bereich der Schnittlagen und damit über die gesamte Erweiterungsfläche angesetzt.

Der Porenwasserdruck (Grundwasser) wird bei den Standsicherheitsberechnungen wie oben beschrieben in den unterlagernden Festgesteinsschichten des Oberen Muschelkalks angesetzt.

Der „Suchbereich“ für die Ermittlung der ungünstigsten Gleitfläche erstreckt sich bei beiden Berechnungen bis in die unterlagernden Muschelkalkabfolgen.

Der Nachweis der Standsicherheit ist gegeben, wenn der **Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1$** ist.

5.1 Berechnete Standsicherheiten

Die Standsicherheitsnachweise erfolgen mit den in der Tabelle 1 aufgeführten Bodenkennwerten. In der folgenden Tabelle 3 sind die ermittelten Ausnutzungsgrade für die bestehende Rückverfüllung im Rahmen der Rekultivierungsmaßnahmen zusammengestellt.

Ergebnisse	Lastfall LF 1 (Ausnutzungsgrad)	Standsicherheitsnachweis erfüllt – ja nicht erfüllt - nein
Schnitt		
Schnitt 1 A – A' Böschung (Rekultivierungskörper auf Muschel- kalk)	0,88	ja
Schnitt 2 B – B' Böschung (Rekultivierungskörper auf Muschel- kalk)	0,78	ja
Schnitt 1 A – A' Ausschnitt Südwestböschung (Rekultivierungskörper auf Muschel- kalk)	0,90	ja

Tabelle 3: Errechnete Ausnutzungsgrade für die betrachteten Gesamtschnitte und Südböschung Schnitt A – A'

Anmerkung:

Im Schnitt 1 A-A' befindet sich der errechnete Wert von 0,88 nicht im Zentrum eines andeutungsweise geschlossenen Berechnungskreises. Aus diesem Grund erfolgte eine Berechnung eines verkleinerten Ausschnitts (Anlage 4) des Schnittes 1.

Die graphischen Darstellungen der Standsicherheitsberechnungen mit den Informationen zum Schichtaufbau der betrachteten Schnitte liegen als Anlagen 2 bis 4 bei.

6 ABSCHLIESSENDE BEWERTUNG UND VORSCHLÄGE ZUR WEITEREN VORGEHENSWEISE

Nach den aktuellen DIN-Normen und der EC7-Norm sind die Anforderungen an die Standsicherheit für die betrachtenden Böschungen gegeben, wenn der **Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1$ ist**.

Die Standsicherheitsnachweise für die betrachteten Schnitte und für die Einzelbetrachtung der südlichen Böschung des Schnittes A – A' konnten mit den angesetzten Bodenkennwerten nachgewiesen werden. Die Böschungen des Rekultivierungskörpers können als standsicher eingestuft werden.

Die beschriebenen Erosionsrinnen in einzelnen Böschungen, die nach Niederschlagsereignissen zu beobachten waren, werden auch weiterhin auftreten. Diese Erosionsrinnen entstehen, weil die Böschungen bautechnisch nicht verdichtet werden und auch nicht verdichtet werden können. Die Walze kann nur auf der ebenen Fläche verdichten, so dass in den Böschungsbereichen eine unverdichtete Deckschicht vorhanden ist. Diese Erosionsrinnen sind aber auch ein Indiz dafür, dass Niederschlagswasser oberflächlich abfließt und somit größtenteils nicht im Rekultivierungskörper versickert.

Anhand des vor Ort festgestellten lage- und abschnittswisen Einbaus des Rekultivierungsbodens, der lagenweise Verdichtung entspricht der Einbau der empfohlenen Vorgehensweise beim Einbau.

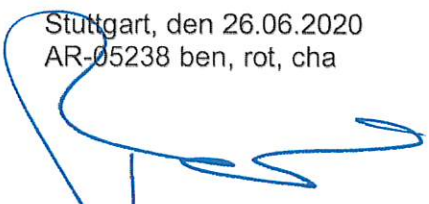
Für Rückfragen zum Bericht und den durchgeführten Berechnungen oder sonstiger Anmerkungen stehen wir gerne zur Verfügung.

Klinger und Partner GmbH
Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH

Friolzheimer Straße 3 · 70499 Stuttgart
Telefon: 0711 693308-0 · Telefax: 0711 693308-99
E-Mail: info@klinger-partner.de
Internet: <http://www.klinger-partner.de>

Aufgestellt:
Ulrich Behnke, Dipl.-Geol.

Stuttgart, den 26.06.2020
AR-05238 ben, rot, cha

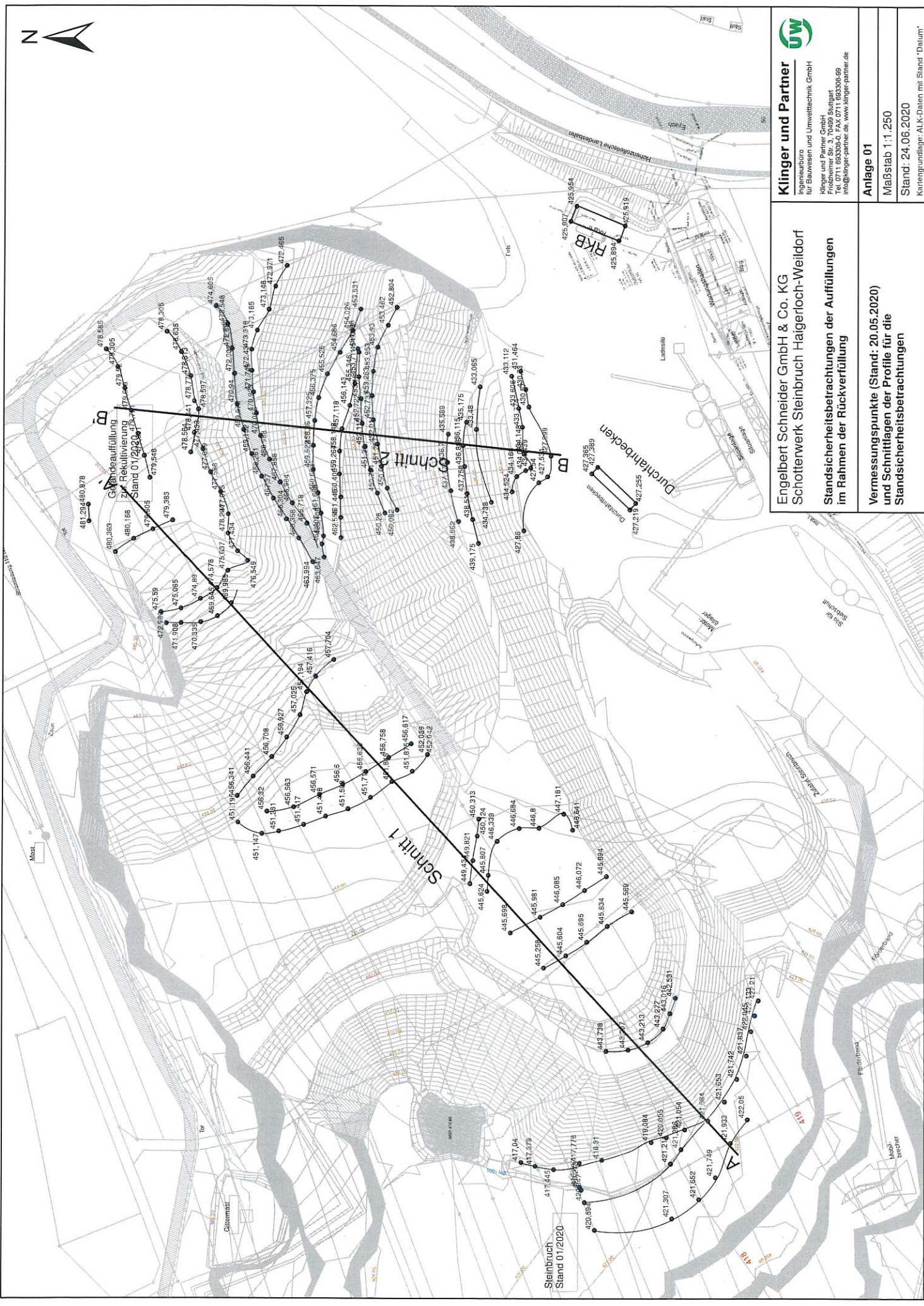


Florian Peter Müller
Geschäftsführer

i. A. 
Ulrich Behnke
Projektleiter

ANHANG

1	Übersichtslageplan Steinbruch: Vermessungspunkte (Stand: 20.05.2020) und Schnittlagen der Profile für die Standsicherheitsbetrachtungen	M.: 1 : 1.250
2	Standsicherheitsbetrachtungen – Schnitt A –A' (Gesamter Schnitt)	ohne
3	Standsicherheitsbetrachtungen – Schnitt B –B' (Gesamter Schnitt)	ohne
4	Standsicherheitsbetrachtungen – Schnitt A –A' (Südwestböschung)	ohne



Klinger und Partner
Ingenieurbüro
für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH
Klinger und Partner GmbH
Friedheimer Str. 3, 70499 Stuttgart
Tel. 0711 693308-0, FAX 0711 693308-59
info@klinger-partner.de, www.klinger-partner.de

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG
Schottenwerk Steinbruch Haigerloch-Weildorf

**Standardsicherheitsbetrachtungen der Auffüllungen
im Rahmen der Rückverfüllung**

Anlage 01

Maßstab 1:1.250
Stand: 24.06.2020
Kartengrundlage: ALK-Daten mit Stand "Datum"

**Vermessungspunkte (Stand: 20.05.2020)
und Schnittlagen der Profile für die
Standardsicherheitsbetrachtungen**

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.88$

$X_m = -0.84 \text{ m}$ $Y_m = 507.71 \text{ m}$

$R = 86.88 \text{ m}$

Tellsicherheiten:

$-\gamma(\varphi) = 1.25$

$-\gamma(c) = 1.25$

$-\gamma(c_u) = 1.25$

$-\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

$-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

$-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



Klinger und Partner
Steuerberatungsgesellschaft
für Baubanken und Umwandlungs-GmbH

Klingers und Partner GmbH
Klingers und Partner
Friedrichstr. 67, 10117 Berlin
Tel. 030 693305-0, Fax 030 693305-66
mailto:klingers.partner@klingers-partner.de, www.klingers-partner.de

Anlage

Maßstab: ohne

Stand: 25.06.2020

$y = 0,88$. Nachweis erbracht ($y < 1$)



540

520

500

480

460

440

420

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	15.00	19.00	Rückverfüllung (Z0-Material)
	45.00	90.00	25.00	Muschelkalk

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

 $\mu_{\max} = 0.78$ $x_m = 57.22 \text{ m}$ $y_m = 464.63 \text{ m}$ $R = 27.18 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

 $-\gamma(\varphi) = 1.25$ $-\gamma(c) = 1.25$ $-\gamma(c_u) = 1.25$ $-\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$ $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$ $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG
Steinbruch Haigerloch-Weildorf

Rekultivierungsflächen

Standortsicherheitsbetrachtungen
Schnitt B - B' (Gesamtschnitt)

Klinger und Partner
Ingenieurgesellschaft
für Bauwesen und Umwelttechnik G+H

Alte und Partner GmbH
Klinger und Partner
Postfach 100
74711 Weildorf
Telefon: 0714 65305-0
Telefax: 0714 65305-50
E-Mail: klinger@klinger.de

Anlage

Maßstab: ohne

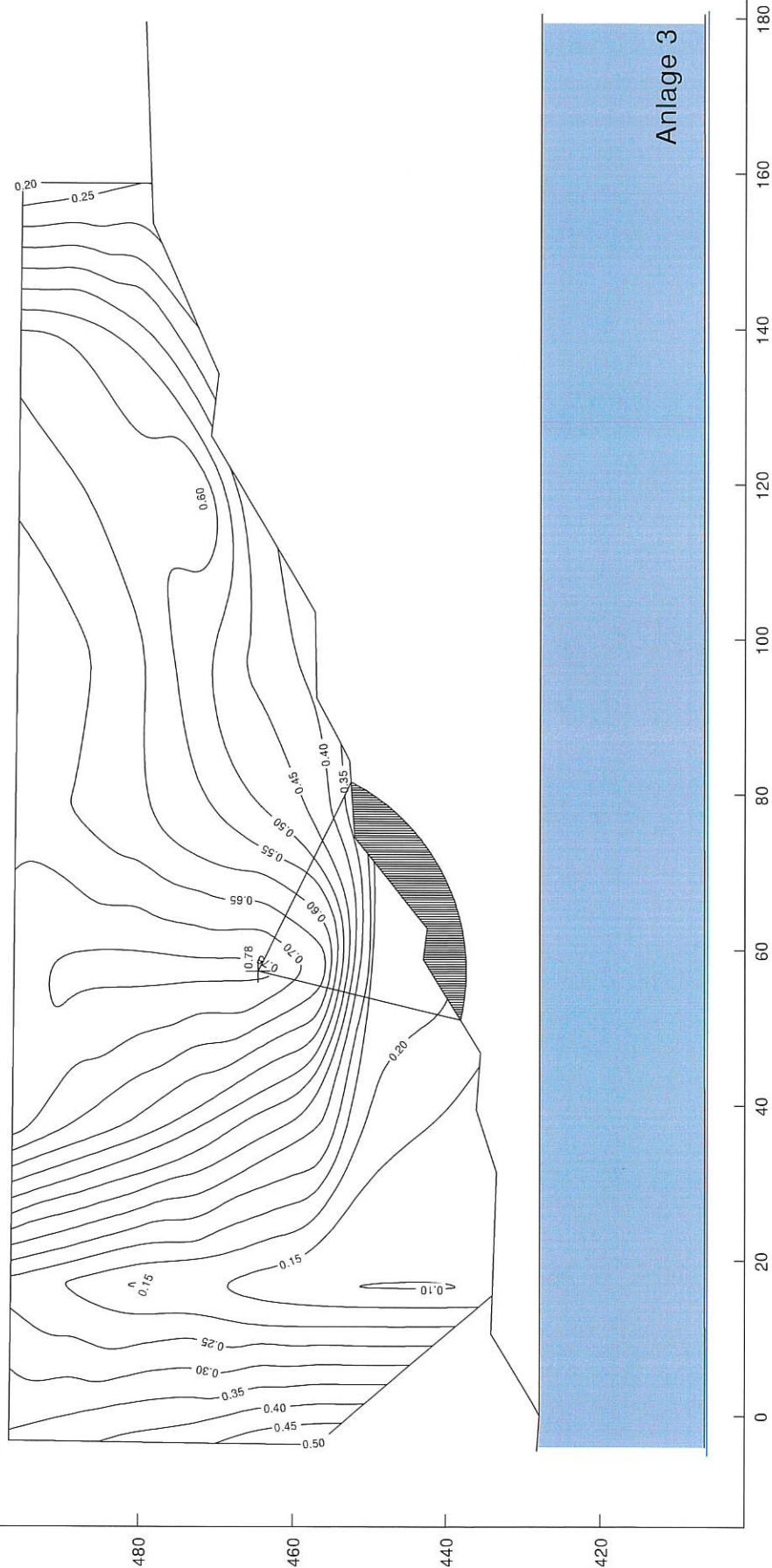
Stand: 26.06.2020

Standortsicherheitsnachweis:

$y = 0,78$. Nachweis erbracht ($y < 1$)

B

B'



Anlage 3

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	15.00	19.00	Auffüllung-Rekultivierung
	45.00	90.00	25.00	Muschelkalk-Festgestein

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.90$
 $x_m = 12.23 \text{ m}$ $y_m = 474.51 \text{ m}$
 $R = 51.83 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 $\gamma(\varphi) = 1.25$
 $\gamma(c) = 1.25$
 $\gamma(G_k) = 1.25$
 $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG Steinbruch Haigerloch-Weildorf Rekultivierungsflächen	Klinger und Partner Ingenieurbüro Klinger und Partner GmbH 72336 Haigerloch Tel. 0711 603308-0, Fax 0711 603308-99 info@klinger-partner.de, www.klinger-partner.de
	Anlage Maßstab: ohne Stand: 26.06.2020

Standardsicherheitsnachweis:

$y = 0,90$. Nachweis erbracht ($y < 1$)

A

A'

