

**PROF. QUICK UND KOLLEGEN  
INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH**

**DARMSTADT • MÜNCHEN**

D-64295 DARMSTADT  
GROSS-GERAUER-WEG 1  
TELEFON: +49 (0) 61 51 / 13 03 6-0  
TELEFAX: +49 (0) 61 51 / 13 03 6-10

D-81667 MÜNCHEN  
INNERE WIENER STRASSE 5A  
TELEFON: +49 (0) 89 / 44 14 06 67  
TELEFAX: +49 (0) 89 / 44 14 14 52

E-MAIL: OFFICE@QUICK-IG.DE  
INTERNET: WWW.QUICK-IG.DE

HANDELSREGISTER  
DARMSTADT HRB 8076  
UST-IDNR.: DE213671986

Q/Mi/Ha/Hi/st - Q-21/18  
01.08.2018

## **Analytische Berechnungen der Standsicherheit einer geplanten Tagebauböschung**

**Bauvorhaben:           Tagebauböschung  
                              Kalksteinsandwerke Schencking  
                              GmbH & Co. KG  
                              Werk Bienwald  
                              Hagenbach**

**Auftraggeber:         Kalksteinsandwerke Bienwald  
                              Schencking GmbH & Co. KG  
                              Hagenbach**

**Planer:                 Ingenieurbüro Hans Gehrlein  
                              Offenbacher Straße 22  
                              76865 Insheim**

**Sachverständiger:    Prof. Quick und Kollegen  
Geotechnik            Ingenieure und Geologen GmbH  
                              Groß-Gerauer Weg 1  
                              64295 Darmstadt**

---

MACHBARKEITSTUDIEN  
BAUGRUNDBEURTEILUNG  
GRÜNDUNGSBERATUNG  
OBJEKTPLANUNG  
TRAGWERKSPLANUNG  
GEOTECHNISCHE BERECHNUNGEN  
NUMERISCHE BERECHNUNGEN  
PRÜFINGENIEURWESEN  
BAUÜBERWACHUNG  
VERTRAGSMANAGEMENT  
RISIKOMANAGEMENT  
GERICHTSGUTACHTEN  
MEDIATION

GEOTECHNIK  
BODEN- UND FELSMCHANIK  
INGENIEURGEOLOGIE  
HYDROGEOLOGIE  
UMWELTTECHNIK  
GEOTHERMIE

HOCHHÄUSER  
VERKEHRSWEGBAU  
TUNNEL · BRÜCKEN  
BAUGRUBEN · EINSCHNITTE · DÄMME  
DEPONIE · ALTLASTENSANIERUNG  
GEBÄUDESCHADSTOFFSANIERUNG

---

**GESCHÄFTSFÜHRER UND  
GESELLSCHAFTER**

**PROF. DIPL.-ING. HUBERT QUICK**  
ÖFFENTLICH BESTELLTER UND  
VEREIDIGTER SACHVERSTÄNDIGER  
PRÜFER FÜR EISENBAHN-BUNDESAMT  
PRÜFER FÜR BAUAUFSICHT  
PRÜFER FÜR WASSER- UND  
SCHIFFFAHRTSVERWALTUNG

**DR. RER. NAT. JOACHIM MICHAEL**  
ÖFFENTLICH BESTELLTER UND  
VEREIDIGTER SACHVERSTÄNDIGER

**DR.-ING. SIMON MEIBNER**  
ÖFFENTLICH BESTELLTER UND  
VEREIDIGTER SACHVERSTÄNDIGER

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite:</b>
<b>1 Vorgang</b>	<b>3</b>
<b>2 Unterlagen</b>	<b>3</b>
<b>3 Lage /Nutzung des Projektgebiets</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Projektgebiet</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Geplante Böschung</b>	<b>4</b>
<b>4 Benachbarte bauliche Anlagen</b>	<b>6</b>
<b>5 Baugrund und Grundwasser</b>	<b>6</b>
<b>5.1 Baugrund</b>	<b>7</b>
<b>5.1.1 Mutterboden/Oberboden - Schicht I</b>	<b>8</b>
<b>5.1.2 Abbauhorizont - Schicht II</b>	<b>8</b>
<b>5.1.3 Nicht abbaubarer Horizont - Schicht III</b>	<b>8</b>
<b>5.2 Grundwasser</b>	<b>8</b>
<b>5.3 Bodenkennwerte</b>	<b>8</b>
<b>6 Analytische Standsicherheitsberechnungen</b>	<b>9</b>
<b>6.1 Standsicherheit</b>	<b>9</b>
<b>7 Hinweise</b>	<b>11</b>

### **Anlagenverzeichnis**

<b>Anlage 1</b>	<b>Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen Variante 1</b>
<b>Anlage 2</b>	<b>Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen Variante 2</b>

## **1 Vorgang**

Die Kalksteinsandwerke Schencking GmbH & Co. KG plant die Erweiterung des Abbaubereichs im Werk Bienwald, Hagenbach.

Die Prof. Quick und Kollegen · Ingenieure und Geologen GmbH wurde im Juni 2018 mit der analytischen Berechnung der Standsicherheit einer geplanten Tagebauböschung (Regelböschung) beauftragt.

## **2 Unterlagen**

Für die Bearbeitung standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

U 1 Hettmannsperger Bohrgesellschaft mbH

1. Bohrprofile, vom 30.05.2018
2. Schichtenverzeichnis, vom 30.05.2018

U 2 Hydrag Karlsruhe

1. Hydrogeologisches Standortgutachten 07.2016

U 3 Ingenieurteam Geo mbH

1. Lageplan der Abbaufäche vom 16.03.2016
2. Lageplan der Erkundungsbohrungen vom 16.03.2016

U 4 Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

1. Beurteilung der Sande und Kiese am Standort des Kalksteinsandwerkes Bienwald vom 09.12.2015

U 5 Kreisverwaltung Germersheim

- Abbaugenehmigung vom 4.12.1991

### 3 Lage /Nutzung des Projektgebiets

#### 3.1 Projektgebiet

Das Projektgebiet befindet sich nord-östlich Geländes der Bienwald Schencking GmbH & Co. KG, siehe Abbildung 1.

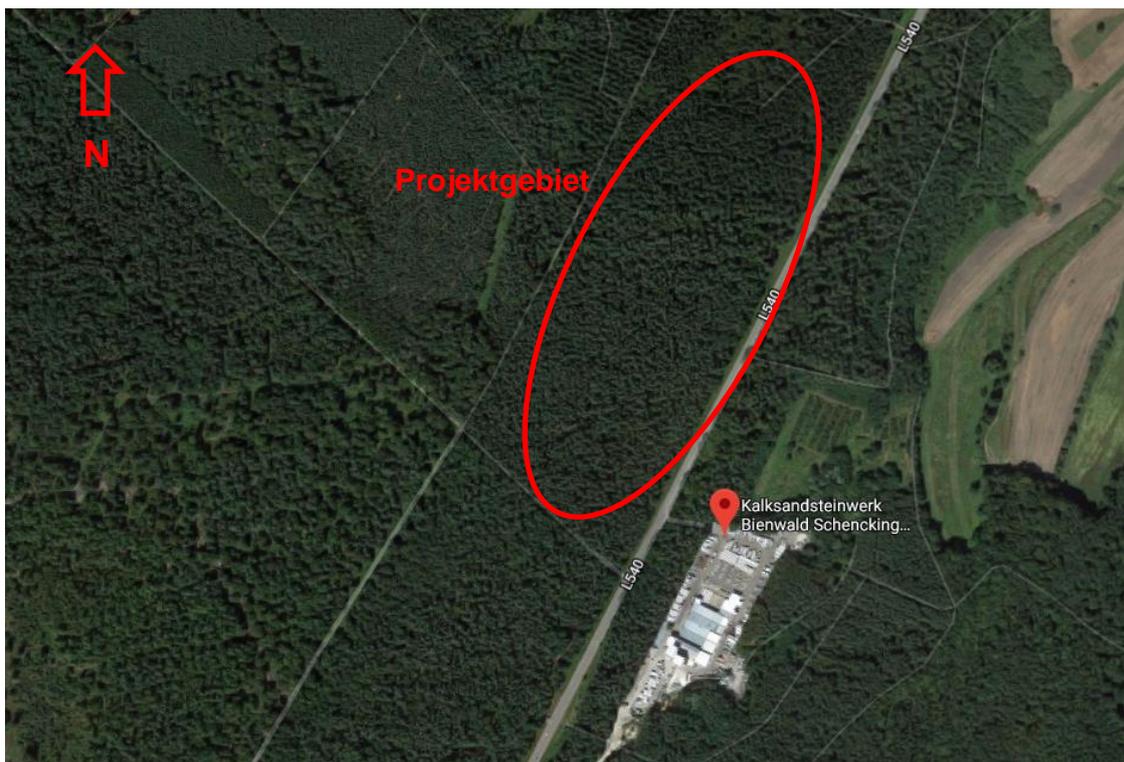


Abbildung 1: Projektgebiet (Quelle: Google)

Die aktuelle Geländeoberfläche im Projektgebiet liegt bei ca. 121 mNN.

#### 3.2 Geplante Böschung

Im Projektgebiet soll im Rahmen der genehmigten Erweiterung im nördlichen Bereich des Abbaufeldes Ölgründel (Abbildung 2) des Tagebaus eine Abbautiefe von 108,0 m üNN erreicht werden. Die derzeitige Geländehöhe befindet sich bei ca. 121 m üNN. Die maximale Böschungsneigung des geplanten Regelböschungsprofils ist zu ermitteln und hinsichtlich der Standsicherheit rechnerisch zu untersuchen.



#### 4 Benachbarte bauliche Anlagen

Entlang des Projektgebiet verläuft auf der östlichen Seite die L540. Die südwestliche Seite des Abbaugeländes grenzt an die K22. Der nord-westlichen Bereich des Projektgebietes ist umgeben von Wald.

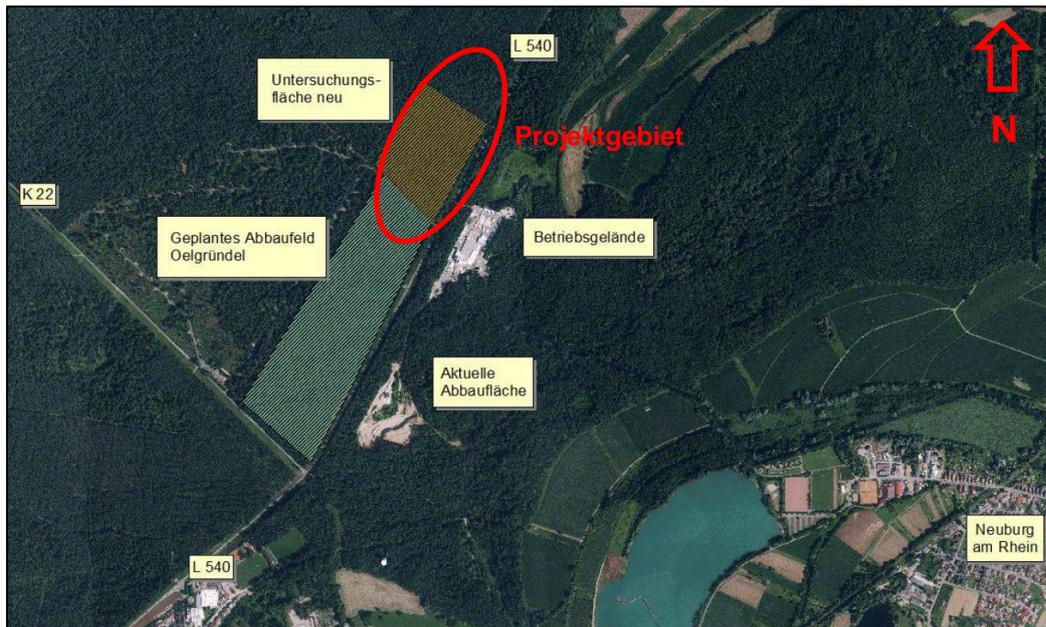


Abbildung 4: Lageplan Tagebau Hagenbach [U 2.1]

#### 5 Baugrund und Grundwasser

Für das Projektgebiet selbst liegen keine geotechnischen Gutachten oder Archivunterlagen vor. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind in [U 2.1] beschrieben, darin werden 3 Bohrprofile beschrieben. Für das Projektgebiet kann auf Grund von Erfahrungswerten von folgendem grundsätzlichen Baugrundaufbau und Grundwasserverhältnissen ausgegangen werden.

### 5.1 Baugrund

Für die Untersuchung der Böschungsstandsicherheit wurde die Baugrundsichtungung auf Grundlage der durchgeführten Erkundungsbohrungen modelliert. Die nachstehend aufgeführten Bohrprofile sind Bestandteil des hydrogeologischen Gutachtens aus [U 2.1]. Die Ergebnisse von bodenmechanischen Labor- und Feldversuchen und daraus abgeleitete bodenmechanische Kennwerte werden in [U 2.1] nicht mitgeteilt.

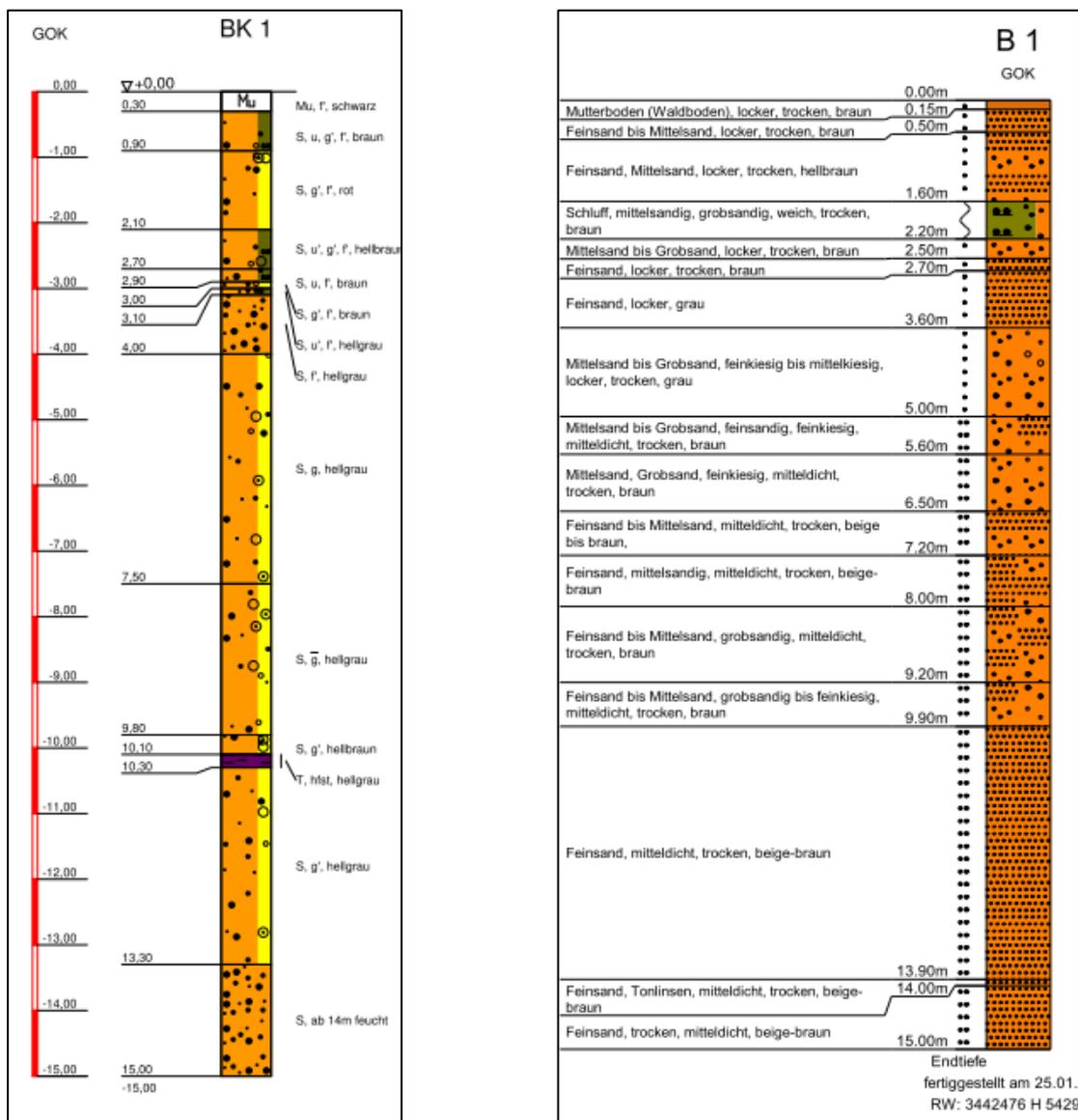


Abbildung 5: Bohrprofile der Erkundungsbohrungen [U 2.1]

### **5.1.1 Mutterboden/Oberboden - Schicht I**

Diese Schicht I besteht gemäß [U 1.2] aus Mutterboden und Oberboden mit Anteilen von Wurzeln (Waldboden).

### **5.1.2 Abbauhorizont - Schicht II**

Der unter Schicht I anstehende Abbauhorizont (Schicht II) besteht gemäß [U 1.2] aus mittel- bis grobkörnigen, kiesig bis stark kiesigen Sanden. Die Gesamtmächtigkeit der Schicht beträgt ca. 11,0 m. Tonige Zwischenlagen sind dokumentiert [U2.1]. Die Sande der Schicht II sind laut Angaben im Bohrprofil überwiegend locker bis mitteldicht gelagert.

### **5.1.3 Nicht abbaubarer Horizont - Schicht III**

Der unter Schicht II anstehenden nicht abbaubare Horizont besteht gemäß [U 1.2] aus mittel- bis grobkörnigen, kiesigen bis stark kiesigen Sanden und ist überwiegend mitteldicht gelagert.

## **5.2 Grundwasser**

Gemäß [U 2.1] liegt der höchste Grundwasserstand bei 106,87 müNN an. Unter Bezug auf die südlich und nördlich vom Projektgebiet gelegenen Grundwassermessstellen [U 2.1] treten in diesem Bereich langjährig gesehen Grundwasserschwankungen von 1,0 bis 1,5 m zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Grundwasserstand auf. Für die Berechnungen wurde ein Grundwasserstand von 107,0 müNN angenommen.

## **5.3 Bodenkennwerte**

Für das unmittelbare Projektgebiet liegen keine geotechnischen Gutachten mit Angabe von bodenmechanischen Kennwerten vor.

Für das vorliegende Projekt liegen bisher keine Ergebnisse von Feld- und Laborversuchen vor. Die bodenmechanischen Kennwerte wurden auf Grundlage der vorliegenden Baugrundaufschlüsse und der zugehörigen Schichtansprache [U 1] abgeschätzt.

Vorbehaltlich dieser Verifizierung wurden den Standsicherheitsnachweisen die nachfolgenden bodenmechanischen Kennwerte zugrunde gelegt.

		Feuchtwichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\phi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]
I	Mutterboden/Oberboden	19	10	32,5	k. A.
II	Abbauhorizont (Mittelsand, Grobsand)	17 - 19	10	32,5 - 35	0 - 3
IV	nicht abbaubarer Horizont (Mittelsand, Grobsand)	19	10	35	0

**Tabelle 1: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte (Erfahrungswerte)**

## 6 Analytische Standsicherheitsberechnungen

Das geplante Regelböschungsprofil ist in [U 1.2] dargestellt. Die Nachweisführung der Standsicherheit erfolgt mit dem Programm GGU Stability Version 8.11 gemäß EC 7 bzw. DIN 4084 mit dem Gleitkreisverfahren nach Bishop. Bei einem Ausnutzungsgrad kleiner 1 ist eine Böschung rechnerisch standsicher.

### 6.1 Standsicherheit

Die Standsicherheitsnachweise wurden für die in Tabelle 1 angegebene Bandbreite der charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte (Erfahrungswerte) wie folgt durchgeführt:

Variante 1:  $\phi' = 35^\circ$ ,  $c' = 0 \text{ kN/m}^2$

Variante 2:  $\phi' = 32,5^\circ$ ,  $c' = 3 \text{ kN/m}^2$

Die Berechnungsergebnisse sind in den Anlagen 1 und 2 dargestellt.

Für Variante 1 wurde unter Berücksichtigung der bodenmechanischen Kennwerte gemäß Kapitel 5.3 und einer Böschungsneigung von  $30^\circ$  (1 : 1,7) für den ungünstigsten Gleitkreis ein Ausnutzungsgrad von  $0,98 < 1$  ermittelt. Die Berechnungsergebnisse sind in Anlage 1 dokumentiert.

Die Regelböschung ist rechnerisch unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen zu Baugrund, Grundwasser und der zugrunde gelegten Böschungsneigung standsicher.

Für Variante 2 wurde unter Berücksichtigung der bodenmechanischen Kennwerte gemäß Kapitel 5.3 und einer Böschungsneigung von  $32,5^\circ$  (1 : 1,6) für den ungünstigsten Gleitkreis ein Ausnutzungsgrad von  $0,96 < 1$  ermittelt. Die Berechnungsergebnisse sind in Anlage 2 dokumentiert.

Die Regelböschung ist rechnerisch unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen zu Baugrund, Grundwasser und der zugrunde gelegten Böschungsneigung standsicher.

## 7 Hinweise

Die analytischen Standsicherheitsberechnungen wurden auf Grundlage von Erfahrungswerten für die bodenmechanischen Kennwerte durchgeführt. Wir empfehlen diese Annahmen durch Feld- und Laborversuche zu verifizieren.

Unter Bezug auf [U 5] wurden für den Tagebau Bienwald während des Abbaus Regelneigungen der Böschungen von 1 : 1 bis 1 : 1,5 und für den Endzustand eine Regelböschungsneigung von mindestens 1 : 2 genehmigt.

Die Berechnungsergebnisse zur Standsicherheit der Böschungen für die Varianten 1 und 2 ergeben Böschungsneigungen von 1 : 1,7 bzw. 1 : 1,6.

Laut Mitteilung des Planers (Gehrlein) bleiben die temporären Böschungen im Abbauperioden jeweils ca. 3 Monate stehen. Für den Endzustand besteht die Forderung der Naturschutzbehörde aus fachlicher Sicht Böschungen nicht flacher als 1 : 1,7 auszubilden, um Insekten und Vögeln die Möglichkeit zur Besiedlung der Endböschung zu geben.

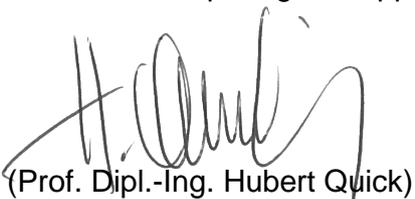
Mit diesem Bericht wurden Standsicherheitsnachweise geführt, die eine Böschungsneigung im Endzustand von 1 : 1,7 ermöglichen (Variante 1).

Für eine Abbauplanung mit einer temporären Böschungsneigung von 1 : 1,6 sind die Ergebnisse von bodenmechanischen Laborversuchen zum Nachweis der hierfür erforderlichen bodenmechanischen Kennwertkombinationen von

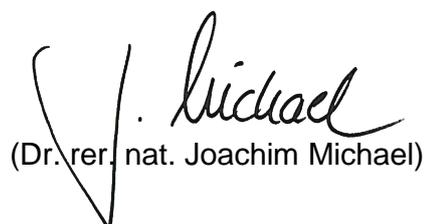
$$\varphi' = 32,5^\circ, c' \geq 3 \text{ kN/m}^2$$

oder in kohäsionslosen Böden ein Reibungswinkel von  $\varphi' \geq 37,5^\circ$  vorzulegen.

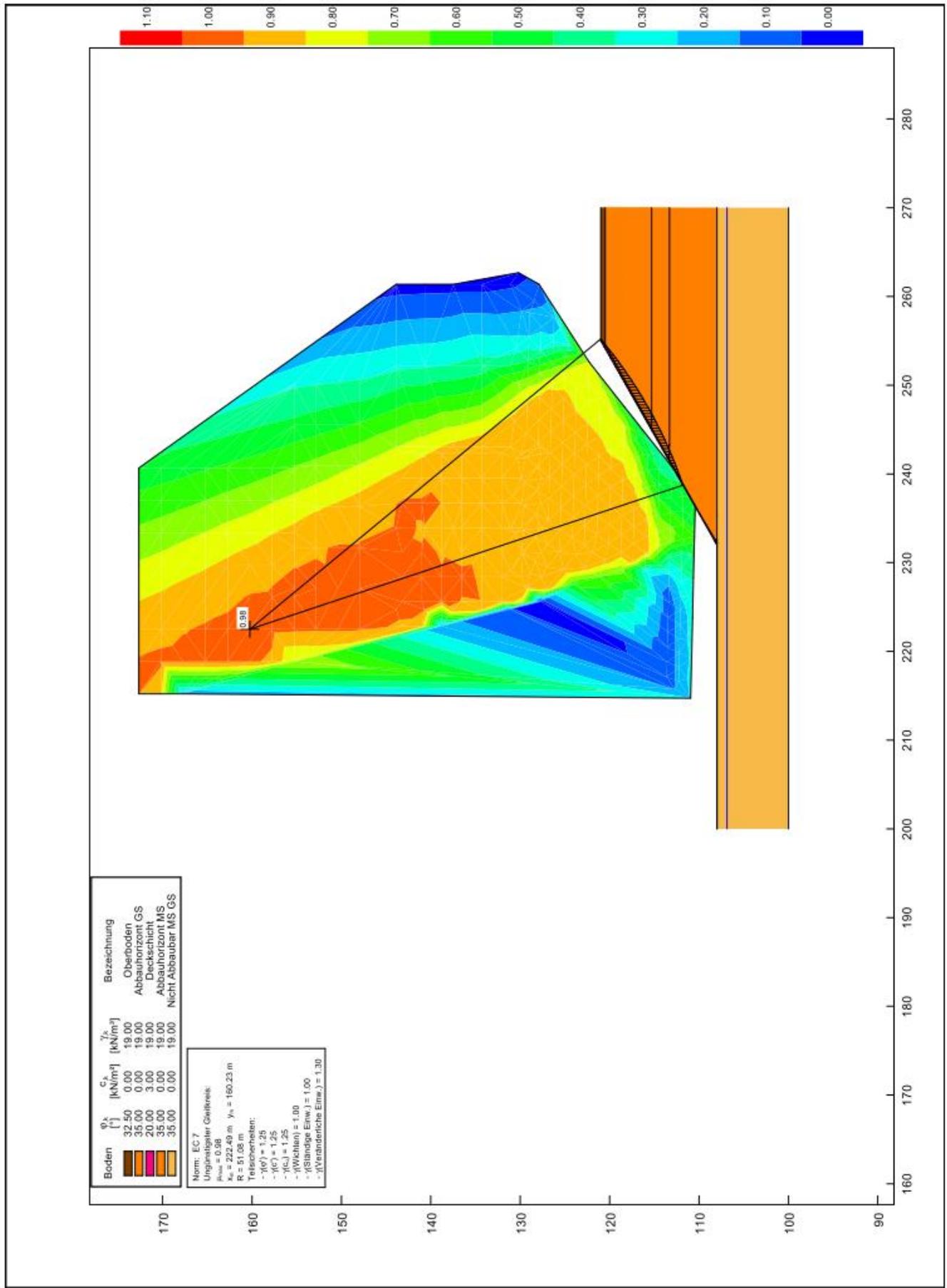
Bearbeiter: Dipl.-Ing. P. Hartmann  
Dipl.-Ing. S. Hippe



(Prof. Dipl.-Ing. Hubert Quick)



(Dr. rer. nat. Joachim Michael)

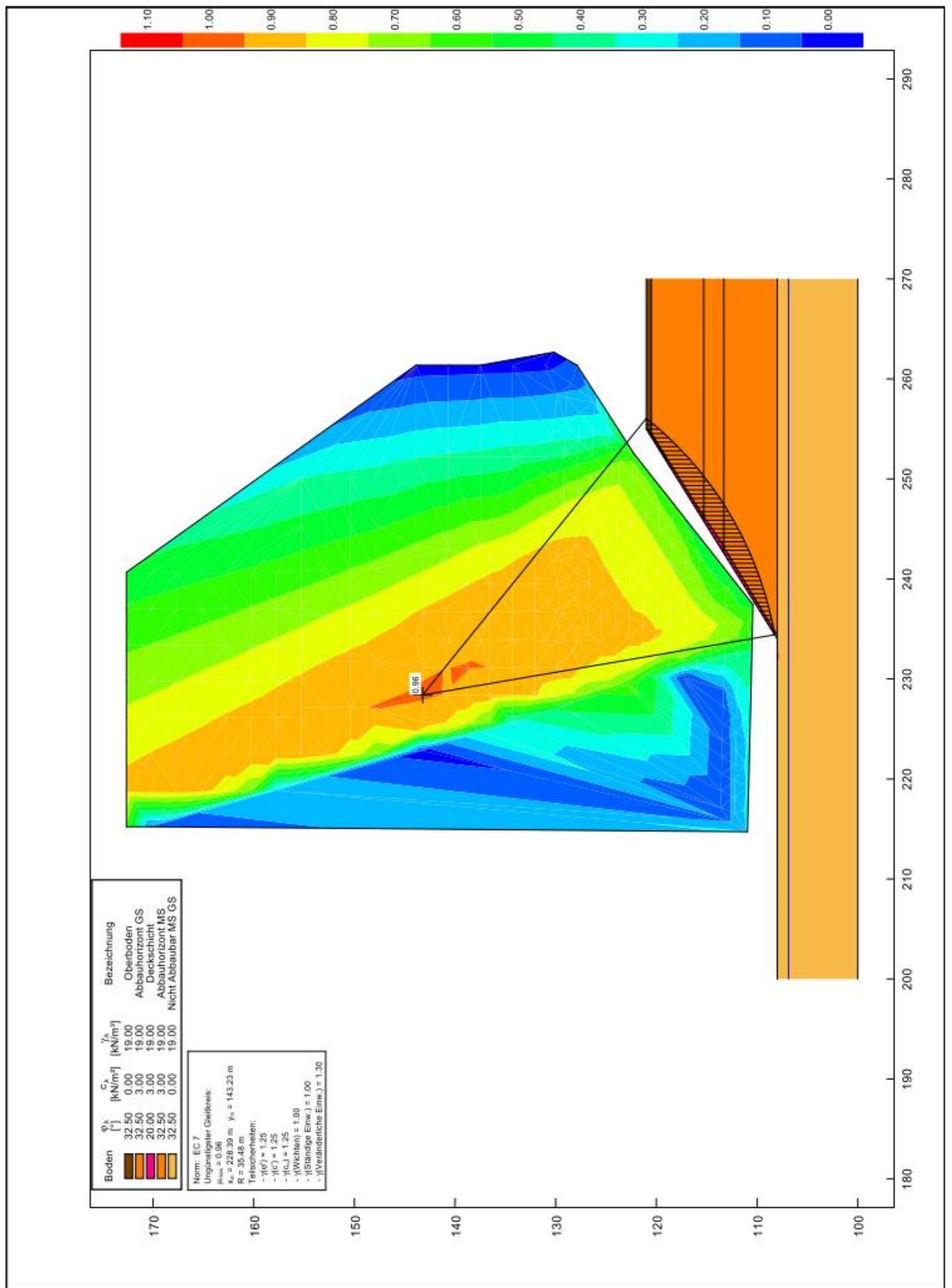


PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Geotechnischer Entwurfsbericht –  
Analytische Berechnung der Standsicherheit einer geplanten  
Tagebauböschung

Projekt	Q-21/18
Datum	01.08.2018
PL/PB	
Z	-
Maßstab	-
Anl.-Nr.	1

Regelböschung, Berechnung



PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

**Geotechnischer Entwurfsbericht –  
 Analytische Berechnung der Standsicherheit einer geplanten  
 Tagebauböschung**

Regelböschung, Berechnung

Projekt	Q-21/18
Datum	01.08.2018
PL/PB	
Z	-
Maßstab	-
Anl.-Nr.	2