

HPC AG
Niedervellmarsche Str. 30
34233 Fulda
Telefon: 0561 – 9 81 83-0
Telefax: 0561 – 9 81 83-82

Projekt-Nr.

2061178

Ausfertigungs-Nr.

Datum

15.01.2016

Anlage 3



Wienerberger

**Antrag auf Zulassung
eines obligatorischen Rahmenbetriebsplans
der Wienerberger GmbH
gem. § 52 Abs. 2 Ziffer 1 und Abs. 2a des BBergG
für die Erweiterung der Tongrube Rettigheim
in
69242 Mühlhausen OT Rettigheim,
Rhein-Neckar-Kreis**

Fachgutachten Ingenieurgeologie/Geotechnik

**Nachweis der Standsicherheiten für Betriebsböschungen sowie für
Endböschungen im Tagebaurestloch**

Auftraggeber

**Wienerberger GmbH
Oldenburger Allee 26
30659 Hannover**

Bearbeiter: Dr. Carsten Munk, Dipl.-Ing. Harald Kubatz

Inhaltsverzeichnis

Text	Seite
1. Veranlassung und Aufgabenstellung	3
2. Gebirgsmechanische Verhältnisse	4
2.1 Veranlassung und Zielstellung von Standsicherheitsuntersuchungen	4
2.2 Technologische Angaben	5
2.2.1 Massengewinnung oberhalb der Tonsteinbildungen	5
2.2.2 Tongewinnung	6
2.2.3 Wiederverfüllung der Tagebauhohlform in der Erweiterungsfläche mit Erdstoffen	7
2.2.4 Tagebauentwicklung	7
2.2.5 Oberflächenwasserfassung, -sammlung, -speicherung und -ableitung (Niederschlags- und Sicker- bzw. Grundwasser)	9
3. Standsicherheitsuntersuchungen	11
3.1 Bestimmung bodenmechanische Kennwerte	11
3.1.1 Laboruntersuchungen	11
3.1.2 Rückrechnungen	13
3.1.3 Berechnungsansätze	14
3.1.4 Sicherheitskoeffizienten und Sicherheitsdefinition	16
3.1.4.1 Vorbemerkungen	16
3.1.4.2 Endböschungen	17
3.1.4.3 Betriebsböschungen	19
3.1.5 Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen	19
3.1.5.1 Betriebsböschungen (aktive Baggerböschungen)	19
3.1.5.1.1 Abraum	19
3.1.5.1.2 Tongewinnung	19
3.1.5.2 Endböschungen im Bereich ohne Wiederverfüllung	20
3.1.5.3 Endböschungen im Bereich mit geplanter Wiederverfüllung	22
4. Sicherheitsstreifen - Sicherheitsabstände	22
5. Hinweise und Empfehlungen	23

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Schema Abbautechnologie	6
Abb. 2:	Abbauphasen im Zuge der Tagebauentwicklung (gelbe Umrandung: Fläche der Tiefsohle in Abbauphase 1, grün-blau-marmorierte Fläche: Fläche für temporäre Artenschutzmaßnahmen)	8
Abb. 3:	Verlauf der geplanten Entwässerungsleitung	11

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Durchgeführte Laboruntersuchungen	12
Tab. 2:	Bodenmechanische Kennwerte	14
Tab. 3:	Maßgebliche Teilsicherheitsbeiwerte und Berechnungskennwerte α für den GZ 1, LF 1	17

Anlagen

- 1 Übersichtskarte Ausschnitt TK 25 Blatt 6718 Wiesloch, Maßstab 1 : 25.000
- 2 Lageplan mit Darstellung der vorhandenen Abbaufäche sowie der geplanten Erweiterungsfläche
Maßstab 1 : 2.000
- 3 Längs- und Querprofile im Bereich der vorgesehenen Erweiterungsfläche, Böschungsneigung 1 : 1,2 (ohne Wiederverfüllung)
Maßstab 1 : 2.000
- 4 Längs- und Querprofile im Bereich der vorgesehenen Erweiterungsfläche, Böschungsneigung 1 : 0,85 (mit Wiederverfüllung)
Maßstab 1 : 2.000

Anhang

- 1 Ergebnisse bodenphysikalischer Laboruntersuchungen
- 2 (3.1 - 3.2) Bodenmechanische Berechnungsschnitte – Betriebsböschungen
- 3 (4.1 - 4.6) Bodenmechanische Berechnungsschnitte – Endböschungen

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Wienerberger GmbH betreibt in 69254 Malsch (Rhein-Neckar-Kreis), An der B3, ein Ziegelwerk zur Herstellung von Porotonziegeln.

Die hierfür benötigten Rohstoffe werden in der Gemarkung Mühlhausen-Rettigheim in einem seit dem Jahr 1960 betriebenen Tontagebau gewonnen, wobei es sich bei dem Rohstoff um die Tonsteine des Lias β (Unterer Jura, Obtususton-Formation, juOT) handelt.

Die Tongewinnung erfolgt auf der Grundlage des genehmigten

Rahmenbetriebsplans vom 02. Juli 1990 (Az.: 4718-241.40/5)

und der

Ergänzung zum Rahmenbetriebsplan vom 25. Juni 1999 (Az.: 4718-241.40).

Für die Führung des Betriebes werden Hauptbetriebspläne aufgestellt, wobei die Zulassung für den derzeit gültigen Hauptbetriebsplan mit Datum vom 25. Januar 2011 (Az. 4718-241.42/28/4) erfolgt ist, der mit Datum vom 11.08.2015 vom Regierungspräsidium Freiburg verlängert wurde bis 31. Januar 2018.

Die so genehmigte und betriebene **Abbaustätte** umfasst eine Fläche von 129.250 m² (12,92 ha), wobei diese von einem Sicherheitsstreifen von 10 m zu benachbarten Grundstücken umgeben ist, so dass die genehmigte **Abbaufäche** selbst 114.020 m² (11,4 ha) beträgt.

In dieser genehmigten Abbaufäche des Tontagebaus Rettigheim sind die Vorräte an Tonsteinen des Lias β in absehbarer Zeit erschöpft. Zum weiteren Erhalt des Ziegelwerks ist somit eine Erweiterung des bestehenden Tagebaus erforderlich. Diese Erweiterung soll westlich des genehmigten Tagebaus auf einer Fläche von 5,12 ha vorgenommen werden.

Im Rahmen der vorgesehenen Rohstoffgewinnung bis in eine Tiefenlage von 120 m NHN sollen dort ebenfalls die Tonsteine des Lias β (Obtususton-Formation, juOT) unter Nutzung der im bestehenden Tagebau verbleibenden Betriebsanlagen abgebaut werden, wobei der Abbau in insgesamt vier Abbauabschnitten vorgesehen ist. Die hierbei zu gewinnenden

Tonvorräte in einer Masse von insgesamt 610.719 m³

werden die Ziegelproduktion für einen Zeitraum von ca. 20 Jahren abdecken.

Im Rahmen einer rohstoffgeologischen Beratung für den Regionalverband Mittlerer Oberrhein hat das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg im Rahmen des Rohstoffsicherungskonzeptes mit Datum vom 11.03.2004 (Az.: 4704//04 2107) eine

„Rohstoffgeologische Beurteilung von geplanten Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für den Festgesteinsabbau in der Region Mittlerer Oberrhein“

erarbeitet, aus der hervorgeht, dass auch die von der Wienerberger GmbH für eine Erweiterung vorgesehene Teilfläche westlich des derzeitigen Tonabbaus Teil eines Vorrang- und Vorbehaltsgebietes ist.

Für die vorgesehene Erweiterung des Tontagebaus Rettigheim stellt die Wienerberger GmbH einen Antrag auf Zulassung eines obligatorischen Rahmenbetriebsplans gemäß § 52 Abs. 2 des BBergG. In diesem Zusammenhang sind auch die Standsicherheiten für die Betriebs- und Endböschungen im Tagebaurestloch nachzuweisen.

Mit den entsprechenden Untersuchungen und der Abfassung eines *Fachgutachtens Ingenieurgeologie/Geotechnik* als Teil des Antrages auf Zulassung eines obligatorischen Rahmenbetriebsplans hat die Wienerberger GmbH HPC beauftragt. Dieses Fachgutachten wird hiermit vorgelegt.

2. Gebirgsmechanische Verhältnisse

2.1 Veranlassung und Zielstellung von Standsicherheitsuntersuchungen

Im Folgenden sollen die Ergebnisse zur Untersuchung der Standsicherheit der Arbeits- und Endböschungen für die Erweiterungsfläche der Tongrube Rettigheim vorgestellt werden. Die Lage des derzeit betriebenen Tontagebaus und die der vorgesehenen Erweiterungsfläche gehen aus Anlage 1 hervor.

Im Zuge der Standsicherheitsuntersuchungen waren sowohl Standsicherheitsberechnungen für aktive Baggerböschungen (Betriebsböschungen) als auch für längerfristig bleibende Randböschungen bzw. Endböschungssysteme im Hinblick auf die Gewährleistung einer zeitlich unbegrenzten geotechnischen Sicherheit (Dauerstandsicherheit) durchzuführen.

Unter Berücksichtigung der vorhandenen bzw. vorgefundenen Ausgangssituation in geotechnischer/bodenmechanischer sowie geologischer/hydrogeologischer Hinsicht liegen der Bearbeitung im einzelnen folgende Zielstellungen zugrunde:

1. Aufbereiten und Auswerten aller bisherigen Erkundungsergebnisse.
2. Beschreibung und Beurteilung der für die bodenmechanischen Berechnungen relevanten hydrogeologischen Verhältnisse einschließlich Angabe von Bodenkennwerten.

3. Ermittlung der Standsicherheit für aktive Baggerböschungen (Betriebsböschungen) und für alle Randböschungen (Endböschungen) unter Berücksichtigung aktueller und prognostischer Grundwasserstände (freie Grund – bzw. Schichtwasserführungen).
4. Aussagen zur sicheren Gestaltung der Betriebs- und Endböschungen (Böschungswinkel, Sicherheitsabstände, Sicherheitspfeiler) auf der Grundlage der Berechnungsergebnisse gemäß Kap. 3.

2.2 Technologische Angaben

Die Tongewinnung im westlichen Erweiterungsbaufeld soll weiterhin in einem offenen Tagebau erfolgen.

Die Anfangsstellung des Erweiterungsbaufeldes bzw. der Einschnitt in das anstehende Gebirgsmassiv erfolgt im westlichen Randbereich des derzeitigen Tagebaus, wobei die vorhandene Zufahrt im nördlichen Randböschungssystem des genehmigten Tagebaus weiterhin genutzt werden soll (s. Anlage 2).

Der fortschreitende Tagebaubetrieb erfolgt von Osten nach Westen (Gewinnungsrichtung) in vier Abbauphasen (siehe Abbildung 2). Mit fortschreitender Tongewinnung soll die dabei entstandene Tagebauhohlform, deren Liegendfläche bei + 120 m ü. NN liegen wird, sukzessive in Anpassung an den Abbaufortschritt in den einzelnen Abbauphasen von Norden nach Süden mit Erdmassen verfüllt werden.

Der Durchstich zur westlichen Erweiterungsfläche wird im Rahmen der Hauptbetriebspläne für den bereits genehmigten Alt-Tagebau Rettigheim bearbeitet.

Die vorgesehene Abbautechnologie kann wie folgt beschrieben werden:

2.2.1 Massengewinnung oberhalb der Tonsteinbildungen

Der anstehende **Oberboden** in einer Menge von 13.271 m³ wird abgeschoben und auf dem Sicherheitsstreifen bzw. im bereits genehmigten Tagebau zur Rekulтивierung vorgehalten werden (siehe unten).

Die nachfolgende Gewinnung der oberflächennah anstehenden geringmächtigen **Abraumschicht** (Lehm) erfolgt mittels Löffelbagger im Hoch- oder Tiefschnitt in einer Abbauscheibe. Die Abtragsmächtigkeit liegt in der Größenordnung von ca. 2 m. Der Abraum in einer Gesamtmenge von 88.476 m³ wird in den ausgetonten Bereich des bereits genehmigten Tagebaus rückverfüllt.

Außer Abraum fallen keine anderen nicht verwertbaren Massen im Bereich der geplanten Abbaufäche an.

2.2.2 Tongewinnung

Die Gewinnung im Tonstein (Tonsteine der Obtususton-Formation, juOT) kann bedarfsgerecht mehrstrossig erfolgen, wobei sich die Strossenhöhen nach Standfestigkeiten, Sickerwasserzuläufen und gerätebedingten Parametern richten. In der Regel werden max. Abtragsmächtigkeiten von 8 bis 10 m nicht überschritten.

Die Massen werden mittels Löffelbagger im Tief – oder Hochschnitt abgebaut, auf LKW verladen und über die Gewinnungsstrosse abgefahren. Da die Gewinnungsstrosse gleichzeitig Fahrstrosse ist, werden die Strossenbreiten mit mindestens 10 m (Bermenbreite) hergestellt.

Die Endböschungsgestaltung an den äußeren Tagebaurändern erfolgt nach geotechnischen bzw. bodenmechanischen Erfordernissen. Im Tagebaurandbereich ist zwischen der Tagebauoberkante und der Baufeldgrenze ein Sicherheitsabstand von mindestens 10 m einzuhalten.

Die Tongewinnung wird nur innerhalb der geplanten Abbaufäche (siehe Anlage 2) erfolgen.

In Abbildung 1 ist die beschriebene Abbautechnologie dargestellt:

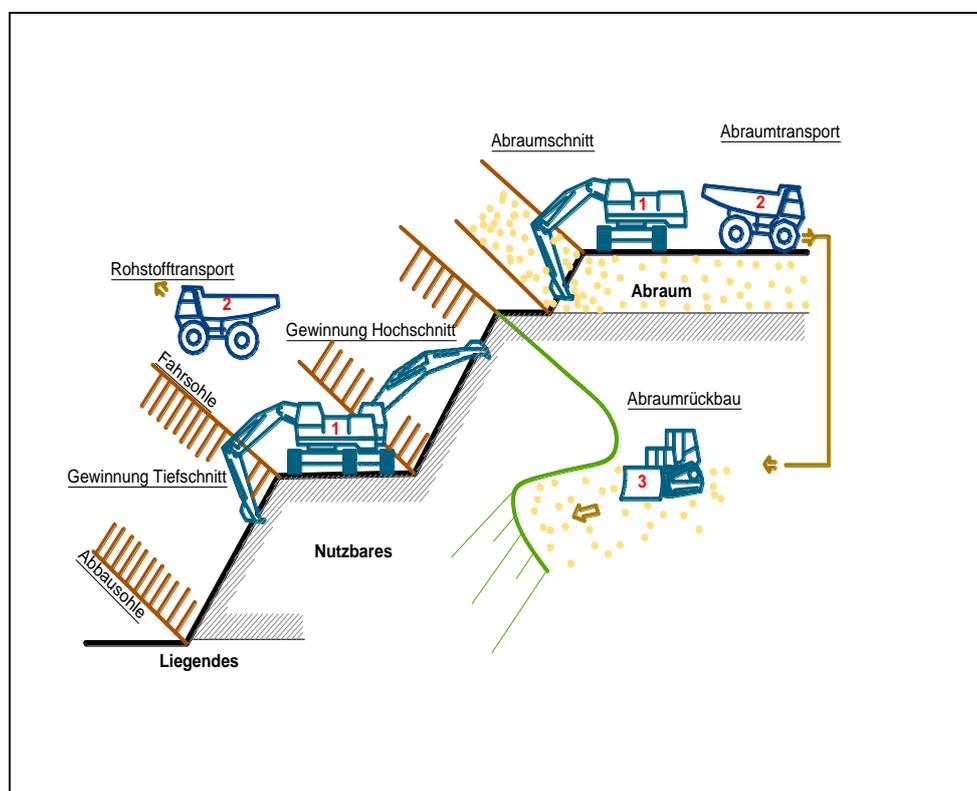


Abb. 1: Schema Abbautechnologie

Daten der geplanten einzusetzenden Geräte:

1. Hydraulikbagger mit Tief- und Hochlöffelausrüstung – Dienstgewicht ca. 33 t
2. Muldenkipper – Nutzlast ca. 24 t
3. Planierraupe – Dienstgewicht ca. 12,4 t.

2.2.3 Wiederverfüllung der Tagebauhohlform in der Erweiterungsfläche mit Erdstoffen

Die sukzessive Wiederverfüllung der Tagebauhohlform in der Erweiterungsfläche mit Erdstoffen erfolgt in Schichtstärken bis zu 2 m, wobei diese Lagen mit einer Raupe bzw. einem Lader einplaniert werden. Der Einbau hat so zu erfolgen, dass auf die Gesamthöhe der eingebauten Erdstoffe eine Generalneigung von 1 : 2 zur Nicht-verfüllten Tagebauhohlform hergestellt wird.

2.2.4 Tagebauentwicklung

Die Abbauphasen im Zuge der Tagebauentwicklung in der Erweiterungsfläche können Abb. 2 entnommen werden.

Es sind insgesamt vier Abbauphasen vorgesehen, wobei der Abbau aus dem bereits genehmigten Tagebau heraus direkt jeweils von Osten aus in westliche Richtung in die vorgesehene Erweiterungsfläche entsprechend den in Abbildung 2 dargestellten Streifen (Abbauphasen 1 bis 4) erfolgen soll:

- **Abbauphase 1:**

Aufschlussphase im Ostteil der Erweiterungsfläche in einem rd. 65 m breiten Streifen parallel der jetzigen Westböschung

- **Abbauphase 2:**

Drehung der Abbaurichtung / Aufschlussphase im Norden der Erweiterungsfläche

- **Abbauphase 3:**

Nach Süden fortschreitender Tonabbau mit zeitlich parallel erfolgender Wiederverfüllung von Norden her

- **Abbauphase 4:**

Abschluss des Tonabbaues und Fortsetzung der Verfüllung.

Nach Abschluss des Tonabbaus in Abbauphase 4 erfolgt die Wiederverfüllung des Restabschnitts.

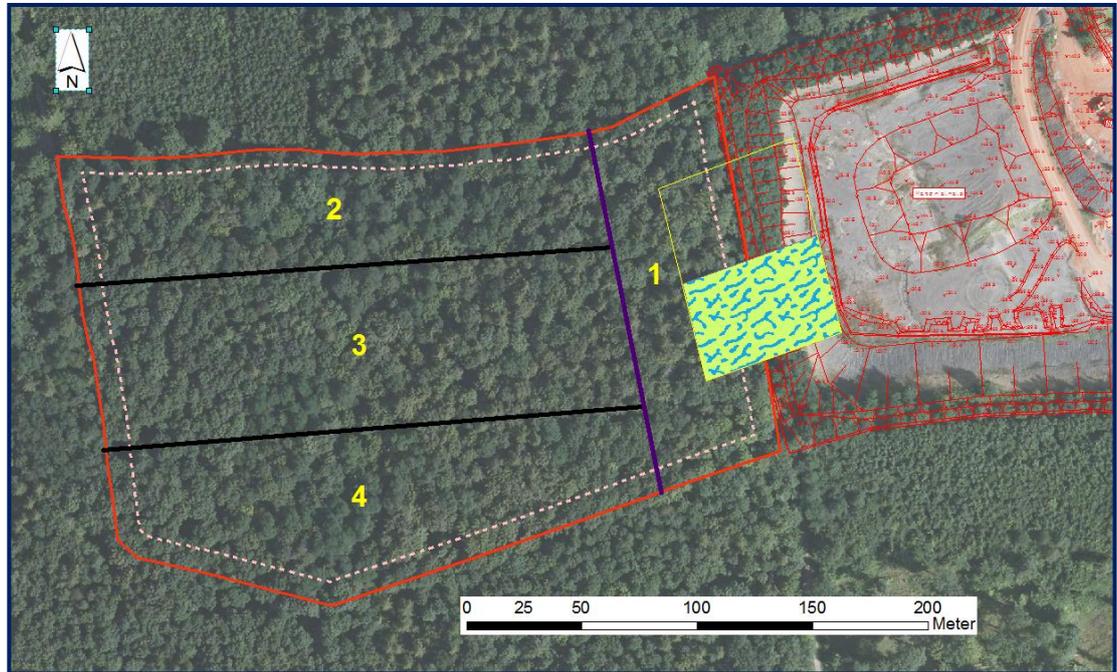


Abb. 2: Abbauphasen im Zuge der Tagebauentwicklung (gelbe Umrandung: Fläche der Tiefsohle in Abbauphase 1, grün-blau-marmorierte Fläche: Fläche für temporäre Artenschutzmaßnahmen)

Zunächst soll in den Streifen der einzelnen Abbauphasen sukzessive der Oberboden (Gesamtmenge 13.271 m³) abgeschoben und in einer Menge von insgesamt 9.000 m³ mit Böschungsneigungen 1 : 2 auf dem 750 m langen Sicherheitsstreifen von 10 m Breite bis zu einer Höhe von 2,0 m aufgehaldet werden. Die Dammkrone dieser Oberbodenhalde weist dabei eine Breite von 2 m auf.

Die verbleibende Restmenge von 4.271 m³ soll im bereits genehmigten Tagebau auf einer Oberbodenhalde mit Böschungsneigungen 1 : 2 zur Rekultivierung vorgehalten werden.

In gleicher Weise soll in den einzelnen Streifen der Abraum (Gesamtmenge 88.476 m³; siehe unten) sukzessive gewonnen und zur Rückverfüllung im bereits genehmigten Tagebau verwendet werden.

Nach erfolgter Gewinnung des in Abbauphase 1 vorgesehenen Rohstoffs und der nahezu vollständigen Austonung in der folgenden Abbauphase 2 soll ebenfalls sukzessive die Wiederverfüllung der Tagebauhohlform der Abbauphase 1 mit Fremdmaterial (Erdstoffen) erfolgt sein. Nähere Erläuterungen zur Wiederverfüllung und Rekultivierung können Teil 2 dieses Erläuterungsberichtes (Landschaftspflegerischer Begleitplan) entnommen werden.

Die Rohstoffgewinnung erfolgt in bis zu vier Jahreskampagnen zu je ca. 7.500 m³, wobei die Zwischenlagerung dieses Tons im bereits genehmigten Tagebau vorgenommen wird.

2.2.5 Oberflächenwasserfassung, -sammlung, -speicherung und -ableitung (Niederschlags- und Sicker- bzw. Grundwasser)

Die Wasserhaltung im bereits genehmigten Teil des Tontagebaus Rettigheim erfolgte bislang über die Sammlung in einem Absetzbecken, von dem die anfallenden Grubenwässer abgepumpt und über eine fliegende Leitung in den Hengstbach eingeleitet werden.

Die Wienerberger GmbH beabsichtigt, die Entwässerung des anfallenden Grubenwassers zu verlegen und die Entwässerung künftig nach Nordwesten in den Wald und weiter über den Schefelgraben und den Hengstbach zu realisieren.

Die bisherige Entwässerung über den nordöstlichen Teil der Grube kann wegen der fortschreitenden Verfüllung im Ostteil der Tongrube künftig nicht weiter fortgeführt werden.

Für die vorgesehene Entwässerung nach Nordwesten ist die Verlegung der Entwässerungsleitung innerhalb der Tongrube sowie entlang bestehender Forstwege notwendig. Die Abbildung 4 zeigt den Verlauf der geplanten Entwässerungsleitung.

Innerhalb der Tongrube erfolgt die Entwässerung wie bisher über eine mobile Rohr- bzw. Schlauchleitung. Ab der nordwestlichen Ecke der Tongrube ist der weitere Verlauf der Entwässerung in einer im Boden verlegten ca. 450 m langen Rohrleitung DN 400 vorgesehen.

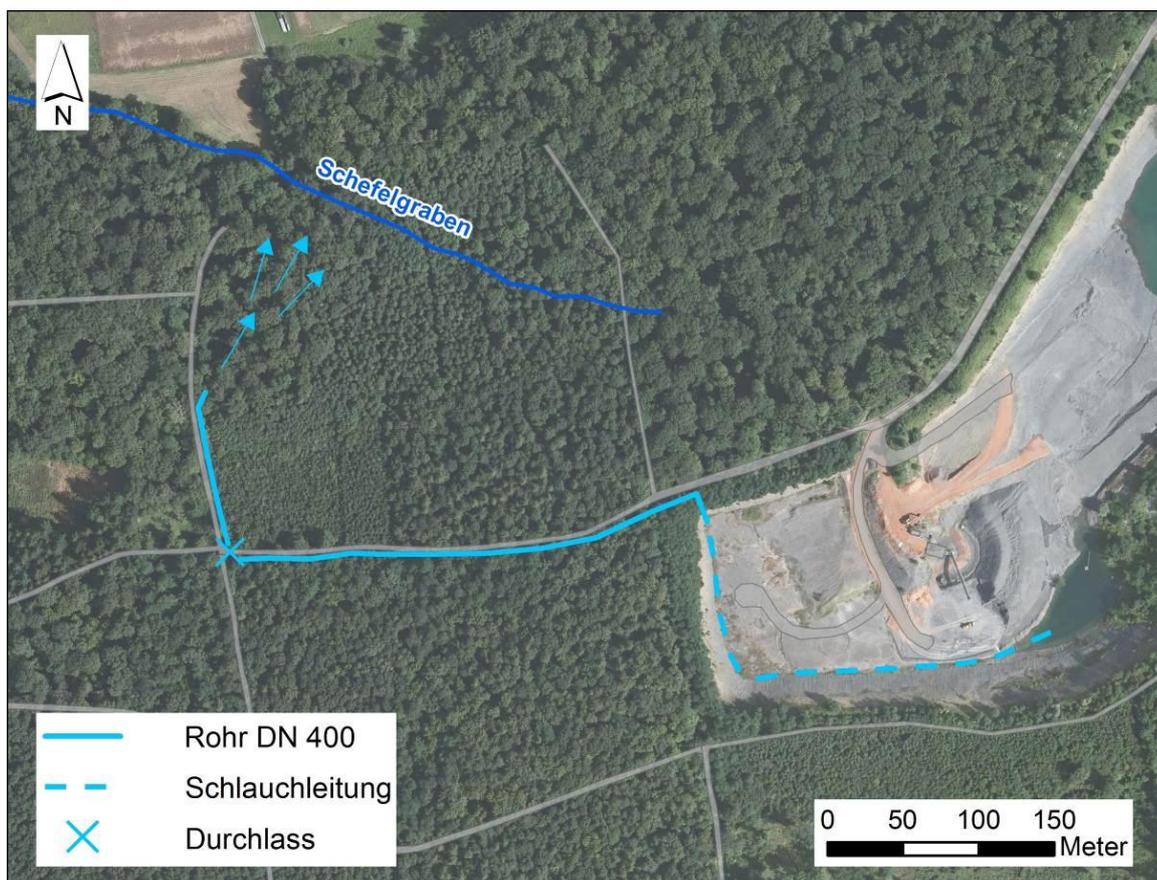


Abb. 3: Verlauf der geplanten Entwässerungsleitung

Ab der Tongrube verläuft die Rohrleitung zunächst nach Westen unmittelbar südlich des in Ost-West Richtung verlaufenden Forstwegs. Nach etwa 330 m knickt die Leitung nach Norden ab und kreuzt dabei den Forstweg. Ab hier verläuft die Leitung östlich des nach Norden führenden Forstwegs. Nach weiteren etwa 120 m mündet das Rohr in einen Waldabschnitt nordwestlich der Tongrube, der bereits jetzt schon zeitweise durch Nässe geprägt ist. Zum Schutz vor Erosion (Auskolkung) werden Wasserbausteine der Größenklasse LMB 10/40 im Bereich des Rohrauslasses auf einer Fläche von etwa 1 x 5 m eingebaut.

Von hier fließt das Wasser dem natürlichen Gefälle folgend über kleinere, episodisch wasserführende Gerinne in den Schefelgraben (der zeitweise ebenfalls trocken fällt) und weiter in den Hengstbach.

Grundlage für die Dimensionierung der vorgesehenen Rohrleitung bilden die Auflagen der gültigen Wasserrechtlichen Erlaubnis von 1981, wonach der Wert von 150 l/s bei der Einleitung in öffentliche Gewässer nicht überschritten werden darf.

Bei dem vorhandenen Gefälle von etwa 1:70 bis etwa 1:125 entlang der Entwässerungsstrecke ist hierfür eine Verrohrung mit der Nennweite von 400 mm (DN 400) nach Beier et.al (2003) ausreichend bemessen. Die tatsächliche Pumpleistung der derzeit und auch künftig verwendeten Pumpe beträgt momentan 19 l/s.

Das sich in dem bereits genehmigten Tagebau ansammelnde Grubenwasser resultiert aus dem oberflächlichen Zufluss von Niederschlagswasser. Die Grube besitzt keinen Abfluss, Wasser kann nicht unkontrolliert aus der Grube heraus in Oberflächengewässer gelangen.

Das Wasser wird dort in einem Absetzbecken und an der Grubensohle gesammelt. Je nach anfallender Niederschlagsmenge wird - nachdem sich das Wasser mehrere Tage lang abgesetzt hat - an insgesamt etwa 50 bis 60 Tagen im Jahr bei Bedarf abgepumpt. Im Schnitt ist die Pumpe etwa alle 3 Monate für etwa 14 Tage in Betrieb. Diese Vorgehensweise wird auch künftig beibehalten.

Bei der Pumpe handelt es sich um eine Schwimmpumpe, die stationär im Bereich des Absetzbeckens verankert ist. Das Absetzbecken befindet sich am tiefsten Punkt der Grube, so dass auch bei Ausufern des anfallenden Grubenwassers in die Tiefsohle das Wasser bei Pumpbetrieb in den Bereich des Absetzbeckens zurückzieht.

Diese Art der Wasserhaltung im bereits genehmigten Tagebau soll auch zukünftig im Zeitraum der Rohstoffgewinnung in der vorgesehenen Erweiterungsfläche so beibehalten werden.

Für die Erweiterungsfläche ist vorgesehen, Niederschlags- bzw. Oberflächenwasser und Sickerwasser aus dem Böschungssystem über ein dem Abbaufortschritt angepasstes Grabensystem zu sammeln und im freien Lauf auf der Abbausohle dem Sumpfbereich des Alttagbaus zuzuführen. Von dort aus werden die Wässer in der oben beschriebenen Weise abgeleitet

3. Standsicherheitsuntersuchungen

3.1 Bestimmung bodenmechanische Kennwerte

3.1.1 Laboruntersuchungen

Zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten (Scherparameter Reibungswinkel φ' und Kohäsion c' und/oder einaxiale Druckfestigkeiten q_u) vom Ton bzw. vom Tonstein im bodenphysikalischen Labor wurden aus zwei Handschürfen im westlichen Endböschungsbereich und aus einem Handschurf im östlichen Böschungsbereich des Alt-Tontagebaus Proben entnommen. Die Handschürfe im westlichen Bereich wurden jeweils im oberen und unteren Abschnitt der Westböschung angelegt, während der Handschurf im Osten im Übergangsbereich zum Tagebauliegenden angelegt wurde. Dabei wurde festgestellt, dass das Tonsteinmaterial im ungestörten Gebirgsverband trotz seiner Klüftigkeit und plattigen Struktur als sehr fest anzusprechen ist. Diese Verbandsfestigkeit ging allerdings bereits bei der Probenahme, also beim Herauslösen der Einzelproben verloren. Das Tonsteinmaterial zerfiel in einzelne plattige Bruchstücke unterschiedlicher

Größe. Letztlich waren nur Bruchstücke in unterschiedlichen Größen gewinnbar. Es wurden schließlich 8 repräsentative Tonsteinproben ausgewählt und zur laborativen Untersuchung gegeben. Aufgrund der Beschaffenheit des Probenmaterials waren direkte Scherversuche zur Bestimmung der Scherfestigkeiten nicht durchführbar. Ein Probenkörper aus dem östlichen Handschurf war allerdings zur Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit geeignet. Anhand der übrigen Proben konnten lediglich die Dichtebestimmungen vorgenommen werden.

Neben den Tonsteinproben wurde auch aus der Bodenschicht über den Tonsteinbildungen (Abraum, Lehm) eine repräsentative Bodenprobe entnommen. Anhand dieser Bodenprobe erfolgte eine Korngrößenbestimmung.

In Tabelle 20 sind die einzelnen Laboruntersuchungen aufgeführt.

Versuchs-Nr.	Laborversuch	Anzahl
1	Sieb- u. Schlämmanalyse nach DIN 18 123	1
2	Dichte nach DIN 18 125	8
3	Einaxiale Druckfestigkeit nach DIN 18 136	1

Tab. 1: Durchgeführte Laboruntersuchungen

Die einzelnen Ergebnisse der Laboruntersuchungen bzw. die Laborprotokolle sind in Anhang 5 zusammengestellt.

Die Körnungslinie für den Abraum mit einem Feinkornanteil ($\leq 0,063$ mm) von ca. 80 Masse-% zeigt einen tonig - schluffigen Boden, der nach DIN 18 196 der Bodengruppe UL oder UM zugeordnet werden kann.

Im Ergebnis des Druckversuches wurde eine einaxiale Druckfestigkeit von $q_u = 7,5$ N/mm² (= 7,5 MPa) ermittelt. Nach DIN 1054 (2005) kann die Tonsteinprobe als mäßig mürb bzw. als fest eingeschätzt werden.

Die Dichtebestimmungen ($\rho = \text{Rho}$) ergaben Werte in der Größenordnung von $\rho = 23,3 \dots 24,9$ kN/m³.

Ergänzend zu der vorliegenden labortechnischen Datengrundlage erfolgten zusätzlich Rückrechnungen an vorhandenen Steilböschungsbereichen im Tontagebau.

3.1.2 Rückrechnungen

Auf der Grundlage der im Lage- und Höhenplan (s. Anlage 9) dargestellten Tagebauhohlform (Böschungsgeometrie, Stand 09.03.2015) des Tagebaus Rettigheim wurden Rückrechnungen zur Ermittlung von Bodenkennwerten durchgeführt. Dabei wurde vorausgesetzt, dass sich die Böschungen in einem Grenzgleichgewichtszustand befinden und die Wichten γ der Tonsteinbildungen in folgenden Größenordnungen liegen:

Tonsteinbildungen: $\gamma = 23 \dots 25 \text{ kN/m}^3$

Die Streubreite der Wichten wurde bewusst gewählt, um damit nicht auszuschließende unterschiedliche Festigkeiten (Verwitterungszustände, Klüfte) der im Bau- und Tagebauliegenden angenommenen festeren Rhätsandsteinbildungen als verwitterter Fels mit $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ angenommen.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Laborergebnisse und von Kennwerten aus der Fachliteratur (z.B. Helmut Prinz / Roland Strauß: Abriss der Ingenieurgeologie, 4. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag) erfolgte die Annahme der Scherparameter φ' für die Tonsteinbildungen in folgender Größenordnung:

Tonsteinbildungen $\varphi' = 27,5 \dots 30^\circ$

Für die Rhätsandsteinbildungen wurde ein Reibungswinkel von $\varphi' = 35^\circ$ und ein kohäsiver Anteil von $c' = 1.000 \text{ kN/m}^2$ angenommen.

Für den Abraum (Bodengruppe UL, UM) wurde ein Reibungswinkel von $\varphi' = 25^\circ$ und ein kohäsiver Anteil von $c' = 5 \text{ kN/m}^2$ angenommen.

Auf der Grundlage der o.g. Berechnungsansätze konnten für die Tonsteinbildungen über Rückrechnungen der kohäsive Scherfestigkeitsanteil in der Größenordnung von $c' = 40 \text{ kN/m}^2$ bis 120 kN/m^2 (sehr mürb bis mürb) bei Wichten von $\gamma = 23$ bis $24,5 \text{ kN/m}^3$ ermittelt werden.

Aus den oben dargestellten Untersuchungsergebnissen, den gesteinspezifischen Kennwerten aus der Fachliteratur und aus Tagebauen mit vergleichbaren geologischen Verhältnissen resultieren schließlich die Kennwertansätze für die Tonsteinablagerungen, die in der nachfolgenden Tabelle 21 zusammen mit den Kennwerten für den Rhätsandstein und den Abraum aufgeführt sind:

Bodenart	Wichte γ (kN/m ³)	Wichte unter Auftrieb γ' (kN/m ³)	Kohäsion c' (kN/m ²)	Reibungswinkel ϕ' (°)
Abraum	20	10	5	25
Tonstein, sehr mürb	23	13	40 ... 60	27,5
Tonstein, mürb	23 ... 24	13 ... 14	60 ... 120	27,5
Tonstein, mäßig mürb	24 ... 24,5	14 ... 14,5	120 ... 500	27,5
Tonstein, mäßig hart	24,5 ... 25	14,5 ... 15	500 ... 1000	27,5
Rhätsandstein	25	15	≥ 1000	35

Tab. 2: Bodenmechanische Kennwerte

Um den Bedingungen einer zeitlich unbegrenzten Standsicherheit (Dauerstand-sicherheit) gerecht zu werden, d.h., um langfristig nicht völlig auszuschließende Festigkeitsminderungen (kohäsiver Anteil) innerhalb der Gesteinsformationen zu berücksichtigen, erfolgte in den erdstatischen Berechnungen für die Endzustände (Endböschungen) der Ansatz einer Scherbruchfestigkeit mit abgeminder-tem Kohäsionsanteil (gebräuchlichster Ansatz $1/2 \times c'$). Im konkreten Fall wurde für die Bemessung der Endzustände der Kennwertansatz für den sehr mürben (entfestigten) Tonstein gewählt ($c' = 45 \text{ kN/m}^2$), da dieser ohnehin den bodenme-chanisch ungünstigsten Berechnungsansatz darstellt. Bei der Bemessung der Betriebsböschungen wurde der kohäsive Anteil mit mindestens $c' = 100 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt.

3.1.3 Berechnungsansätze

- Die bodenmechanischen Berechnungen für die Gewinnungsböschungen (Betriebsböschungen) und das Endböschungssystem basieren auf den aktuellen geologischen und hydrogeologischen Randbedingungen unter Berücksichtigung des vorgesehenen Geräteinsatzes und den daraus resul-tierenden technologischen Vorgaben bzw. Randbedingungen.
- Die bodenmechanischen Berechnungen für die Betriebs- und Endböschungen erfolgten anhand von bodenmechanischen Modellschnitten mit unter-schiedlichen Böschungshöhen und Böschungswinkeln unter Berücksichti-

gung der aktuellen hydrogeologischen Verhältnisse (*Fachgutachten Hydrogeologie* der HPC vom 18.01.2016) und der Anforderungen an die Dauerstandsicherheit.

3. Bei der Dimensionierung der Endböschungen bzw. Endböschungssysteme wurde davon ausgegangen, dass langfristig eine Wiederverfüllung der Tagebauhohlform und damit eine Anstützung der Endböschungsbereiche bis zur ursprünglichen Geländeoberkante erfolgt, aber auch ggf. Böschungsabschnitte ohne Anstützung verbleiben.
4. In den bodenmechanischen Untersuchungen wurden die geologischen Angaben aus dem *Fachgutachten Hydrogeologie* der HPC vom 18.01.2016 berücksichtigt:
 - Schichtmächtigkeiten, Schichtenverlauf, Schichteneinfallen (= 0°!)
 - Langfristig keine Ausbildung einer Sickerparabel im Endböschungsbereich nach Austonung
 - Liegenddruckverhältnisse im Rhätsandstein mit Druckwasserspiegelnhöhen von +144 bis +147 m ü. NN
5. Die Bodenkennwerte aus Tabelle 2 wurden in den Berechnungen um Ansatz gebracht.
6. Die bodenmechanischen Berechnungen wurden aufgrund der vorgefundenen Struktur bzw. Schichtlagerungsverhältnisse ausschließlich auf kreiszylindrischen Prüfflächen durchgeführt.
7. Einhaltung eines Sicherheitsstreifens zum nächstgelegenen Vorfluter im Randbereich des geplanten Abbaufeldes.
8. Einhaltung eines Sicherheitsstreifens in einer Breite von mindestens 10 m im Randbereich des ausgetonten Tontagebaus.
9. In den Standsicherheitsberechnungen wurden folgende Lastansätze (Gerätelasten) in den erdstatischen Berechnungen berücksichtigt:
 - Löffelbagger: 50 kN/m²
 - Muldenkipper: 33 kN/m²
 - Planierraupe: 25 kN/m².

3.1.4 Sicherheitskoeffizienten und Sicherheitsdefinition

3.1.4.1 Vorbemerkungen

Die erdstatischen Berechnungen wurden nach DIN 1054 (neu), d.h., Entwurfsstand 2003-1 durchgeführt. Das heißt, es wurde mit Teilsicherheitsbeiwerten anstatt wie bisher mit globalen Sicherheitsgrößen (globales Sicherheitskonzept) gerechnet. Die Sicherheiten sind demnach bereits in den Bodenkennwerten, den Lasten und anderen maßgeblichen Eingabeparametern enthalten. Der Begriff "*Sicherheit*" ist somit belegt. Anstelle von bisher " η " ist daher in den Bemessungsgleichungen bzw. kinematischen Beziehungen " μ " einzusetzen, was als "*Ausnutzungsgrad*" bezeichnet wird.

Durch die Verwendung von Teilsicherheitsbeiwerten besteht prinzipiell die Möglichkeit, die Unsicherheiten in den einzelnen Größen gesondert zu wichten. Die Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen sowie für Widerstände sind in der DIN 1054 (neu) angegeben. Sie sind abhängig von der Art des betrachteten Grenzzustandes und dem jeweiligen Lastfall.

Nach der alten Norm (globales Sicherheitskonzept) werden in einer Grenzbeurteilung die maximal möglichen Widerstände mit den tatsächlich wirkenden Lasten verglichen. In der Nomenklatur der neuen DIN 1054 entspricht dies dem Vergleich der charakteristischen Widerstände mit den charakteristischen Einwirkungen. Ausreichende Sicherheit ist dann gegeben, wenn das Verhältnis dieser beiden Größen einen ausreichend großen Wert ausweist.

Beim neuen Teilsicherheitskonzept ist demnach eine ausreichende Sicherheit gegeben, wenn die allgemeine Ungleichung erfüllt ist, nach der die Summe der Bemessungswiderstände R_d zu jeder Zeit größer ist als die Summe der Bemessungseinwirkungen F_d :

$$\Sigma R_d \geq \Sigma F_d$$

Um zu ermitteln, wie viel rechnerische Sicherheit noch über den Teilsicherheitsbeiwerten hinaus im System vorhanden ist, wird letztlich der Ausnutzungsgrad μ der Widerstände bestimmt. Dazu werden die Bemessungswiderstände noch so weit abgemindert, dass die Grenzzustandsgleichung gerade identisch erfüllt wird:

$$\mu \times R_d = F_d \quad (\rightarrow \text{Nachweis } \mu \leq F_d / R_d)$$

Während beim globalen Sicherheitskonzept die Sicherheit mit steigendem Sicherheitsfaktor η ansteigt, ist dies beim Teilsicherheitskonzept mit sinkendem Ausnutzungsgrad μ der Fall.

Auf eine weitergehende Erläuterung bzw. Darstellung der „neuen“ Sicherheitsbetrachtung und deren Unterschiede zum „Globalen Sicherheitskonzept“ wird an dieser Stelle aufgrund des Umfanges bewusst verzichtet und auf die Kapitel 3.1.2.1, 5.3.2 sowie 6.3.1 bis 6.3.3, 6.4.1 und 6.4.2 der DIN 1054 (neu) verwiesen.

Die schon in der alten Fassung der DIN 1054 bekannte Unterteilung in die Lastfälle LF 1 bis LF 3 findet sich in modifizierter Form auch in der neuen Fassung. Darin werden die Lastfälle aus Einwirkungskombinationen (EK) in Verbindung mit Sicherheitsklassen (SK) bei den Widerständen für die Grenzzustände der Tragfähigkeit GZ1 gebildet.

3.1.4.2 Endböschungen

Im Berechnungsfall „Nachweis der Dauerstandsicherheit“ sind die Grenzzustände der Tragfähigkeit GZ1 für den LF1 maßgeblich. Das heißt, die bei den Standsicherheitsuntersuchungen maßgeblichen Sicherheitsanforderungen (Teilsicherheitsbeiwerte) werden nach entsprechender Bestimmung der zutreffenden Lastfälle ermittelt (vgl. DIN 1054:2003-01, Tabellen 2 und 3).

Demnach ist für die Standsicherheitsberechnungen der Grenzzustand des Verlustes der Gesamtsicherheit GZ 1C („ständige Bemessungssituation“) mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten für Einwirkungen und Widerstände maßgeblich. Den Einwirkungen bzw. Widerständen (Scherfestigkeiten und Wichten) werden lastfallabhängige Teilsicherheitsbeiwerte zugeordnet. Darüber hinaus werden auch die den Standsicherheitsberechnungen zugrunde gelegten Bodenkennwerte aufgeführt (s. Tab. 2).

Einwirkung/Widerstand	Winkel der inneren Reibung φ'	Kohäsion c'	Wichte γ
standsicherheitsrelevante Bodenschichten	Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{\varphi} = 1,25$	Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_c = 1,25$	Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G = 1,0$
Abraum	25°	5 kN/m ²	20 kN/m ³
Tonstein, sehr mürb	27,5°	45 kN/m ²	23 kN/m ³
Tonstein, mürb	27,5°	60 kN/m ²	24,5 kN/m ³
Tonstein, mäßig mürb	27,5°	100 kN/m ²	24,5 kN/m ³
Tonstein, mäßig hart	27,5	500 kN/m ²	25 kN/m ³
Rhätsandstein	35°	1000 kN/m ²	25 kN/m ³

Tab. 3: Maßgebliche Teilsicherheitsbeiwerte und Berechnungskennwerte c_{al} für den GZ 1, LF 1

In Abhängigkeit von der Auswahl des jeweils maßgeblichen Lastfalles erfolgt im verwendeten erdstatischen Berechnungsprogramm (GGU-STABILITY, Version 8.16) die automatische Zuordnung bzw. Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte nach den Tabellen 2 und 3 der DIN 1054:2003-01.

Die einzelnen, lastfall- und verfahrensabhängigen Teilsicherheitsbeiwerte sind in den Berechnungs- bzw. Ergebnisprotokollen aufgeführt.

Erarbeitet wurde das o.g. Berechnungsprogramm durch die Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH (GGU) in Braunschweig.

Aufgrund der gegebenen geologischen Verhältnisse und des Schichtenaufbaus in den maßgeblichen Böschungsbereichen erfolgten die erdstatischen Berechnungen ausschließlich auf kreiszylindrischen Gleitflächen.

Bei der Beurteilung der Dauerstandsicherheit von Böschungen wurde im Rahmen des globalen Sicherheitskonzeptes (DIN 1054, alt) in Abhängigkeit vom Umfang der öffentlichen Nutzung meist ein Sicherheitskoeffizient in der Größenordnung von $\eta \geq 1,40$ gefordert, unabhängig davon, ob eine gewachsene oder gekippte Böschung ansteht. Diese Sicherheitsanforderung besteht grundsätzlich auch nach dem neuen Sicherheitskonzept (DIN 1054, neu). Der vergleichbare Ausnutzungsgrad μ sollte demnach in folgender Größenordnung liegen:

Ausnutzungsgrad $\mu_{\text{erf.}} = 0,85 \dots 0,90$ (für Dauerstandsicherheit)

Anmerkung:

Bei einem für den LF1 (GZ 1C) maßgeblichen Teilsicherheitsbeiwert von $(\gamma) = 1,25$ (entspricht einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,0 = 100\%$) und einem berechneten Ausnutzungsgrad $\mu = 0,85$ liegt die rechnerische Sicherheit um 15% über dem Teilsicherheitsbeiwert von 1,25 und demnach in der Größenordnung von 1,40.

Der o.g. Ausnutzungsgrad $\mu = 0,85$ ist demnach vergleichbar mit dem für die Dauerstandsicherheit geforderten Sicherheitskoeffizienten von $\eta \geq 1,40$ (globales Sicherheitskonzept).

Der o.g. Ausnutzungsgrad ist gerechtfertigt für Endböschungen in nicht wiederverfüllten Tagebaubereichen, insbesondere in Anbetracht der zeitlich unbegrenzten Gewährleistung der öffentlichen und betrieblichen Sicherheit (Dauerstandsicherheit).

In den Tagebaubereichen, wo eine Wiederverfüllung geplant ist und damit eine Anstützung der Endböschungsbereiche langfristig erfolgt, genügt ein Ausnutzungsgrad $\mu = 1,0$. Der Teilsicherheitsbeiwert γ sollte dann mindestens 1,15 betragen.

Die genannten Ausnutzungsgrade gelten sowohl für Böschungssysteme als auch für Einzelböschungen.

3.1.4.3 Betriebsböschungen

Die mit den Baggern im Hochschnitt hergestellten Steilböschungen (Betriebsböschungen: Böschungswinkel $\beta \geq 70^\circ$) werden bei gerätetechnisch möglichen Abtragshöhen von ca. 8 bis max. 10 m Ausnutzungsgrade in der Größenordnung $\mu_{\text{erf.}} \geq 1,15$ (maßgeblicher LF 3: entspricht nach dem bisher üblichen globalen Sicherheitskonzept einer Sicherheit um 1,0 = erdstatischer Gleichgewichtszustand) aufweisen. Die Steilböschungen werden sich aufgrund der relativ hohen kohäsiven Festigkeiten auch nach längerer Standzeit nur kaum selbst abflachen, wie es i.d.R. bei rolligen Lockergesteinen der Fall ist.

Bedingt durch die Gewinnungstechnologie und den daraus resultierenden Steilböschungen im erdstatischen Gleichgewichtszustand ist die Forderung nach einem zulässigen bzw. nachweisbaren Ausnutzungsgrad für die Betriebsböschungen im Hoch- als auch im Tiefschnitt nicht relevant. Vielmehr sind entsprechende Sicherheitsanforderungen, auf die im Folgenden noch näher eingegangen wird, die Grundlage für eine gefahrlose Tongewinnung.

Bei der Dimensionierung bzw. Festlegung erforderlicher Sicherheitsabstände, zulässiger Gerätevorlandbreiten (Abstände zu aktiven Baggerböschungen) und zulässiger Abtragshöhen wird jedoch unter dem Gesichtspunkt einer zeitlich begrenzten Standdauer ein Ausnutzungsgrad $\mu_{\text{erf.}} = 0$ (LF 2 GZ 1C: „vorübergehende Bemessungssituation“) berücksichtigt. Dieser Ausnutzungsgrad entspricht einer Teilsicherheit von $\gamma = 1,15$.

Die Gültigkeit des vorliegenden Standsicherheitsnachweises ist räumlich auf das Erweiterungsfeld begrenzt.

3.1.5 Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen

3.1.5.1 Betriebsböschungen (aktive Baggerböschungen)

3.1.5.1.1 Abraum

Die Gewinnung des Abraums im Tiefschnitt oder Hochschnitt kann aufgrund der geringen Mächtigkeiten von ca. 2 m ohne einen nachzuweisenden Sicherheitskoeffizienten bzw. Ausnutzungsgrad erfolgen. Bei der Gewinnung im Tiefschnitt ist allerdings darauf zu achten, dass ein Gerätevorland zur aktiven Gewinnungsböschung (Sicherheitsabstand) von wenigsten 1 m eingehalten wird.

3.1.5.1.2 Tongewinnung

Die Ton - Gewinnung kann im Tiefschnitt und im Hochschnitt erfolgen.

Erfolgt der Tonabbau im Hochschnitt, so liegt die Generalneigung der geschnittenen Löffelbaggerböschungen unabhängig von der Böschungshöhe gerätebedingt in der Größenordnung von 70 bis 80° (Baggerung ohne Überhang!).

Unter Zugrundelegung der o.g. Böschungswinkel konnten für Baggerböschungen mit Abtragshöhen von bis zu 10 m Ausnutzungsgrade $\mu < 1,0$ und damit standsichere Verhältnisse nachgewiesen werden.

Erfolgt der Tonabbau im Tiefschnitt, dann sind für den einzuhaltenden Ausnutzungsgrad von mindestens $\mu = 1,0$ (Sicherheit am Gewinnungsgerät) Abtragstiefen bis max. 10 m und Schnittwinkel $\leq 80^\circ$ zulässig. Dabei ist ein Sicherheitsabstand (Gerätevorland) zwischen Bagger und Böschungsoberkante von mindestens 2 m einzuhalten.

Berücksichtigung fand in beiden Berechnungsfällen eine Druckhöhe +147 m NN im gespannten Rhätsandsteingrundwasserleiter als ungünstigster hydrologischer Lastfall (worst case).

Die Ergebnisse und geotechnischen Randbedingungen der Modellberechnungen sind im Anhang 6 dargestellt.

Fazit

Im Hinblick auf die Gewährleistung des geforderten Ausnutzungsgrades von mindestens $\mu = 1,0$ (Sicherheit am Gewinnungsgerät) konnten sowohl für den Hochschnitt als auch den Tiefschnitt ausreichende Sicherheiten für Gewinnungsböschungen von max. 10 m Höhe nachgewiesen werden. Für die Tongewinnung sind daher folgende Gewinnungsparameter zulässig:

- Höhe/Tiefe der Gewinnungsböschung: ≤ 10 m
- Generalneigung der geschnittenen Löffelbaggerböschungen: $\leq 80^\circ$

Um eine Gefährdung des Gewinnungsgerätes im Hochschnitt durch ab- bzw. nachbrechende Tonsteinbrocken auszuschließen, ist deshalb ein Sicherheitsabstand des Gewinnungsgerätes zum Böschungsfuß von mindestens 2 m einzuhalten.

Eine Baggerung mit Überhang ist generell nicht zulässig.

3.1.5.2 Endböschungen im Bereich ohne Wiederverfüllung

Die Endböschungen wurden unter Berücksichtigung der zulässigen Abtragshöhen der einzelnen Betriebsböschungen sowie der Berechnungsansätze in Kap. 3.1.3 konzipiert.

Im Baufeldbereich der geplanten Erweiterungsfläche mussten für eine zeitlich unbegrenzte Standsicherheit (Dauerstandsicherheit) Endböschungen berechnet

werden, die sowohl den vorherrschenden Grundwasserverhältnissen als auch den Verhältnissen nach Beendigung der Tongewinnung im Tagebaurestloch gerecht werden.

Es ist davon auszugehen, dass die im Liegenden (unterhalb der geplanten Abbausohle +120 m ü. NN) anstehenden Schichten hydraulisch weitgehend dicht sind und somit einen Grundwasserstauer darstellen. Es kann somit nicht ausgeschlossen werden, dass sich in der künftigen Tagebauhohlform nach langzeitlichen, ergiebigen Niederschlägen auf der Tagebausohle ephemere Wasserflächen bilden. Vom Betreiber ist jedoch vorgesehen, die Tagebausohle generell so zu gestalten, dass ein ständiger und zielgerichteter Ablauf der Tagebauwässer durch Entwässerungsgräben vom Böschungsfuß weg in ein Sammelbecken erfolgt. Demzufolge wurde in den Berechnungen zum Nachweis der Standsicherheit der Endböschungen am Fuße der Endböschungen kein Wasserkörper infolge Einstau zum Ansatz gebracht.

Unter Berücksichtigung der o.g. Randbedingungen sowie unter Beachtung der zu gewährleistenden zeitlich unbegrenzten Dauerstandsicherheit mit einem entsprechenden Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 0,90$ für alle Endböschungsbereiche und insbesondere für im Vorland befindliche zu schützende Objekte, wie z. B. Straßen, Wege, Grundstücksgrenzen und dgl., erfolgte die Dimensionierung der Endböschungen. Darüber hinaus wurde generell ein Sicherheitsabstand von mindestens 10 m zwischen der jeweiligen Tagbauoberkante und der beantragten Baufeldgrenze eingehalten (s. Anlagen 3 und 4).

Werden die Endböschungen mit einer **Generalneigung (GN) von 1 : 1,2 (40°) oder flacher** hergestellt, dann sind für Böschungshöhen von 25 bis max. 30 m ausreichende Dauerstandsicherheiten nachweisbar. Die berechneten Ausnutzungsgrade liegen zwischen $\mu = 0,84$ und $0,88$ (Anlage 4).

In Anhang 4 sind in Form von bodenmechanischen Berechnungsschnitten die geotechnischen Randbedingungen und Berechnungsergebnisse dargestellt. Mit Anlage 3 sind Längs- und Querprofile im Bereich der geplanten Erweiterungsfläche mit Darstellung von Böschungen 1 : 1,2 **ohne Wiederverfüllung** dargestellt.

Fazit

Aufgrund der vorhandenen Festigkeiten der Tonsteinbildungen kann die standssichere Endgestaltung der max. 30 m hohen Böschungen aus bodenmechanischer Sicht ohne die zusätzliche Anordnung von umlaufenden Bermen unter Berücksichtigung o.g. Böschungsparameter erfolgen.

Sollten aus technologischen Gründen Bermen erforderlich sein, die als Fahrtrassen genutzt werden sollen, dann sind aus Sicherheitsgründen Bermenbreiten von mindestens 10 m erforderlich.

Bodenmechanisch zulässig ist, aufeinander folgende Gewinnungsschnitte so weit aufzufahren, dass letztlich die erforderliche Generalneigung des Gesamtböschungssystem (Endböschung) von mindestens 1 : 1,2 gewährleistet bleibt.

Hinweis:

Sollten in den geplanten Endböschungsbereichen die Böschungshöhen 30 m überschreiten (35 bis 40 m), dann sind die Endböschungen mit einer Generalneigung von 1 : 1,4 (ca. 35,5°) herzustellen. Alternativ besteht aber auch die Möglichkeit durch den Einbau einer Berme auf halber Böschungshöhe von mindestens 25 m und der Einhaltung einer Generalneigung von 1 : 1,2 im Böschungsbereich oberhalb und unterhalb der Berme dauerstandsichere Endböschungen herzustellen (s. Anhang 3; 4.3).

3.1.5.3 Endböschungen im Bereich mit geplanter Wiederverfüllung

Es ist geplant, das Erweiterungsbaufeld im Rahmen der Wiedernutzbarmachung wieder zu verfüllen. Damit werden Endböschungsbereiche infolge der Wiederverfüllung vollständig mit Fremdmaterial angestützt.

Die Wiederverfüllung führt aufgrund ihrer stützenden Wirkung zu einer Erhöhung der Standsicherheitsverhältnisse in den betreffenden Böschungsabschnitten. Daher genügen in diesen Endböschungsbereichen Sicherheitsanforderungen vergleichbar mit denen für die Betriebsböschungen. Das heißt, in den Tagebaubereichen, wo eine Wiederverfüllung geplant ist und damit eine Anstützung der Endböschungsbereiche langfristig erfolgt, genügt ein Ausnutzungsgrad $\mu = 1,0$. Der Teilsicherheitsbeiwert γ sollte dann mindestens 1,15 betragen.

Im Konkreten bedeutet dies, dass in den Endböschungsbereichen mit Böschungshöhen bis max. 30 m Generalneigungen in der Größenordnung von 1 : 0,85 (ca. 50°) zulässig sind.

Mit Anlage 4 sind Längs- und Querprofile im Bereich der geplanten Erweiterungsfläche mit Darstellung von Böschungen 1 : 0,85 **mit Wiederverfüllung** dargestellt.

4. Sicherheitsstreifen - Sicherheitsabstände

Aufgrund der nachgewiesenen Sicherheiten im Bereich der Oberkante der künftigen Endböschungsbereiche sowie im Hinblick auf die gesetzlich einzuhaltenden Mindestabstände zu Nachbargrund – bzw. Flurstücken sind entlang der künftigen Tagebauoberkante Sicherheitsstreifen von mindestens 10 m einzuhalten. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich die Tagebauoberkante in Richtung von zu schützenden Objekten wie Straßen und Wirtschaftswegen oder dgl. entwickelt.

Eine Ausnahme stellen Böschungsbereiche dar, wo Verkehrslasten eingetragen werden. Dies betrifft z.B. ggf. temporäre Zufahrten und Rampen im Tagebau. Zwischen der tagebauseitigen Oberkante und dem Fahrstreifen ist ein Abstand

von mindestens 3 m einzuhalten, wenn die Böschungshöhen 5 m übersteigen.
Bei Böschungshöhen unter 5 m sind Sicherheitsabstände von 2 m einzuhalten.

In der Erweiterungsfläche sind keine temporären Zufahrten und Rampen geplant.

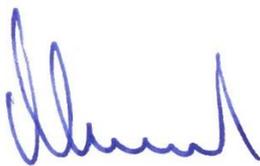
5. Hinweise und Empfehlungen

- Grundsätzlich sollten alle hergestellten Endböschungsbereiche mindestens einmal vierteljährlich begangen und auf Rissbildungen kontrolliert werden. Die Ergebnisse der Befahrungen bzw. Böschungskontrollen sind aktenkundlich zu vermerken.
- Gleiches gilt für ggf. zwischenzeitlich entstehende Teilböschungssysteme vor Erreichen der geplanten Endstellung.
- Sollten Böschungsinstabilitäten und/oder wider Erwarten größere Wasseraustritte mit Massenauswurf erkennbar sein, sollte unverzüglich eine entsprechende Überprüfung durch einen Sachverständigen für Böschungen erfolgen.
- Es wird empfohlen, die vorhandenen Grundwassermessstellen regelmäßig (einmal monatlich) auf ihre Funktionstüchtigkeit hin zu prüfen und entsprechend zu warten. Damit verbunden sollten Wasserstandmessungen durchgeführt und dokumentiert werden.

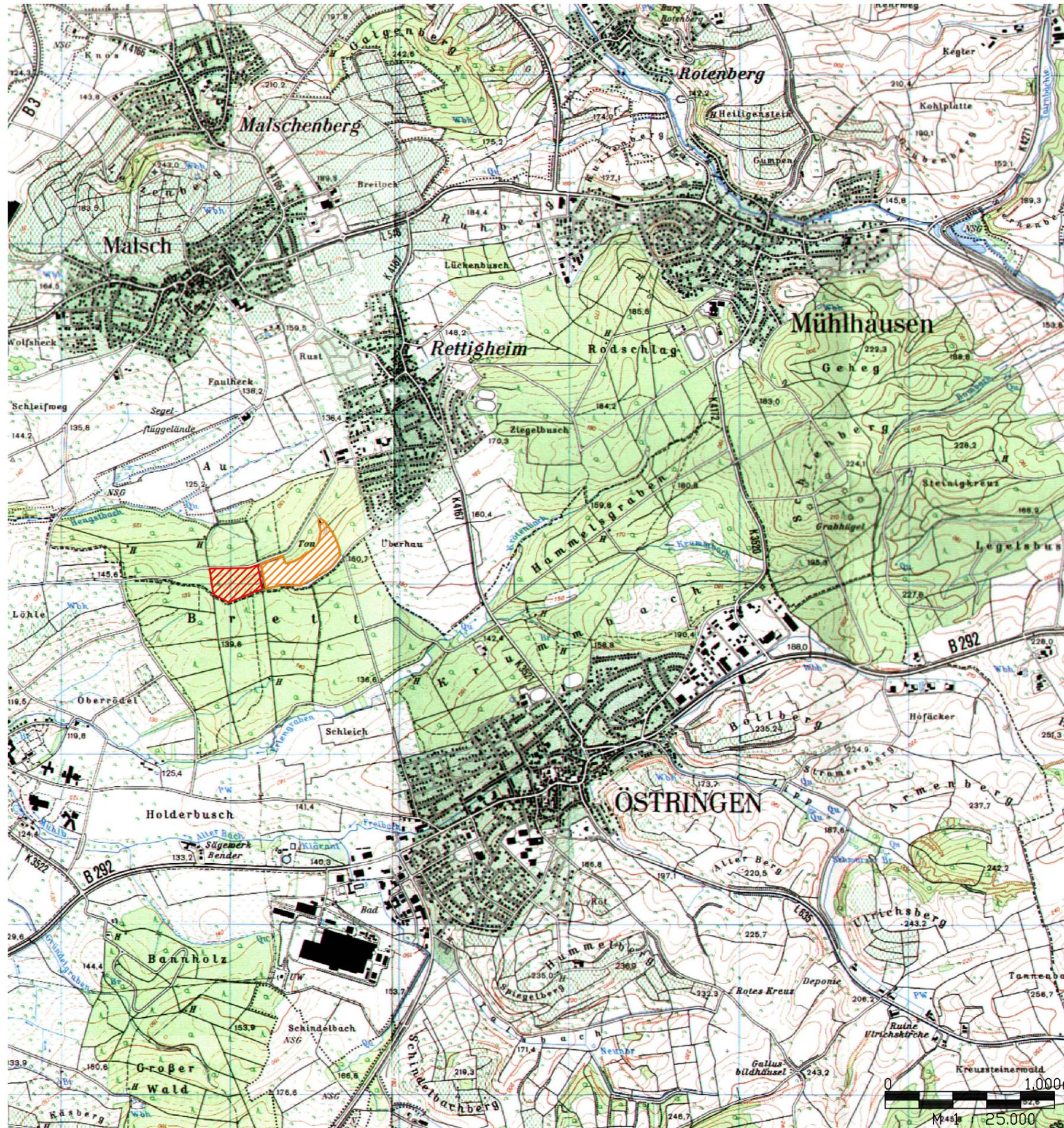
Bearbeiter: Dr. Carsten Munk, Dipl.-Ing Harald Kubatz

HPC AG

ppa.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Munk', written over a white background.

Dr. Carsten Munk



Legende

-  geplante Erweiterungsfläche Tontagebau Rettigheim
-  derzeitige Abbaufäche der Wienerberger GmbH

Projekt: **Antrag der Wienerberger GmbH auf Zulassung eines Rahmenbetriebsplans zur Erweiterung der Tongrube Rettigheim in Mühlhausen OT Rettigheim**

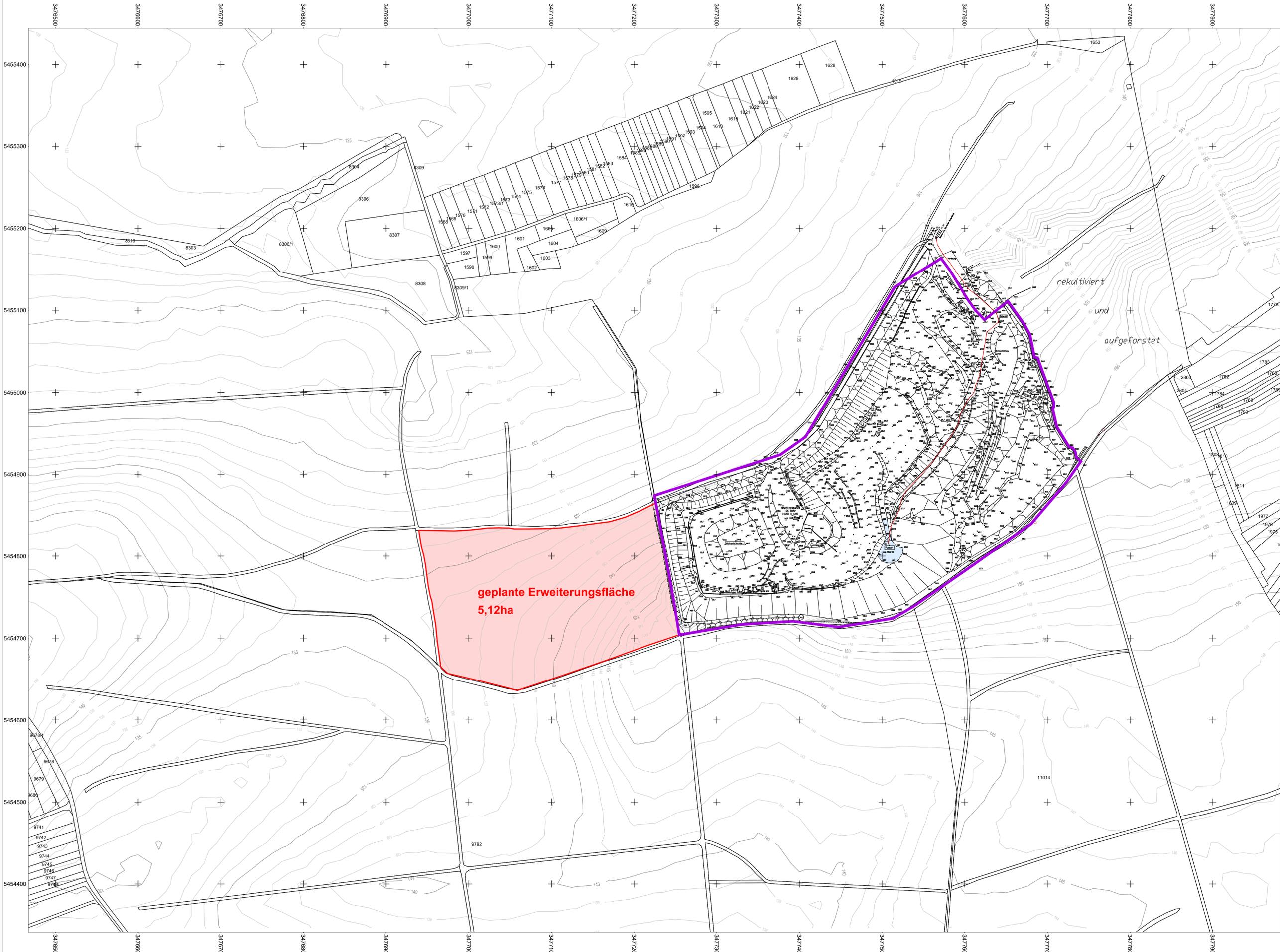
Darstellung: Übersichtskarte Ausschnitt TK 25 Blatt 6718 Wiesloch	Anlage:	1
	Projekt-Nr.:	2061178
	Maßstab:	1:25.000
	Zeichnungs-Nr.:	Anl01_TK25.dwg
	gezeichnet:	26.01.2016 mh
geprüft:	26.01.2016 cm	

Bauherr/Auftraggeber:

Wienerberger
 Wienerberger GmbH
 Oldenburger Allee 26
 D-30659 Hannover

Planverfasser:

HPC AG
 Postfach 11 13, 34226 Fulda
 Niedervellmarsche Straße 30, 34233 Fulda
 Telefon 0561/98183-10, Telefax 0561/98183-82



Legende

-  vorgesehene Erweiterungsfläche
-  genehmigte Rahmenbetriebsplangrenze für den Tagebau Rettigheim

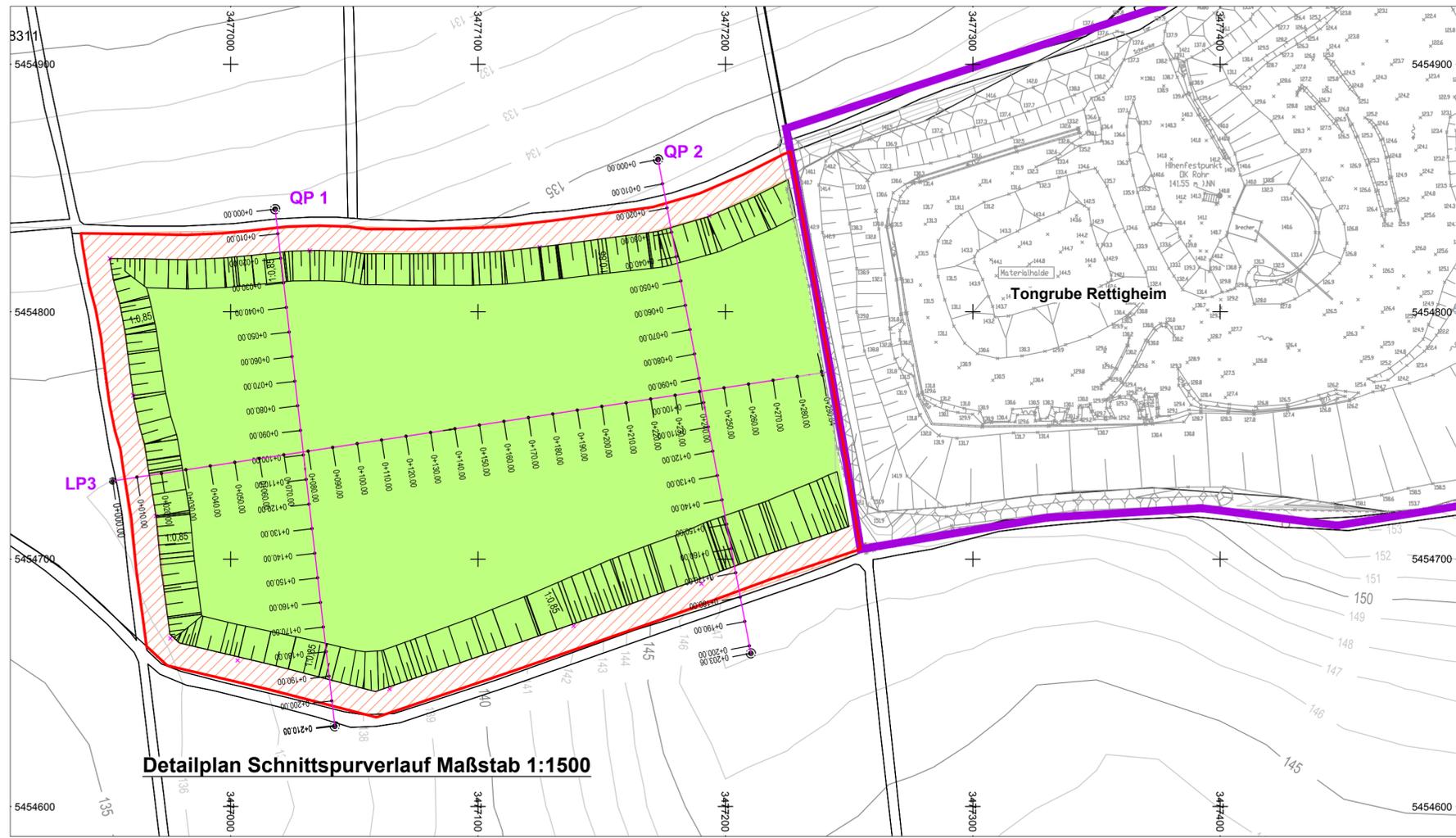
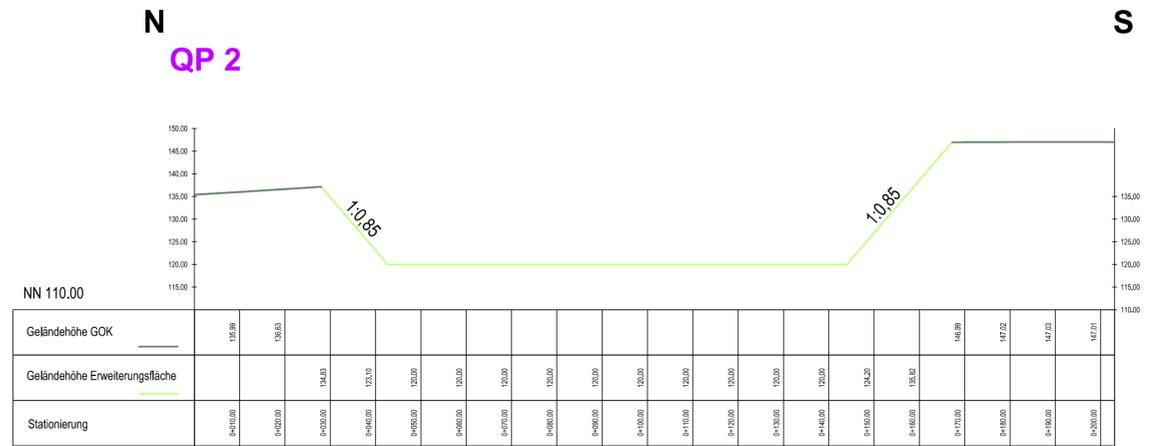
Plangrundlage:
Betriebszustandsriss:
 TABERG Ingenieur - und Sachverständigenbüro GmbH&Co.KG,
 Stand 04.03.2015
ALK - Daten: Stand 03/2015
GOK Höhenlinien: Stand 5/2010

Nr.	Änderungen	gezeichnet/Name	geprüft	Name

Projekt: Antrag der Wienerberger GmbH auf Zulassung eines Rahmenbetriebsplans zur Erweiterung der Tongrube Rettigheim in Mühhausen OT Rettigheim	
Darstellung: Lageplan mit Darstellung der vorhandenen Abbaufäche sowie der geplanten Erweiterungsfläche	Anlage: 2 Projekt-Nr.: 2061178 Maßstab: 1:2.000 Zeichnungs-Nr.: Antr3_Lage_Flaechen_A_dwg Datum: gezeichnet: 29.02.2016 agm/hnm geprüft: 29.02.2016 cm

<p>Bauherr/Auftraggeber: Wienerberger Wienerberger GmbH Oldenburger Allee 26 D-30659 Hannover</p>	<p>Planverfasser:  HPC AG Postfach 11 13, 34226 Fuldaetal Niederwallmarsche Straße 30, 34233 Fuldaetal Telefon 0561/98183-10, Telefax 0561/98183-82</p>
---	---

Pfad: N:\WIN32\APP\Projekte\wienerberger\Rettigheim\cad\2016_2_29_Antrag\Antr3_Lage_Flaechen_A.dwg
 Layout: Layout1



Rahmenbetriebsplangrenze

Legende

- geplante Erweiterungsfläche ca. 5,12ha
- genehmigte Rahmenbetriebsplangrenze
- geplanter Sicherheitsstreifen ca. 10m
- konturierte Erweiterungsfläche (1:0,85) bei Wiederverfüllung

Achse QP1, QP2, LS3 mit Stationierung in m

0+000.00
0+050.00
0+100.00

Durchstich zur westlichen Erweiterungsfläche wird im Rahmen der Hauptbetriebspläne für den Alt-Tagebau Rettigheim bearbeitet.

Plangrundlage:
Betriebszustandsriss:
 TABERG Ingenieur- und Sachverständigenbüro GmbH&Co.KG,
 Stand 04.03.2015
ALK - Daten: Stand 03/2015
GOK Höhenlinien: Stand 5/2010

Nr.	Änderungen	gezeichnet	Name	geprüft	Name

Projekt: **Antrag der Wienerberger GmbH auf Zulassung eines Rahmenbetriebsplans zur Erweiterung der Tongrube Rettigheim in Mühlhausen OT Rettigheim**

Darstellung:	Anlage:	4
	Projekt-Nr.:	2061178
	Maßstab:	1:1.000, 1:1.500
	Zeichnungs-Nr.:	An10_Profile_A.dwg
	gezeichnet:	29.02.2016 ag/mh/nmi
	geprüft:	29.02.2016 cm

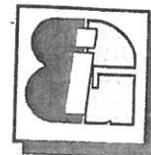
Bauherr/Auftraggeber: **Wienerberger**
 Wienerberger GmbH
 Oldenburger Allee 26
 D-30659 Hannover

Planverfasser: **HPC AG**
 DAS INGENIEURUNTERNEHMEN
 HPC AG
 Postfach 11 13, 34226 Fuldaatal
 Niedervellmarsche Straße 30, 34233 Fuldaatal
 Telefon 0561/98183-10, Telefax 0561/98183-82



Anhang 1

Ergebnisse bodenphysikalischer Laboruntersuchungen



Grenzstraße 15
Telefon
Telefax
e-mail

0671 12 Halle
345 - 56782-0
345 - 56782-30
bgi-halle@t-online.de

Deutsche Bank Halle
Kto. 5 293 105

(BLZ 860 700 00)

Eingetragen HRB 203128 AG Stendal
Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. (FH) T. Starke

Prüfstelle RAP Stra - Eignungsprüfungen,
Kontrollprüfungen, Fremdüberwachung,
Schiedsuntersuchungen
Zugelassene Prüfstellen E u. W nach DIN 1045
Prüfungen im Erd- und Grundbau
Gutachten und Ingenieurberatung

Prüfergebnisse

Korngrößenverteilung

Prüfbericht zur Labor-Nr. 0209 BO/10

Berichtsdatum 12.08.2010

1. Angaben zum Prüfauftrag vom 11.08.2010

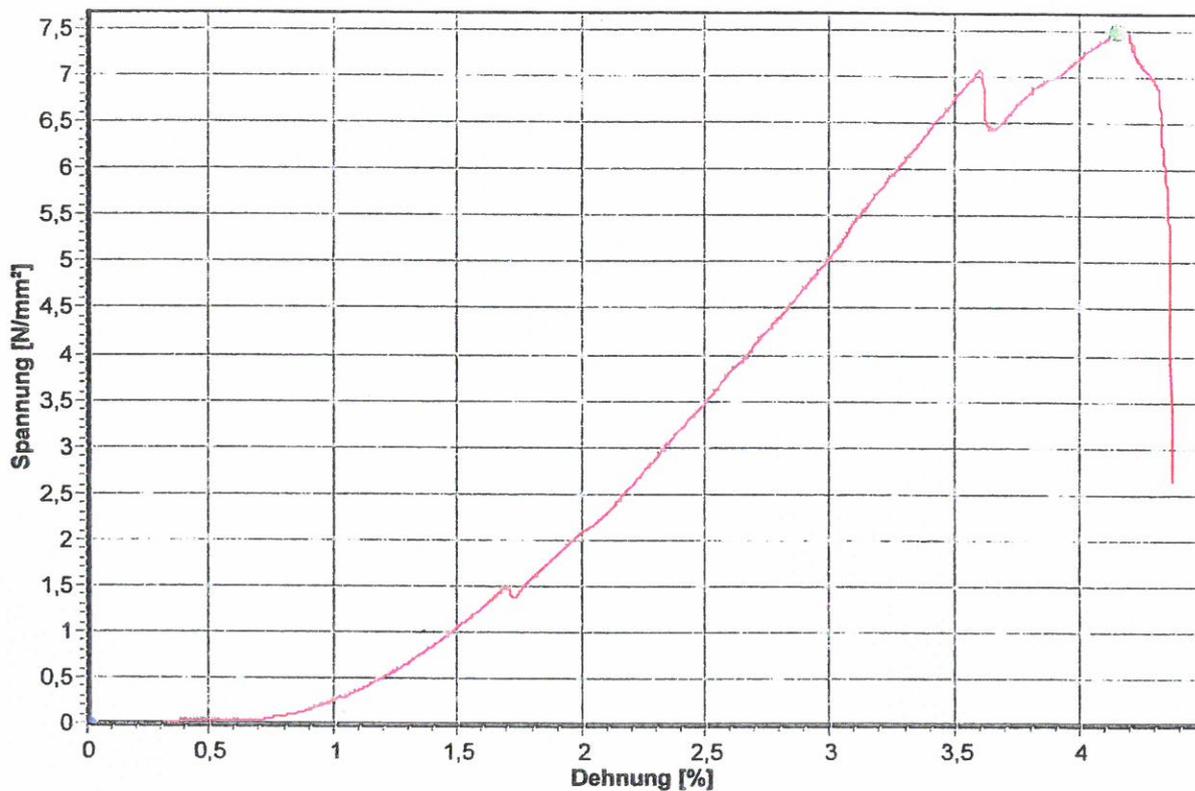
Auftraggeber : HPC HARRESS PICKEL CONSULT AG
: Geusaer Straße 01, 06217 Merseburg
Baumaßnahme : Tontagebau Rettigheim (Projekt-Nr.:1100724)
:
Bauabschnitt : -
Entnahme-/Messstelle(n) : MP 1
:
Bodenart/Material : -
:
Probenkennzeichnung :
Probenahme/Versuchsdatum : 11.08.2010
Eingang im Labor : 12.08.2010
Prüfauftrag : Benennung u. Beschreibung von Bodenarten (DIN 4022 / DIN 18196)
Grundlagen : DIN 18 123
:

2. Allgemeines zum Prüfauftrag

Prüfparameter

Prüfvorschrift: Einaxialer Druckversuch nach DIN 18136
Kraftaufnehmer: 100 kN
Dehnungsaufnehmer: Trav.weg

Einaxialer Druckversuch nach DIN 18136



Prüfergebnisse

	Fmax kN	Rmax N/mm ²	AH %	dLH mm	Rho g/cm ³	D mm	h mm	m g
1	23,22	7,497	4,1	2,072	2,49	62,8	96,5	743,00

Vorhaben: Tongrube Rettigheim

Probe: Ausbruchstück (Probe 8)



Bestimmung der Dichte nach Tauchwägung

Vorhaben: HPC Rettigheim			
Probe	Eimerpobe 1	Eimerpobe 2	Eimerpobe 3
Herkunft	West Böschung	West Böschung	Grube Ost
1. Masse Probe +Parafin(g)	436,95	409,31	500,75
2. Masse Probe (g)	416,15	391,30	478,09
3. Masse Parafin /Dichte(g)	26,00	22,51	28,33
4. Masse unter H2O (g)	232,64	220,02	279,99
5. Volumen Probe (g/m ³)	178,31	166,78	192,44
Dichte (g/m³)	2,334	2,346	2,484

Probe	Eimerpobe 4	Eimerpobe 5	Eimerpobe 6
Herkunft	West Böschung	West Böschung	Grube Ost
1. Masse Probe +Parafin(g)	314,22	542,62	574,33
2. Masse Probe (g)	299,54	523,23	559,43
3. Masse Parafin /Dichte(g)	18,35	24,24	18,63
4. Masse unter H2O (g)	168,59	293,4	331,24
5. Volumen Probe (g/m ³)	127,28	224,98	224,47
Dichte (g/m³)	2,353	2,326	2,492

Probe	Eimerpobe 7	Bruchstück 8	9
Herkunft	West Böschung	Grube Ost	
1. Masse Probe +Parafin(g)	612,47	924,40	
2. Masse Probe (g)	594,00	899,14	
3. Masse Parafin /Dichte(g)	23,09	31,58	
4. Masse unter H2O (g)	335,9	528,59	
5. Volumen Probe (g/m ³)	253,48	364,24	
Dichte (g/m³)	2,343	2,469	

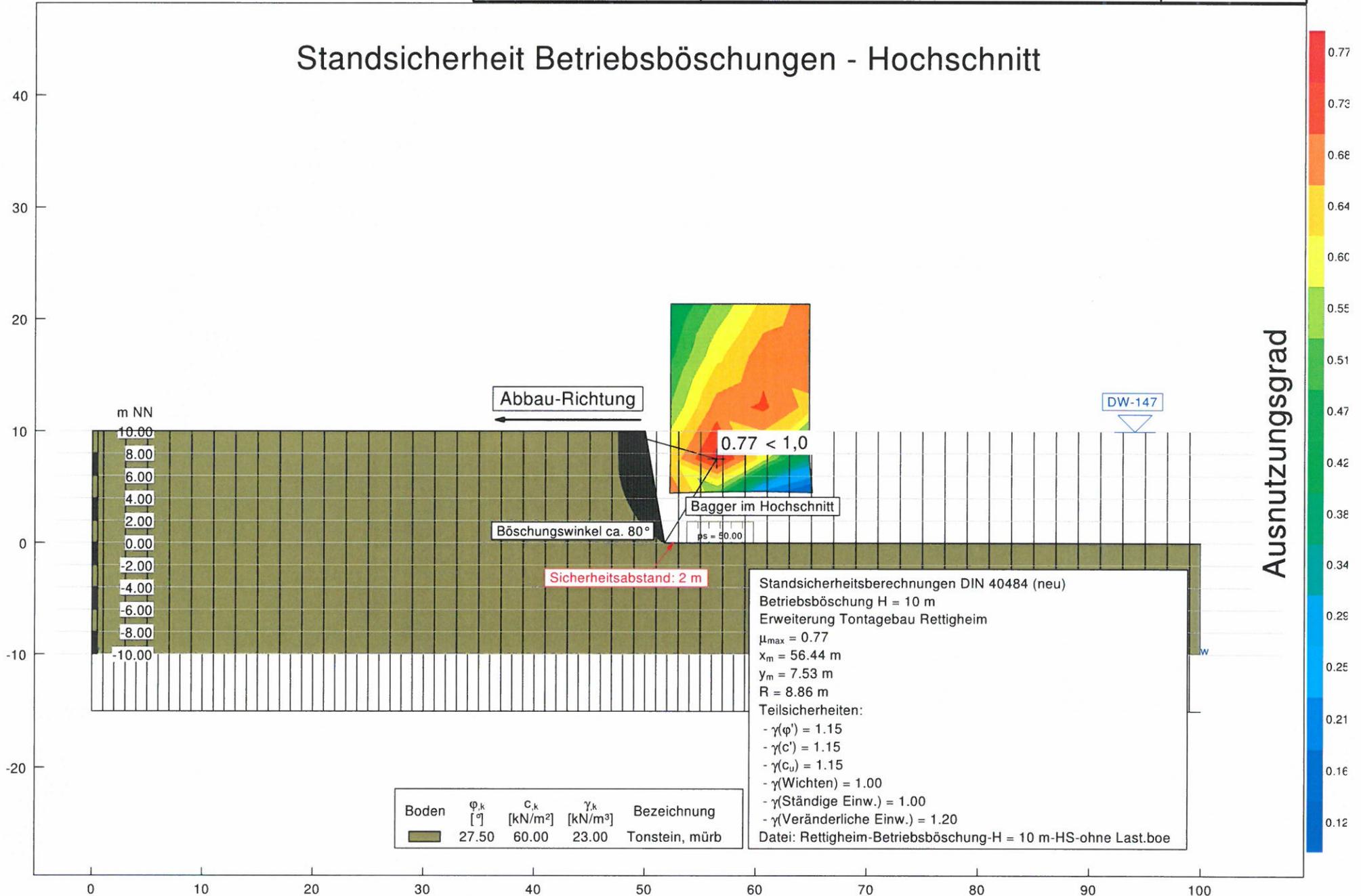


Anhang 2

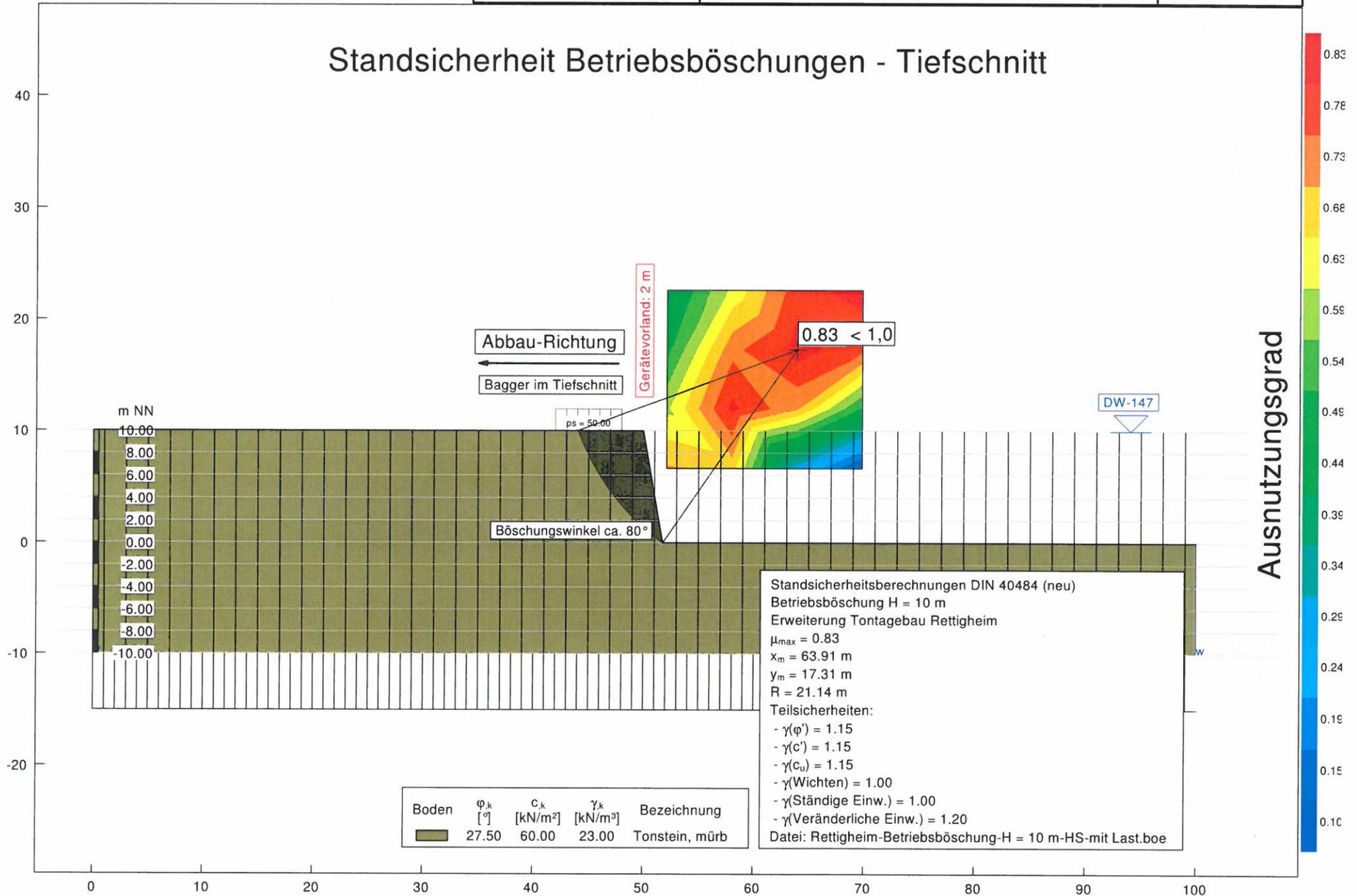
(3.1 – 3.2) Bodenmechanische Berechnungsschnitte

Betriebsböschungen

Standsicherheit Betriebsböschungen - Hochschnitt



Standsicherheit Betriebsböschungen - Tiefschnitt



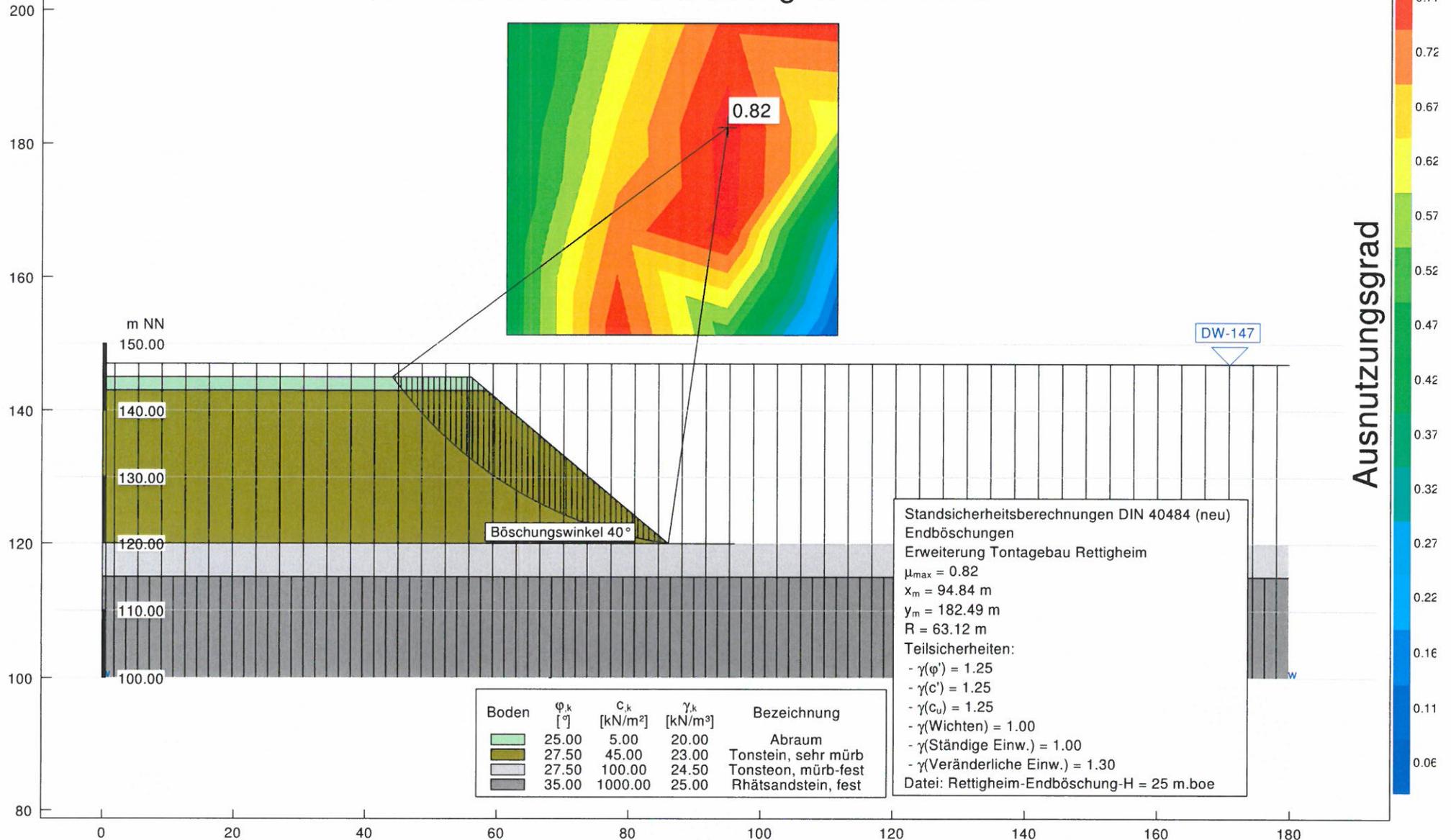


Anhang 3

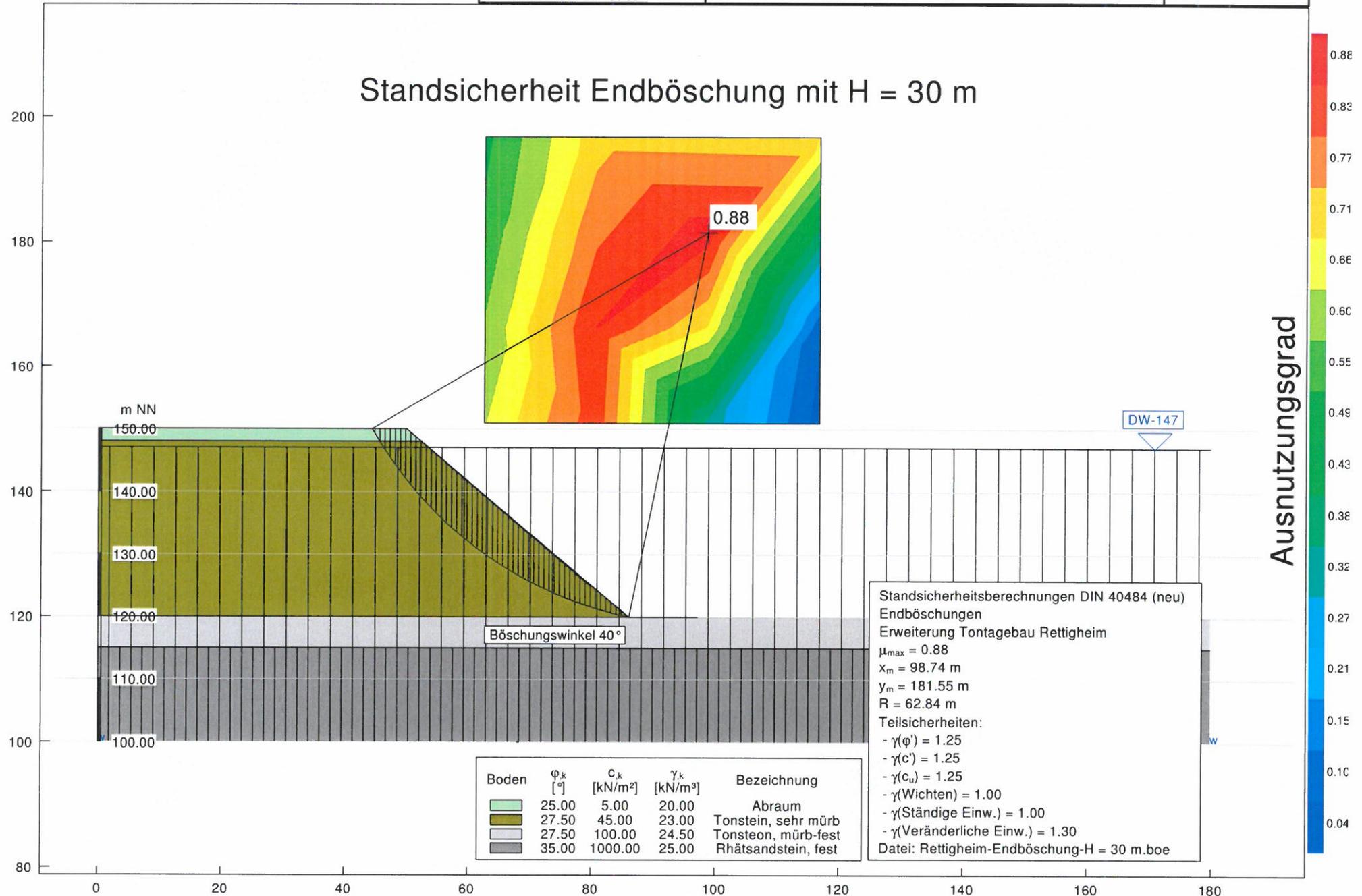
(4.1 – 4.6) Bodenmechanische Berechnungsschnitte

Endböschungen

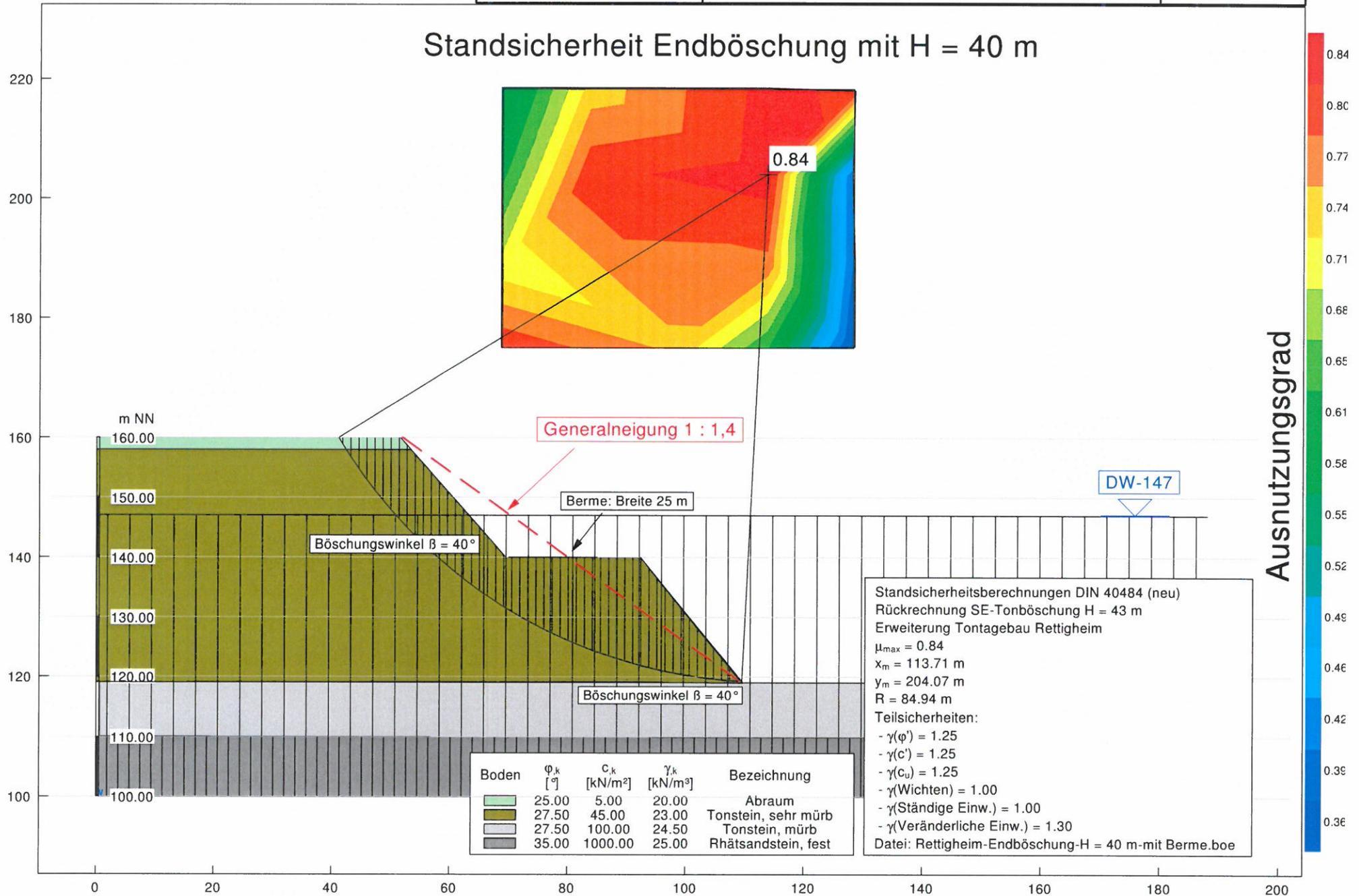
Standsicherheit Endböschung mit H = 25 m



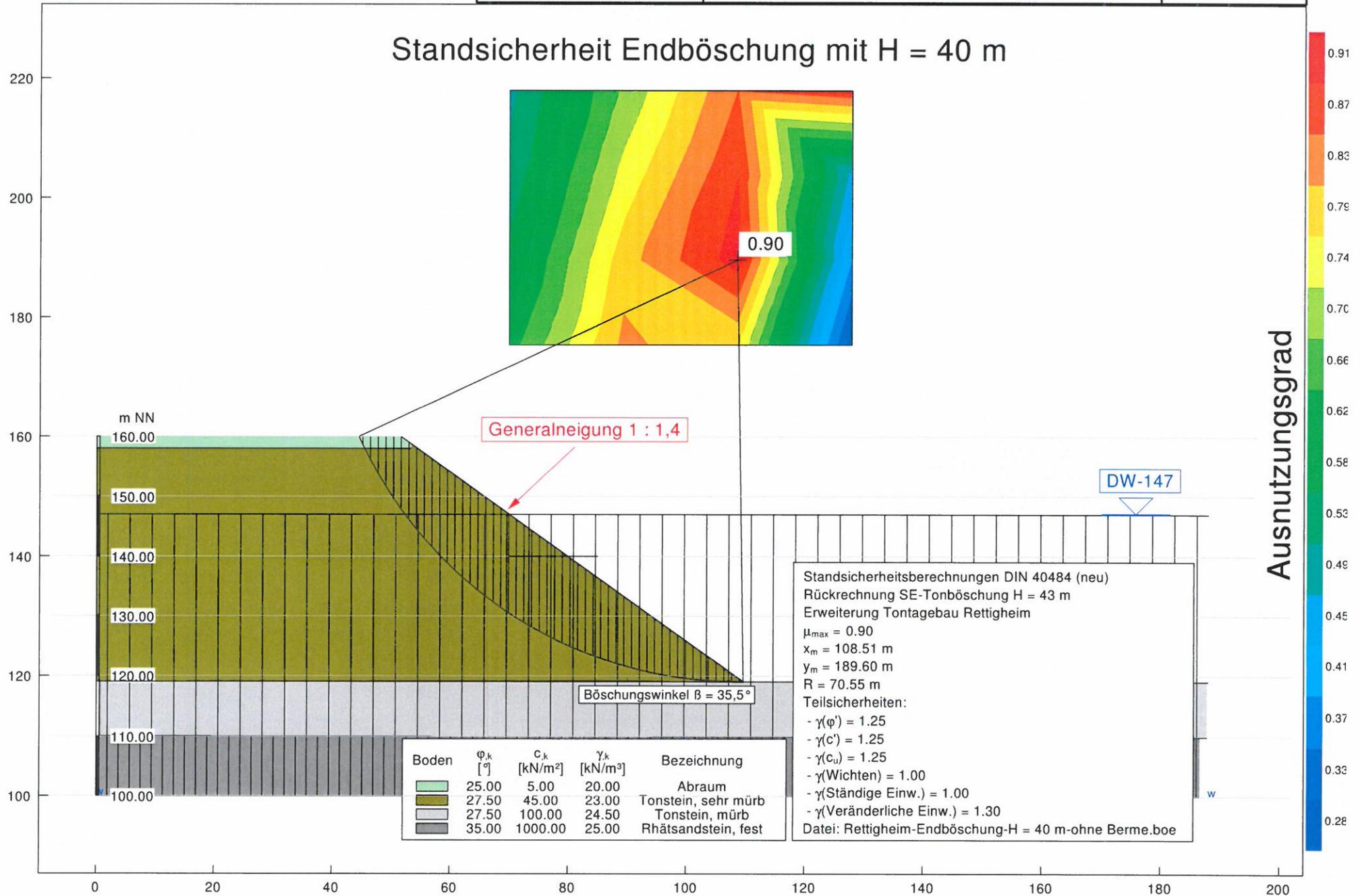
Standsicherheit Endböschung mit H = 30 m



Standsicherheit Endböschung mit H = 40 m



Standsicherheit Endböschung mit H = 40 m



Generalneigung 1 : 1,4

Böschungswinkel $\beta = 35,5^\circ$

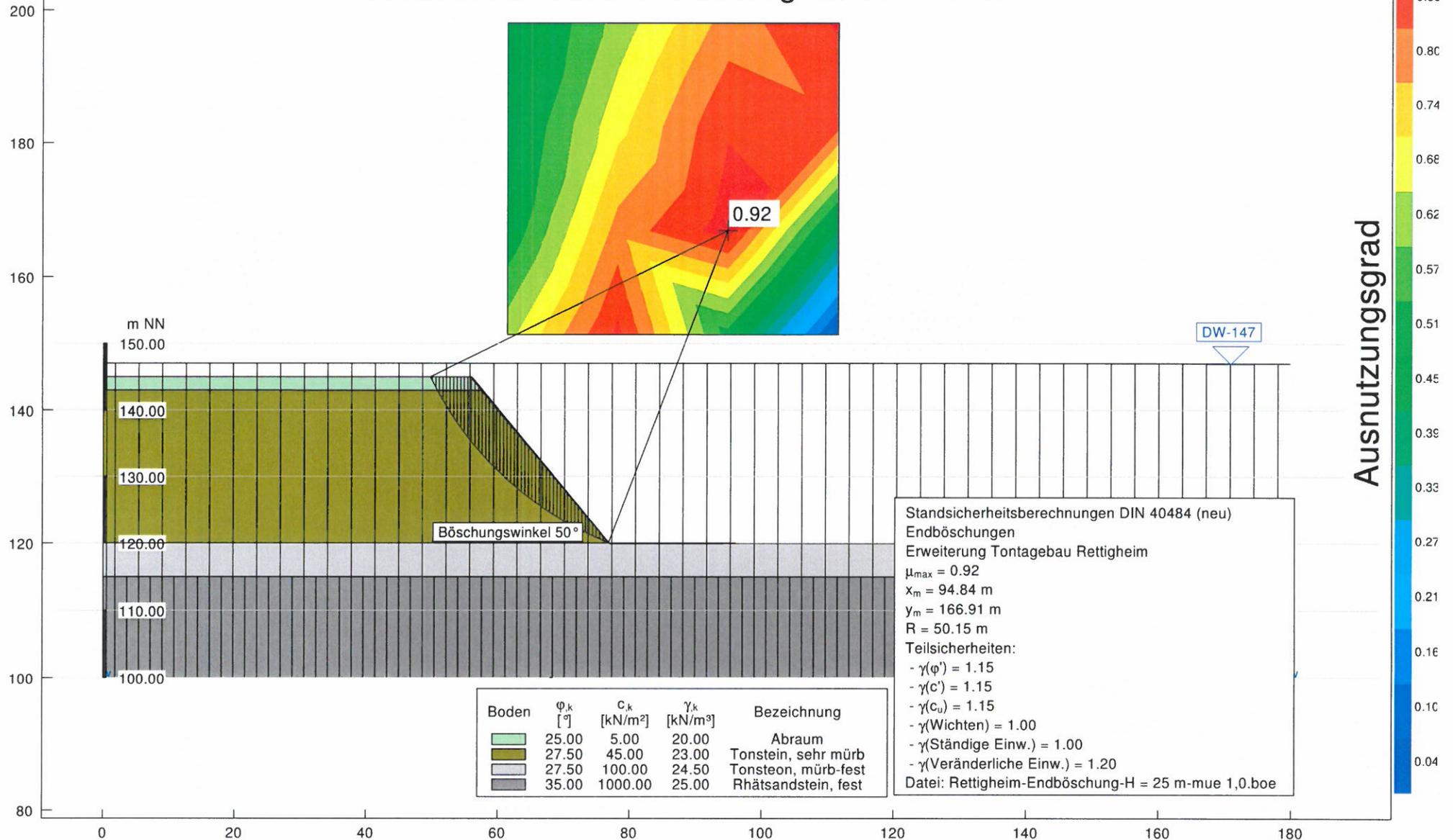
Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Light Green]	25.00	5.00	20.00	Abraum
[Olive Green]	27.50	45.00	23.00	Tonstein, sehr mürb
[Grey]	27.50	100.00	24.50	Tonstein, mürb
[Dark Grey]	35.00	1000.00	25.00	Rhätssandstein, fest

Standsicherheitsberechnungen DIN 4084 (neu)
 Rückrechnung SE-Tonböschung H = 43 m
 Erweiterung Tontagebau Rettigheim
 $\mu_{max} = 0.90$
 $x_m = 108.51$ m
 $y_m = 189.60$ m
 $R = 70.55$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Datei: Rettigheim-Endböschung-H = 40 m-ohne Berme.boe

Ausnutzungsgrad



Standsicherheit Endböschung mit H = 25 m



Standsicherheit Endböschung mit H = 30 m

