

**Antragsunterlagen für das wasserrechtliche
Planfeststellungsverfahren gemäß § 68 WHG zur
Erweiterung des Granitsteinbruchs
Gehrenberg der RÖHRIGgranit® GmbH**

**Kapitel XIX
Standortsicherheitsgutachten**

Antragsteller:



RÖHRIGgranit® GmbH
Werkstraße Röhrig 1
64646 Heppenheim

Bearbeitet von:



Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH
Charlottenburger Allee 39
52068 Aachen
Dipl.-Ing. M. Buschmann
Dr. M. Schmitz, M. Sc.

Projekt-Nr.: 1604501

August 2020



Steinbruch Gehrenberg in Heppenheim/Sonderbach



Gutachterliche Stellungnahme zur Standsicherheit der Böschungen in der geplanten Süderweiterung

Auftraggeber:	RÖHRIGgranit® GmbH
Auftrag-Nr.:	1604501
Auftragsdatum:	15.05.2019
Projekt-Nr.:	1604501 (SST) / 1153-19 (G+P)
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Martin Buschmann (SST) Dr. Matthias Schmitz (SST) Dipl.-Ing. Jürgen Knops (IB Gell & Partner GbR)
Stand der Bearbeitung:	25.10.2019

Inhalt

1	Vorgang	2
2	Unterlagen	4
3	Geologische Situation	5
4	Dokumentation der Ortsbegehung am 15.05.2019	6
5	Beurteilung der Standsicherheit	16
6	Zusammenfassung, Unterschrift	22

Anlagen

Anlage 1	Übersichtslageplan i.M. 1:25.000 (aus www.geoportal.hessen.de)
Anlage 2	Lageplan des Steinbruchs mit der geplanten Fortentwicklung i.M. 1:2.000
Anlage 3	Lageplan des Steinbruchs mit dem geplanten Gewinnungsendstand i.M. 1:2.000
Anlage 4	Nord-Süd-Schnitt 1-1' durch den Steinbruch im Ist-Zustand und im Endzustand i.M. 1:1.000
Anlage 5	Lageskizze zu den Gefügemessungen am 15.05.2019
Anlage 6	Ergebnisse der Böschungsbruchbetrachtungen

1 Vorgang

Die RÖHRIGgranit® GmbH betreibt auf der Grundlage einer Genehmigung nach dem BImSchG in seiner aktuellen Fassung im Kreis Bergstraße den Steinbruch Gehrenberg. Der Granittagebau liegt im Vorderen Odenwald und zwar in den Gemarkungen Sonderbach und Heppenheim zwischen dem Heppenheimer Stadtteil Sonderbach im Norden und der zu Mörlenbach gehörenden Siedlung Juhöhe im Süden (siehe Anlage 1).

Der Steinbruch soll nach Süden in Richtung Juhöhe erweitert werden. Anlage 2 zeigt die geplante Fortentwicklung im aktuellen Riss vom März 2019 und Anlage 3 den geplanten Gewinnungsendstand. Im Nord-Süd-Schnitt 1-1' in Anlage 4 sind sowohl der Ist-Zustand als auch der geplante Endzustand dargestellt. Danach sollen in den Endböschungen der geplanten Süderweiterung im Abstand von 14 – 20 m etwa 3 – 5 m breite Bermen angeordnet und die Felswände zwischen den Bermen unter 85° geböscht werden.

In seinem Schreiben vom 15.12.2015 hat das Regierungspräsidium Darmstadt die Ergänzungen und Änderungswünsche der eingeladenen Behörden/Stellen und Verbände zur Tischvorlage für den Scoping-Termin am 19.01.2016 zusammengefasst. Danach sind *„für die Erweiterung des Tagebaus [...] Unterlagen erforderlich, aus denen Abbau- und Rekultivierungsplanungen mit Böschungsgeometrien der maßgebenden Rand-, Abbau- und Endböschungen inkl. Sicherheitsabständen und aussagekräftigen Profilschnitten hervorgehen. Die Bemessung der Neigungen der Rand- und Endböschungen sowie die einzuhaltenden Sicherheitsabstände zwischen diesen Böschungen und den Nachbargrundstücken (bzw. zu baulichen Anlagen, Leitungen, Wegen etc.) sollten rein nach boden- und felsmechanischen Kriterien erfolgen und den geologischen Verhältnissen vor Ort angepasst sein“* (siehe Unterlage [U06]).

Bereits in der Genehmigung des RP Darmstadt vom 12.03.2007 zu der seinerzeit beantragten Erweiterung und Vertiefung heißt es unter Punkt 8.2, dass, bevor das Endböschungssystem angelegt wird, *„die durch den Abbau aufgeschlossenen Felsböschungen hinsichtlich ihrer Standsicherheit zu begutachten und mit den im Ingenieurgeologischen Gutachten vom 29.01.2007, erstellt durch Töniges GmbH – Beratende Geologen und Ingenieure, Sinsheim [...] getroffenen Annahmen zu vergleichen“* sind.

Steinbruch Gehrenberg der RÖHRIG**granit**® GmbH, Stellungnahme vom 25.10.2019 Seite 3

Eine entsprechende Begutachtung soll auch mit Blick auf die Gestaltung der Rand- und Endböschungen in der Fortentwicklung nach Süden erfolgen.

Mit Datum vom 15.05.2019 hat die RÖHRIG**granit**® GmbH die SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH (SST) mit einer Einschätzung der Standsicherheit der Böschungen in der geplanten Süderweiterung des Granittagebaus Gehrenberg beauftragt. In der vorliegenden Stellungnahme werden in kurzer Form die geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet beschrieben. Danach werden die Ergebnisse der Ortsbegehung am 15.05.2019 vorgestellt. Abschließend wird die Standsicherheit der Abbau- und Endwände in der geplanten Fortentwicklung bewertet.

Die Begutachtung vor Ort und die Ausarbeitung der vorliegenden Stellungnahme erfolgen gemeinsam durch die SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH (SST) und das Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, Aachen (G+P).

2 Unterlagen

Zur Bearbeitung der vorliegenden Stellungnahme wurden die folgenden Unterlagen ausgewertet:

- [U01] Topographische Karte i.M. 1:100.000, Quelle: www.geoportal.hessen.de
- [U02] Geologische Übersichtskarte von Hessen i.M. 1:300.000, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 5. überarbeitete digitale Ausgabe, August 2007
- [U03] Röhrig granit GmbH, Granitsteinbruch Gehrenberg, Antrag auf Steinbrucherweiterung nach § 16 BImSchG, Steinbruchfortentwicklung Lageplan i.M. 1:2.000, SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen, 28.08.2019
- [U04] Röhrig granit GmbH, Granitsteinbruch Gehrenberg, Antrag auf Steinbrucherweiterung nach § 16 BImSchG, Gewinnungsendstand i.M. 1:2.000, SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen, 29.08.2019
- [U05] Erweiterungsplanung Röhrig, Schnitte Ist-Zustand und Erweiterungsplanung i.M. 1:1.000, SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen, 28.08.2019
- [U06] RÖHRIG granit GmbH, Steinbruch „Gehrenberg“ in Heppenheim/Sonderbach, Erweiterung des Steinbruchs, Genehmigungsverfahren nach § 16 BImSchG, Schreiben des RP Darmstadt, Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Darmstadt vom 17.12.2015
- [U07] Röhrig granit GmbH, Steinbruch „Gehrenberg“ in Heppenheim/Sonderbach – Erweiterung und Vertiefung, Genehmigungsbescheid, Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Darmstadt, 12.03.2007
- [U08] Heppenheim-Sonderbach, Steinbruch Gehrenberg – Rutschhang, Ingenieurgeologische Stellungnahme 01, Töniges GmbH, Sinsheim, 04.08.2016 (5 Seiten)
- [U09] Steinbruch Gehrenberg, Heppenheim-Sonderbach – Standsicherheitsnachweis der Steinbruchwände, Ingenieurgeologisches Gutachten, Töniges GmbH, Sinsheim, 29.01.2007 (13 Seiten und 4 Anlagen)

3 Geologische Situation

Der Steinbruch Gehrenberg wurde am westlichen Rand des Vorderen Odenwalds angelegt. Hier wird der in dem Dreieck zwischen Heppenheim, Weinheim und Reichelsheim ausbeißende Weschnitzpluton abgebaut, der vor rd. 330 Mio Jahren im späten Unterkarbon entstand (siehe 98 in Bild 3.1).

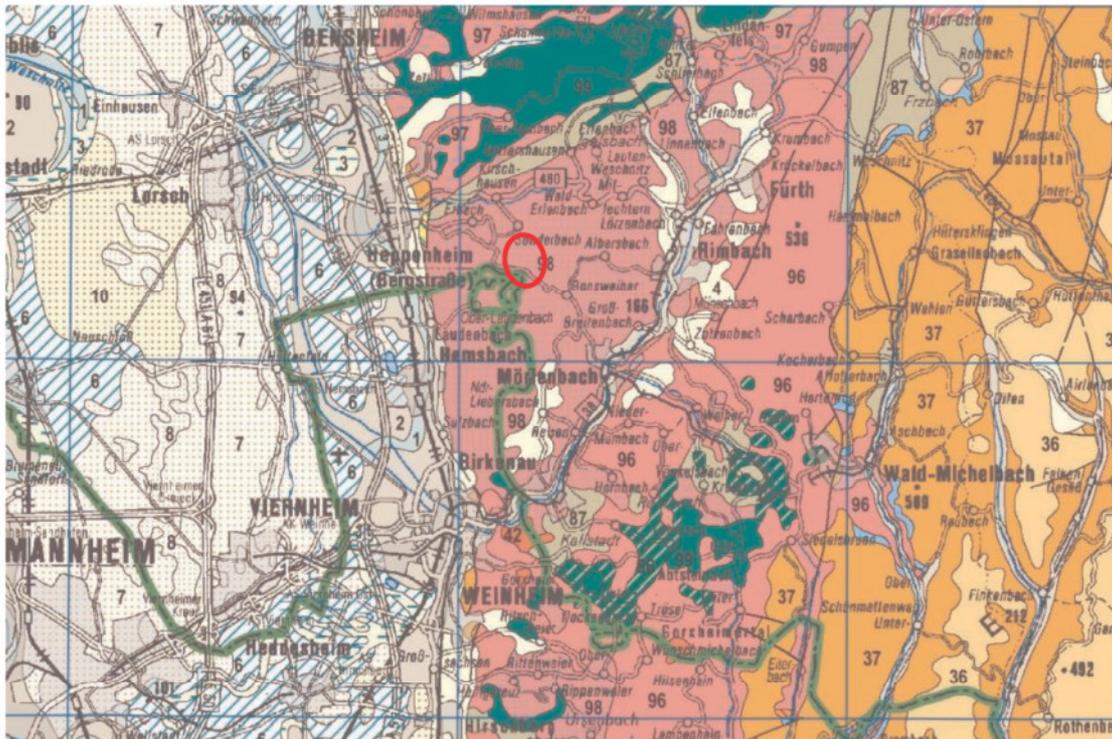


Bild 3.1: Ausschnitt aus der Geologischen Übersichtskarte von Hessen (siehe Unterlage [U02])

Der Weschnitzpluton besteht im Wesentlichen aus grob- und mittelkörnigen Granodioriten. Die massigen Gesteine besitzen meist eine weißgraue bis graue Farbe. Im Unterschied zum Granit enthält der Granodiorit deutlich mehr Plagioklas als Kalifeldspat und ist etwas dunkler.

Aufgrund seiner Entstehung während der variszischen Gebirgsbildung sind im Granodiorit des Weschnitzplutons tektonisch bedingte (Groß-) Klüfte vorhanden. Daneben existieren auch Mittel- und Kleinklüfte, die auf die Abkühlung des magmatischen Gesteins zurückzuführen sind.

Der Steinbruch Gehrenberg liegt gemäß DIN EN 1998 bzw. 4149:2005-04 in der Erdbebenzone 1 und in der Untergrundklasse R.

4 Dokumentation der Ortsbegehung am 15.05.2019

Es ist geplant, den Granitsteinbruch Gehrenberg nach Süden zu erweitern (siehe Anlage 2). Aus diesem Grund wurde bei der Ortsbegehung am 15.05.2019 vorrangig die südliche Abbauwand begutachtet. Wie der Lageskizze zu den Gefügemessungen in Anlage 5 zu entnehmen ist, wurden aber auch der Rutschungsbereich auf der NW-Seite in Augenschein genommen und die Sohle +260 auf der Ostseite begangen (vgl. Unterlage [U08]).

Maßgebend für die Standsicherheit der Steinbruchwände ist die Raumstellung der Trennflächen. Bei den Gefügemessungen zeigten sich drei steile Haupttrennflächenscharen K1 bis K3 und einzelne flache Klüfte. In der Südwestecke des Steinbruchs konnte eine Böschung im Verwitterungshorizont begutachtet werden.

Trennflächenschar K1

Bild 4.1 zeigt die NW-Böschung des Steinbruchs mit einer Schar weit aushaltender und nach Südosten in den Steinbruch hinein einfallender Trennflächen, auf denen in der Vergangenheit bereits Felsrutschungen stattgefunden haben.



Bild 4.1: NW-Böschung des Steinbruchs mit der Trennflächenschar K1

Steinbruch Gehrenberg der RÖHRIGgranit® GmbH, Stellungnahme vom 25.10.2019 Seite 7

Die Felsböschung oberhalb der Sohle +230 (Punkte 1 und 2 in Anlage 5) ist im oberen Abschnitt mit einer Einfallrichtung von $110^\circ - 115^\circ$ steiler geneigt ($\beta = 60^\circ - 75^\circ$) als im unteren Abschnitt mit einer Einfallrichtung von rd. 130° ($\beta = 40^\circ$, siehe Bild 4.2). Am Punkt 12 auf der derzeit tiefsten für Gefügemessungen zugänglichen Sohle +215 wurden Einfallrichtung und Einfallwinkel der Trennflächenschar K1 zu $110^\circ/75^\circ$ eingemessen.



Bild 4.2: Felsböschung auf der NW-Seite oberhalb der Sohle +230

Bild 4.3 zeigt, dass die i.d.R. steil nach SE einfallenden Trennflächen der Schar K1 über viele 10 m^2 hinweg vergleichsweise eben sein können.

Die Trennflächenschar K1 wurde auch an vielen Stellen in der Südwand beobachtet. Dort variiert die Einfallrichtung i.d.R. zwischen 105° und 115° und der Einfallwinkel zwischen 60° und 80° (siehe z.B. Bild 4.5). Am Punkt 16 wurden $95^\circ/80^\circ$ und $115^\circ/90^\circ$ gemessen (siehe Anlage 5).

Die Trennflächen der Schar K1 dürften im gesamten Steinbruch eine große Ausdehnung besitzen (siehe Bild 4.4, Bild 4.5 und Bild 4.7). Aufgrund ihrer Raumstellung und der Streichrichtung der Felswand sind sie auf der Südseite jedoch nicht so beherrschend wie in der NW-Böschung.



Bild 4.3: nach SE einfallende ebene Trennflächen der Schar K1 auf der NW-Seite



Bild 4.4: Trennflächenschar K1 auf der Westseite



Bild 4.5: Trennflächenschar K1 in der Südwand

Trennflächenschar K2

Die Einfallrichtung der Trennflächenschar K2 wurde an 7 Punkten in der Südwand zu 290° bis 310° eingemessen. Die Klüfte fallen unter $65^\circ - 85^\circ$ nach NW ein und besitzen ebenfalls regelmäßig eine größere Ausdehnung.



Oben

Mitte

Unten

Bild 4.6: weitaushaltende Kluft K2 in der Südwand oberhalb der Sohle +230



Bild 4.7: Klüfte K2 und K1 in der Südwand

Trennflächenschar K3

Die dritte Hauptklufschar K3 fällt unter $75^\circ - 90^\circ$ nach NE (Einfallrichtung etwa $10^\circ - 25^\circ$) bzw. unter $85^\circ - 90^\circ$ nach SW (Einfallrichtung ca. $200^\circ - 215^\circ$) ein.



Bild 4.8: Klufschar K3 in der Südwestecke



Bild 4.9: Kluftschar K3 auf der Südseite

Untergeordnete Trennflächenscharen

In der Südwand zeigten sich wenige mäßig steil bis flach nach Nordosten einfallende Kluftflächen, die aufgrund ihres Erscheinungsbildes in der Südwand auch als „Diagonalklüfte“ bezeichnet werden. Am Punkt 17 wurde die Einfallrichtung zu 30° und der Einfallwinkel zu 40° eingemessen (siehe Bild 4.10 und Bild 4.11 sowie Anlage 5).



Bild 4.10: „Diagonalkluft“ in der Südwand



Bild 4.11: „Diagonalkluft“ in der Südwand

In der Ostwand konnte am Punkt 20 die Raumstellung einer flachen quarzverheilten Trennfläche zu $340^{\circ}/10^{\circ}$ ermittelt werden (siehe Bild 4.12 sowie Anlage 5).

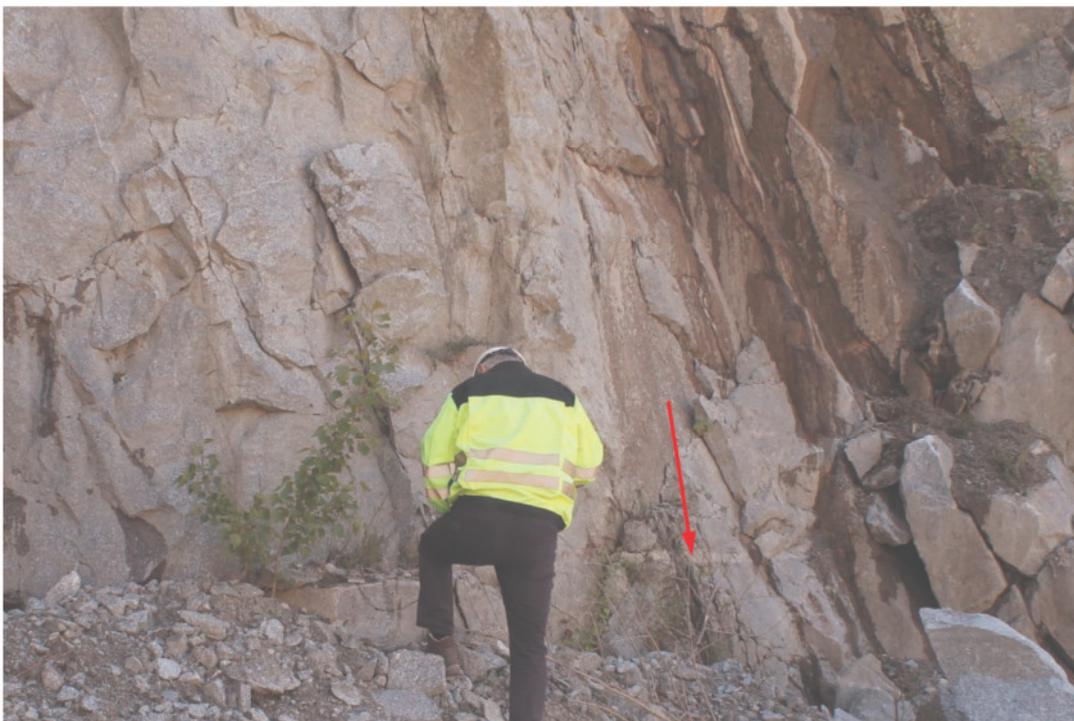


Bild 4.12: flache quarzverheilte Trennfläche in der Ostböschung

Steinbruch Gehrenberg der RÖHRIGgranit® GmbH, Stellungnahme vom 25.10.2019 Seite 13

Insbesondere in der Südostecke des Steinbruchs wurde eine Vielzahl von Erkaltungsrissen festgestellt (siehe Bild 4.13 und Anlage 5).



Bild 4.13: Vertikale Erkaltungsrisse in der Südostecke des Steinbruchs

Verwitterungshorizont

Im oberflächennahen Verwitterungshorizont sind die Granodiorite entfestigt und sanden ab (siehe Bild 4.14 und Bild 4.15). Der „natürliche“ Neigungswinkel der Sandkegel bzw. -fächer wurde auf der Sohle +310 in der Südwestecke zu $\beta = 37,5^\circ$ gemessen.

Kleinere Gesteinsbrocken können von Hand aus der Steinbruchwand im Verwitterungshorizont herausgelöst werden (siehe Bild 4.16).



Bild 4.14: Sandkegel in einer Kerbe in der Wand aus verwitterten Gesteinen in der Südwestecke



Bild 4.15: Sandkegel bzw. -fächer vor der Wand aus verwitterten Gesteinen in der Südwestecke



Bild 4.16: verwitterter Granodiorit in der Südwestecke

5 Beurteilung der Standsicherheit

Trennflächengefüge

Die Ausführungen der Töniges GmbH in Unterlage [U09] zur Oberflächenform der Trennflächen, zu den Öffnungswerten und Abständen sowie zu den Kluftfüllungen wurden im Großen und Ganzen bestätigt. Die Ergebnisse der aktuellen Gefügemessungen für die Hauptkluftscharen K1 – K3 stimmen gut mit den Beobachtungen der Töniges GmbH aus Dez. 2006 überein (vgl. Bild 5.1):

	<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>K3</i>
SST/G + P, 2019	105° (90°) – 115°/60° – 90°	290° – 310°/65° – 85°	195° – 215°/75° – 90° u. 10° – 25°/80° – 90°
Töniges, 2006	100° – 130°/65° – 85°	295° – 305°/60° – 80°	200° – 230°/85° – 90° u. 20° – 40°/85° – 90°

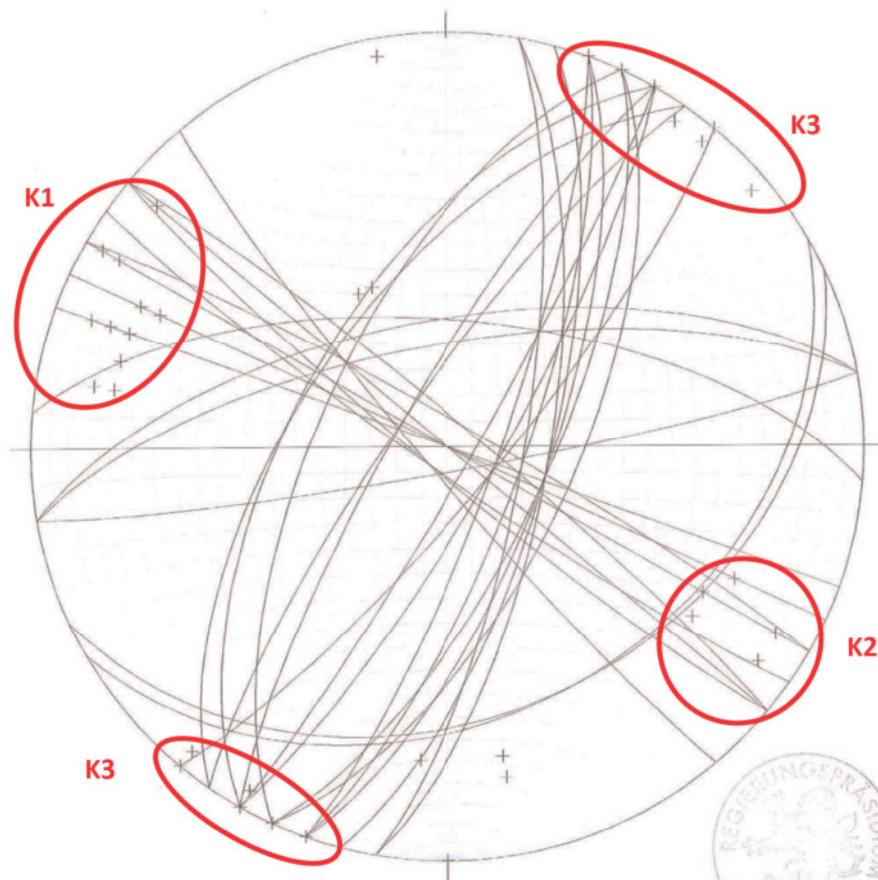


Bild 5.1: Raumstellung der Trennflächen gemäß Gefügaufnahme der Töniges GmbH (aus Unterlage [U09])

Böschungen in der Lockergesteinsüberdeckung und im Verwitterungshorizont

Die Böschungswinkel der natürlichen Lockergesteinskegel bzw. -fächer aus zu Sand verwittertem Granodiorit auf der obersten Berme in der Südwestecke des Steinbruchs betragen $\beta = \text{ca. } 37,5^\circ$. Es wird empfohlen, die ca. 15 m hohen Böschungen im Lockergestein und im Verwitterungshorizont in der geplanten Süderweiterung nicht steiler als unter 1:1,5 zu neigen.

Die globale Böschungsbruchsicherheit (der Lockergesteinsböschungen) beträgt so im Anfangszustand ohne Begrünung und Durchwurzelung etwa $\eta = \tan 37,5^\circ / \tan 33,7^\circ = 1,15$. Im Endzustand errechnet sich der Ausnutzungsgrad der Sicherheit gegen Böschungsbruch in der ständigen Bemessungssituation BS-P (nach der Abbautätigkeit ohne Sprengerschütterungen) zu $\mu = 0,99 < \text{zul } \mu = 1,0$ (siehe Anlage 6.1) und im Erdbebenfall zu $\mu = 0,86 < \text{zul } \mu = 1,0$ (Bemessungssituation BS-E siehe Anlage 6.2). Dabei wird im Lockergestein bzw. im Verwitterungshorizont eine Sickerlinie ca. 0,5 m oberhalb der leicht zum Steinbruch hin geneigten Schichtgrenze zum Granodiorit berücksichtigt.

Endböschungen im Festgestein

Die Gesamthöhe der südlichen Endböschung beträgt ca. 162 m. Die Felswände zwischen zwei ca. 5 m breiten Bermen sollen gemäß den vorliegenden Unterlagen zur geplanten Süderweiterung ca. 13 – 20 m hoch ausgeführt und unter $\beta = 85^\circ$ geneigt werden (siehe Tabelle 5.1 sowie Anlage 4).

Für die Ermittlung des maßgebenden Keils für die südliche und östliche Endböschung wurden verschiedene Kombinationen von Orientierungen der Trennflächenscharen K2 und K3 modelliert. Es wurden möglichst ungünstige Winkel angenommen, um das Maximum des maßgebenden Keils zu ermitteln. Gleichwohl wurde die Kombination der beiden ungünstigsten Orientierungen von K2 und K3 nicht berücksichtigt, da diese aus statistischen Gründen für die Standsicherheit unerheblich ist. Stattdessen wurde eine Kombination von jeweils einer ungünstigsten Orientierung und einer Orientierung im mittulgünstigen Bereich gewählt, um eine realitätsnahe Geometrie des maßgebenden Keils zu ermitteln.

Sohle [-]	Höhe [mNHN]	Wandhöhe [m]
1. Sohle	+345	7,0
2. Sohle	+338	
3. Sohle	+323	15,0
4. Sohle	+308	15,0
5. Sohle	+294	14,0
6. Sohle	+280	14,0
7. Sohle	+260	20,0
8. Sohle	+245	15,0
9. Sohle	+228,5	16,5
10. Sohle	+214	14,5
Tiefsohle	+198,5	15,5

Tabelle 5.1: Zusammenstellung der Höhen der Endböschung

Mit der Annahme, dass sich die beiden maßgebenden Trennflächenscharen K2 und K3 jeweils über die gesamte Wandhöhe zwischen zwei Bermen mit einem Durchtrennungsgrad von 100 % erstrecken, ergibt sich für die größte Wandhöhe von 20 m auf der Südseite (Einfallrichtung/Einfallwinkel = $355^\circ/85^\circ$) der in Bild 5.2 und 5.3 dargestellte Felskeil. Der maßgebende Keil für die Ostwand (Einfallrichtung/Einfallwinkel = $215^\circ/85^\circ$) kann Bild 5.4 und 5.5 entnommen werden.

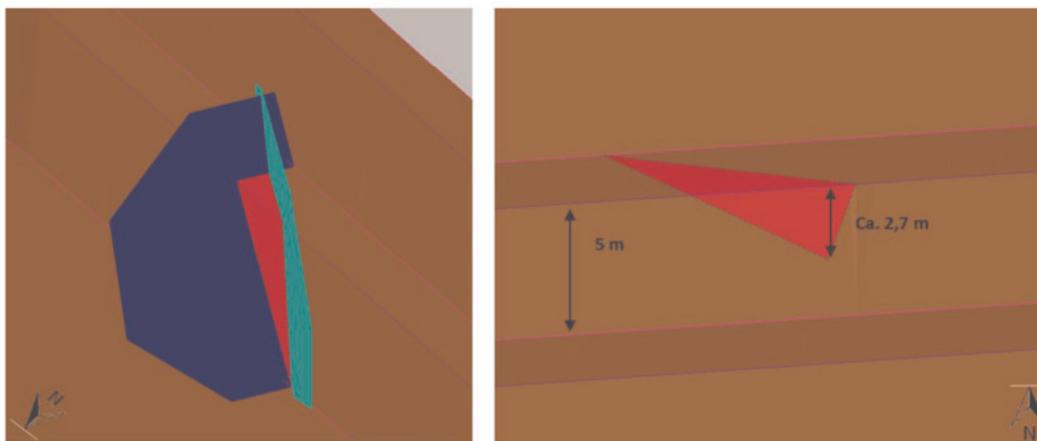


Bild 5.2: Südwand - maßgebender Felskeil I (rot) – links: Schrägansicht Blickrichtung Südosten, rechts: Draufsicht (gewählte Trennfläche K2 (blau, Einfallrichtung/Einfallwinkel = $290^\circ/65^\circ$), gewählte Trennfläche K3 (türkis, Einfallrichtung/Einfallwinkel = $25^\circ/90^\circ$))

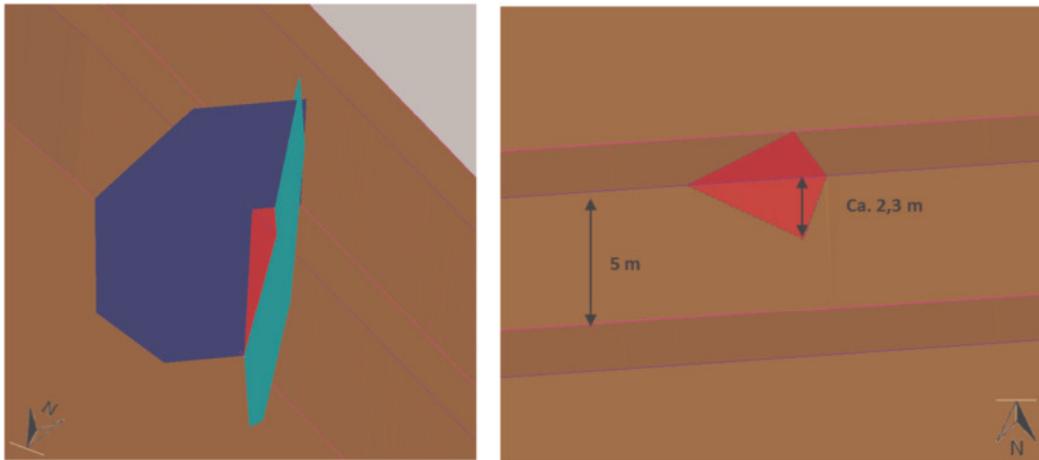


Bild 5.3: Südwall - maßgebender Felskeil II (rot) – links: Schrägansicht Blickrichtung Südosten, rechts: Draufsicht (gewählte Trennfläche K2 (blau, Einfallrichtung/Einfallwinkel = $290^{\circ}/85^{\circ}$), gewählte Trennfläche K3 (türkis, Einfallrichtung/Einfallwinkel = $25^{\circ}/80^{\circ}$))

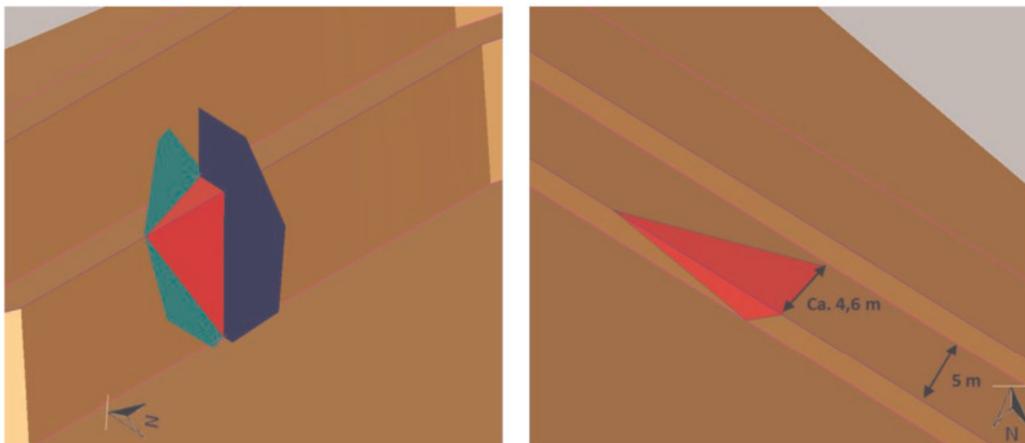


Bild 5.4: Ostwall - maßgebender Felskeil I (rot) – links: Schrägansicht Blickrichtung Südosten, rechts: Draufsicht (gewählte Trennfläche K2 (blau, Einfallrichtung/Einfallwinkel = $310^{\circ}/85^{\circ}$), gewählte Trennfläche K3 (türkis, Einfallrichtung/Einfallwinkel = $195^{\circ}/75^{\circ}$))

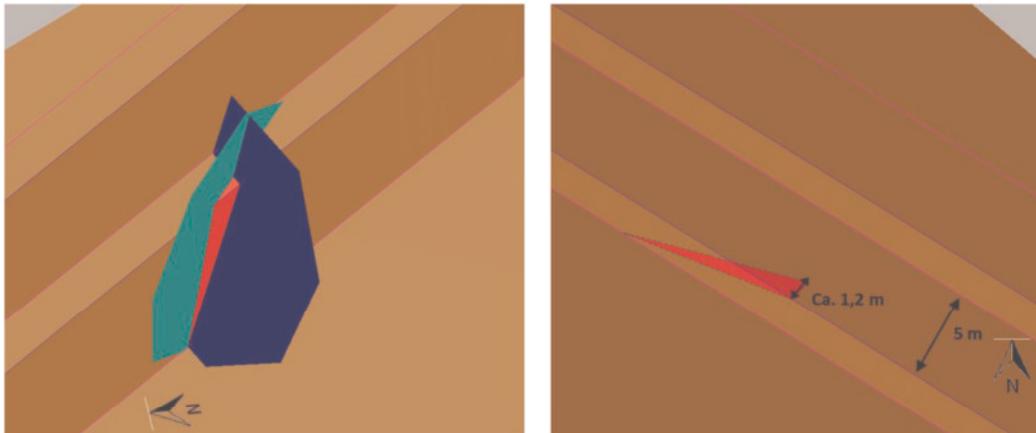


Bild 5.5: Ostwand - maßgebender Felskeil II (rot) – links: Schrägansicht Blickrichtung Südosten, rechts: Draufsicht (gewählte Trennfläche K2 (blau, Einfallrichtung/Einfallwinkel = $310^{\circ}/65^{\circ}$), gewählte Trennfläche K3 (türkis, Einfallrichtung/Einfallwinkel = $195^{\circ}/90^{\circ}$))

Basierend auf der Orientierung der Trennflächen weist der maßgebende Felskeil bei einem Sohlenabstand von 20 m eine Rückgriffweite von < 3 m auf, sodass auch nach Herausbrechen des Kluftkörpers eine Restberme mit einer Breite von mindestens 2 m bestehen bleibt und die Standfestigkeit der Wand insgesamt gewährleistet ist. Im ungünstigsten betrachteten Fall ist es zwar theoretisch möglich, dass die Trennflächenscharen K2 und K3 einen Keil mit einer Rückgriffweite von 4,6 m bilden (siehe Bild 5.4), was nur eine geringe Restberme zurücklässt. Aufgrund der statistischen Verteilung der Trennflächenmessungen ist jedoch davon auszugehen, dass dieser Fall in der Praxis keine Rolle spielt (siehe Bild 5.1).

Abbauwände im Festgestein

Gemäß dem Lageplan in Anlage 2 soll der Abbau des Granodiorits in vier Abschnitten von Osten nach Westen erfolgen. Das bedeutet, dass in den Abschnitten 1 – 3 jeweils nordsüdstreichende temporäre Abbauwände entstehen. Die rückwärtige Wand des Abschnitts 1 sowie die südlichen Längswände aller Abbauabschnitte stellen Endböschungen dar und sind als solche herzustellen (s.o.).

Der Abbau nach Westen soll so erfolgen, dass die Trennflächen der Schar K1 nicht unterschritten werden. Demnach soll die Einfallrichtung der Abbauböschungen nicht 90° sondern etwa $105^{\circ} - 115^{\circ}$ betragen und deren Einfallwinkel sich an dem Einfallwinkel der Kluftschar K1 $\beta = 60^{\circ}$ bis 90° orientieren.

Steinschlag

Auch bei fachgerechter Herstellung der Abbau- und Endböschungen unter Berücksichtigung der Hinweise und Empfehlungen im vorliegenden Gutachten besteht immer noch ein Steinschlagrisiko. D.h., es können einzelne Kluftkörper aus der Felswand herausbrechen, deren Größe in einem Gebirge mit einem weitständigen Kluftsystem deutlich mehr als 1 m³ betragen kann (siehe z.B. Bild 5.6).



Bild 5.6: aus der Südostwand herausgebrochener Kluftkörper



6 Zusammenfassung, Unterschrift

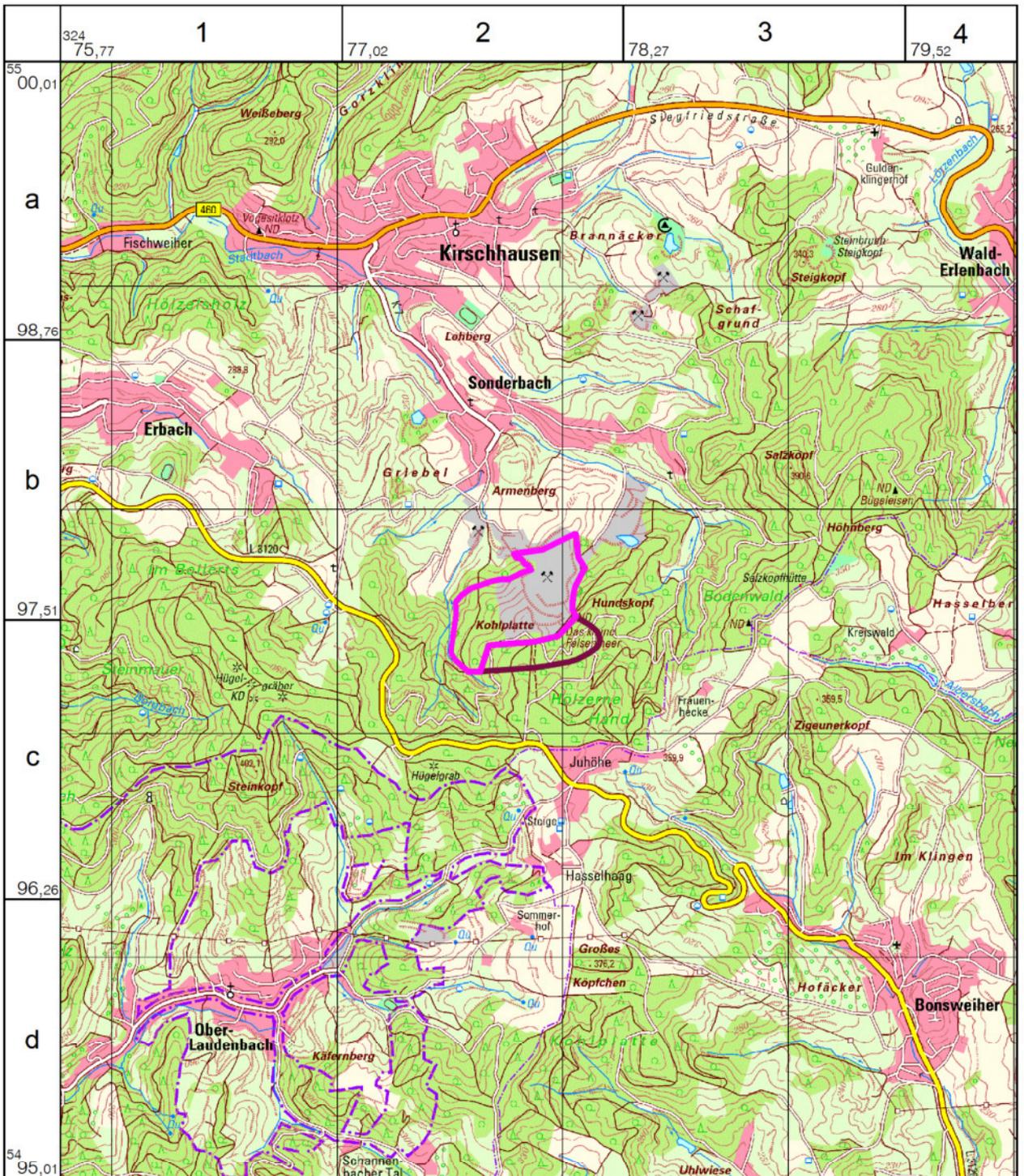
Gleichwohl ist davon auszugehen, dass bei Berücksichtigung der hier zugrunde gelegten Geometrien eine globale Standsicherheit in der Erweiterungsfläche des Steinbruchs Gehrenberg gewährleistet ist.

Aachen, den 25.10.2019

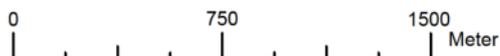
Dipl.-Ing. Martin Buschmann
(SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH)

Dipl.-Ing. Jürgen Knops
(Ingenieurbüro Gell & Partner GbR)

Dr. Matthias Schmitz, M.Sc.
(SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH)



- - - Abbaugrenze
- - - beantrage Abbaugrenze



Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH

Datum : 13.02.2020
Projektnr.: 1604501
Maßstab : 1:25.000

Koordinaten:
ETRS89.UTM-32N

gez.:
M. Höhne
gepr.:
Dipl.-Ing. M. Buschmann

Datei-Code : Roehrig_heppenheim_Standsicherheit
Layout : Anlage_1_Topo

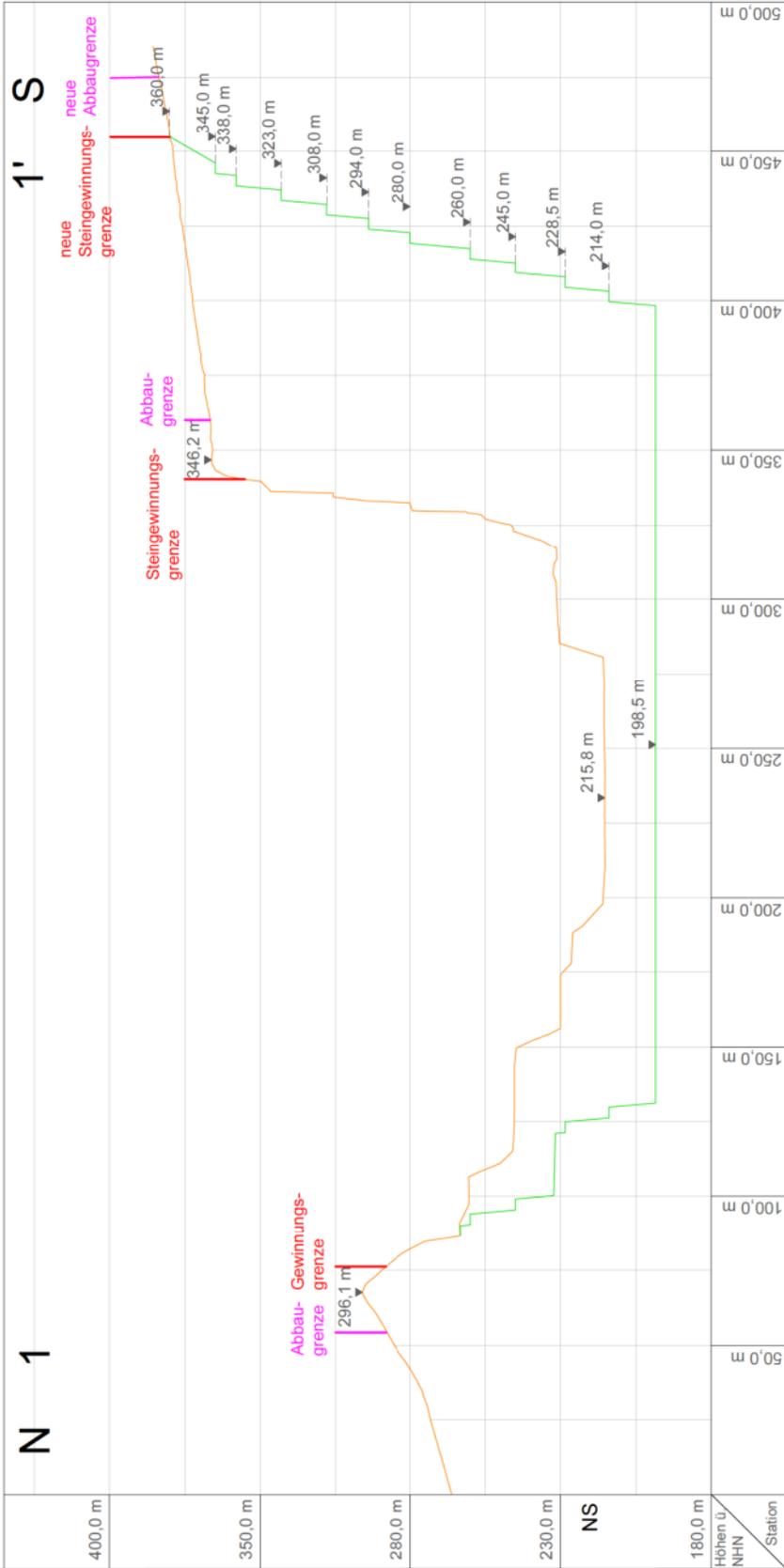
Röhrig granit GmbH
Granitsteinbruch Gehrenberg

Standsicherheit



Übersichtslageplan

Anlage 1



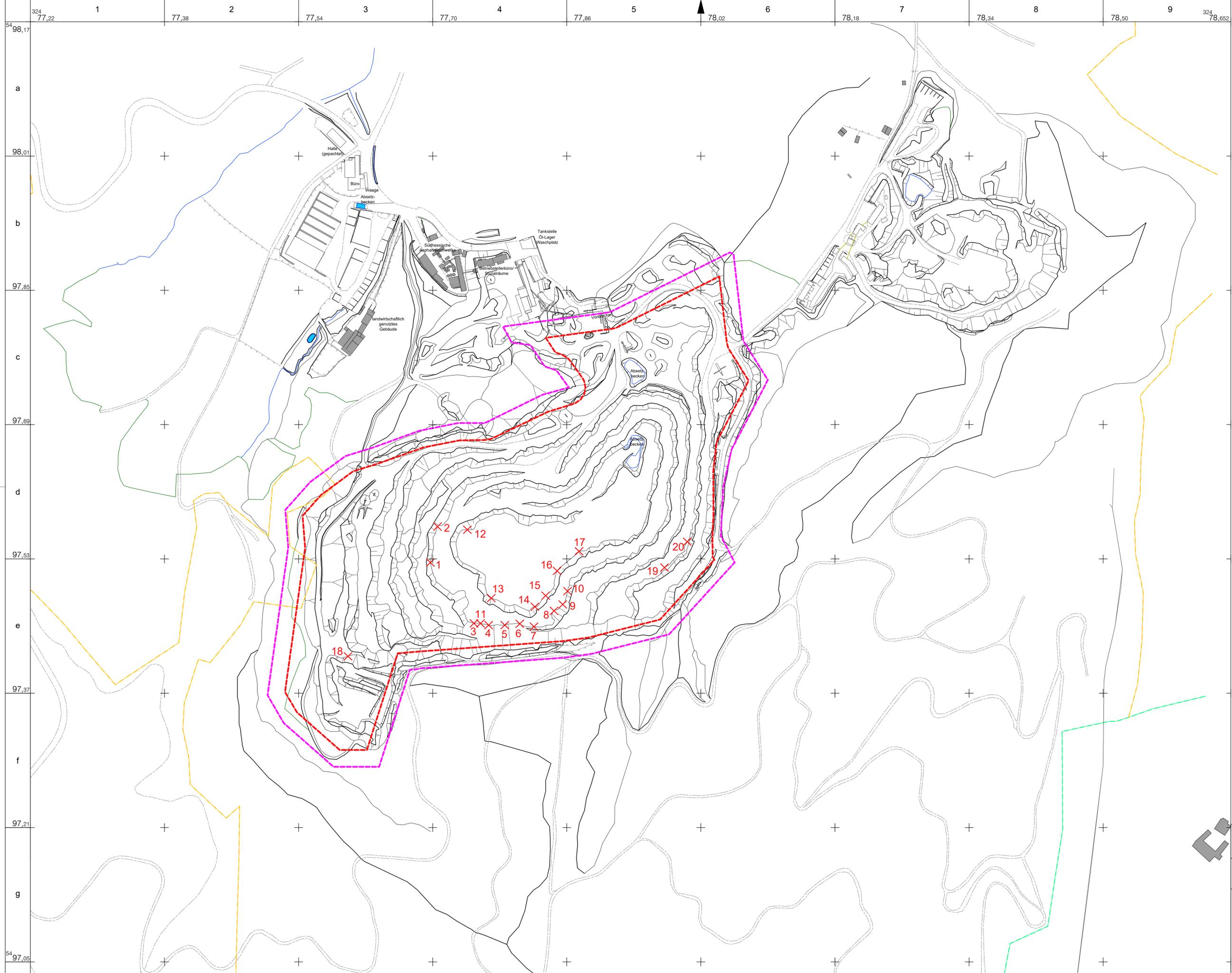
Legende

- Ist-Zustand
- Endabbauzustand
- Abbaugrenze
- Gewinnungsgrenze

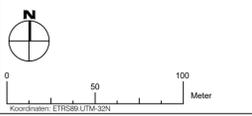


SSIT Prof. Dr.-Ing. Steff & Partner
 Ingenieurgesellschaft mbH
 44124 D 1 / 16020-0 info@ssit.com
 Datum : 13.02.2020 ge : D / RJala
 Projekt : 11 000
 Drahtlos Baueing. / Bauverfahren / Bauabw. / Baubereich
 Lizenz: Steff, L.

Erweiterungsplanung Röhrlig
 Nord-Süd Schnitt 1-1' durch den Steinbruch im Ist-Zustand und im Endzustand



- Legende:**
- Böschungen**
 - Gewinnungsböschung
 - Abraumböschung
 - Kippenböschung
 - sonstige Böschung
 - Grenzen**
 - Gemarkungsgrenze
 - Flurgrenze
 - Flurstücksgrenze
 - Nutzungsgrenze
 - Betrieb**
 - Steingewinnungsgrenze
 - Abbaugrenze
 - Bebauung**
 - Betriebsanlagen
 - Gebäude, fremd
 - Sonstiges**
 - Wasserlauf
 - Straße/Weg
 - X 19 Gefügemessung



SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH

Datum : 13.02.2020 gez. : M. Höhne
 Maßstab : 1:2000
 Projektnr. : 1604501 gepr. : Dipl.-Ing. M. Buschmann
 Dateiname: Röhrig_heppenheim_Standsticherheit_Lageskizze_S

Röhrig granit GmbH
Granitsteinbruch Gehenberg

Standsticherheit

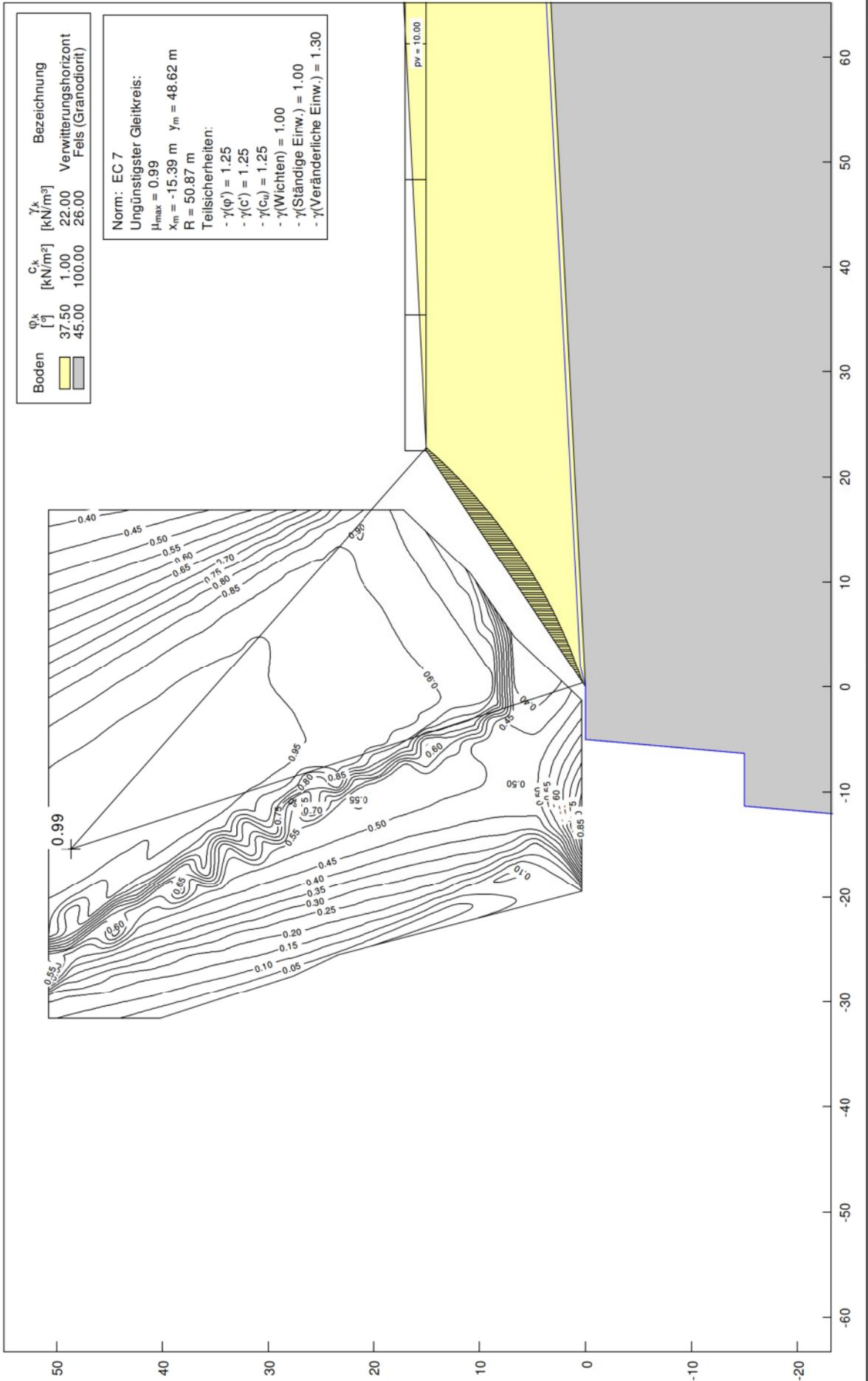
Lageskizze zu den Gefügemessungen
am 15.05.2019

Ingenieurbüro Gell & Partner GbR

Hansmannstraße 19 52080 Aachen
 Tel.: 0241/955 94 80 Fax: 0241/955 94 81



**RÖHRIGgranit® GmbH - Steinbruch Gehrenberg in Heppenheim/Sonderbach
 geplante Süderweiterung - Lockergesteinsböschung im Endzustand (BS-P)**



**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
xm,ym [m] = x,y-Wert des Gleitkreismitelpunktes
rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi) = 1.25
- gam(c') = 1.25
- gam(cu) = 1.25
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-100.000	-30.000	2	-12.620	-30.000	3	-11.310	-15.000	4	-6.310	-15.000	5	-5.000	0.000
6	0.000	0.000	7	22.500	15.000	8	100.000	18.875						

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c _k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	37.50	1.00	22.00	Verwitterungshorizont
2	45.00	100.00	26.00	Fels (Granodiorit)

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c _d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	31.54	0.80	22.00	Verwitterungshorizont
2	38.66	80.00	26.00	Fels (Granodiorit)

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	0.000	100.000	5.000	1
2	-100.000	-50.000	100.000	-50.000	2

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-100.000	-30.000	2	-12.620	-30.000	3	-11.310	-15.000	4	-6.310	-15.000	5	-5.000	0.000
6	0.000	0.000	7	2.000	0.500	8	100.000	5.450						

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	10.00	10.00	22.50	100.00	15.00

Wasserstand vor der Böschung links [m] = -30.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 5.45

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich
Art Suchradius
Horizontale Tangenten
x / y (Anfang): 15.0000 15.0000
x / y (Ende): 0.0000 -8.0000
Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-31.5351	38.1346	nicht berechnet								
2	-31.5351	40.2321	48.2321	100	0.0033	1.112	333.200	333.2	0.0	1.1	0.0
3	-31.5351	42.3296	50.3296	100	0.0315	111.794	3548.995	3549.0	0.0	111.8	0.0
4	-31.5351	44.4271	52.4271	100	0.0550	383.542	6976.387	6976.4	0.0	383.5	0.0
5	-31.5351	46.5246	54.5246	100	0.0746	792.481	10625.302	10625.3	0.0	792.5	0.0
6	-31.5351	48.6221	56.6221	100	0.0910	1319.568	14502.071	14502.1	0.0	1319.6	0.0
7	-31.5351	50.7196	58.7196	100	0.1047	1949.357	18610.531	18610.5	0.0	1949.4	0.0
8	-29.5169	17.1595	nicht berechnet								
9	16.9009	17.1595	5.6095	100	0.8227	164.818	200.327	200.3	0.0	164.8	0.0
10	16.9009	19.2570	7.7070	100	0.8662	498.885	575.915	575.9	0.0	498.9	0.0
11	16.9009	21.3545	9.2295	100	0.8468	421.160	497.366	497.4	0.0	421.2	0.0
12	16.9009	23.4520	10.7520	100	0.7878	269.554	342.155	342.2	0.0	269.6	0.0
13	16.9009	25.5495	12.8495	100	0.6665	370.880	556.488	556.5	0.0	370.9	0.0
14	16.9009	27.6470	15.5220	100	0.5868	1051.802	1792.307	1792.3	0.0	1051.8	0.0
15	16.9009	29.7445	18.1945	100	0.5332	2093.652	3926.217	3926.2	0.0	2093.7	0.0
16	16.9009	31.8420	20.8670	100	0.4937	3522.745	7134.726	7134.7	0.0	3522.7	0.0
17	16.9009	33.9396	24.1146	100	0.4660	7198.496	15448.965	15449.0	0.0	7198.5	0.0
18	16.9009	36.0371	25.6371	100	0.4446	5993.045	13479.872	13479.9	0.0	5993.0	0.0
19	16.9009	38.1346	28.8846	100	0.4275	10859.596	25404.555	25404.6	0.0	10859.6	0.0
20	16.9009	40.2321	32.1321	100	0.4139	17537.490	42368.486	42368.5	0.0	17537.5	0.0
21	16.9009	42.3296	34.8046	100	0.4029	22392.785	55582.037	55582.0	0.0	22392.8	0.0
22	16.9009	44.4271	38.6271	100	0.3937	37224.772	94540.124	94540.1	0.0	37224.8	0.0
23	16.9009	46.5246	41.8746	100	0.3859	50670.250	131319.233	131319.2	0.0	50670.3	0.0
24	16.9009	48.6221	44.5471	100	0.3790	59982.662	158255.544	158255.5	0.0	59982.7	0.0
25	16.9009	50.7196	47.2196	100	0.3734	70482.357	188756.506	188756.5	0.0	70482.4	0.0
26	-31.5351	36.0371	nicht berechnet								
27	-31.5351	4.5745	nicht berechnet								
28	-31.5351	2.4770	nicht berechnet								
29	-31.5351	0.3795	nicht berechnet								
30	-29.5169	50.7196	58.7196	100	0.1654	5509.633	33304.146	33304.1	0.0	5509.6	0.0
31	-29.5169	48.6221	56.6221	100	0.1456	3984.826	27369.719	27369.7	0.0	3984.8	0.0
32	-29.5169	46.5246	54.5246	100	0.1356	3093.821	22809.852	22809.9	0.0	3093.8	0.0
33	14.8827	15.0620	5.2370	100	0.7996	226.569	283.363	283.4	0.0	226.6	0.0
34	14.8827	17.1595	6.7595	100	0.8425	235.414	279.428	279.4	0.0	235.4	0.0
35	14.8827	19.2570	8.8570	100	0.8733	640.789	733.737	733.7	0.0	640.8	0.0
36	14.8827	21.3545	10.3795	100	0.9048	606.866	670.715	670.7	0.0	606.9	0.0
37	14.8827	23.4520	11.9020	100	0.8830	456.020	516.435	516.4	0.0	456.0	0.0
38	14.8827	25.5495	13.4245	100	0.8274	257.891	311.684	311.7	0.0	257.9	0.0
39	14.8827	27.6470	15.5220	100	0.7492	473.710	632.289	632.3	0.0	473.7	0.0
40	14.8827	29.7445	18.1945	100	0.6591	1395.732	2117.696	2117.7	0.0	1395.7	0.0
41	14.8827	31.8420	20.2920	100	0.6017	1651.866	2745.554	2745.6	0.0	1651.9	0.0
42	14.8827	33.9396	22.9646	100	0.5550	3129.199	5638.157	5638.2	0.0	3129.2	0.0
43	14.8827	36.0371	25.0621	100	0.5200	3496.589	6723.822	6723.8	0.0	3496.6	0.0
44	14.8827	38.1346	28.3096	100	0.4937	7671.547	15539.790	15539.8	0.0	7671.5	0.0
45	14.8827	40.2321	30.9821	100	0.4719	10819.054	22927.565	22927.6	0.0	10819.1	0.0
46	14.8827	42.3296	33.0796	100	0.4545	11682.302	25706.453	25706.5	0.0	11682.3	0.0
47	14.8827	44.4271	36.3271	100	0.4394	19165.976	43616.096	43616.1	0.0	19166.0	0.0
48	14.8827	46.5246	39.5746	100	0.4270	28901.195	67678.053	67678.1	0.0	28901.2	0.0
49	14.8827	48.6221	42.2471	100	0.4167	35686.730	85637.792	85637.8	0.0	35686.7	0.0
50	14.8827	50.7196	44.9196	100	0.4078	43405.053	106443.718	106443.7	0.0	43405.1	0.0
51	-31.5351	33.9396	nicht berechnet								
52	-31.5351	8.7695	nicht berechnet								
53	-31.5351	6.6720	nicht berechnet								
54	-29.5169	38.1346	46.1346	100	0.0679	477.759	7031.708	7031.7	0.0	477.8	0.0
55	-29.5169	40.2321	48.2321	100	0.0903	958.874	10613.825	10613.8	0.0	958.9	0.0
56	-29.5169	42.3296	50.3296	100	0.1086	1567.128	14434.054	14434.1	0.0	1567.1	0.0
57	-29.5169	44.4271	52.4271	100	0.1235	2283.831	18498.375	18498.4	0.0	2283.8	0.0
58	12.8645	15.0620	6.3870	100	0.8266	325.458	393.741	393.7	0.0	325.5	0.0

59	12.8645	17.1595	7.9095	100	0.8577	319.688	372.738	372.7	0.0	319.7	0.0
60	12.8645	19.2570	10.0070	100	0.8761	792.189	904.197	904.2	0.0	792.2	0.0
61	12.8645	21.3545	12.1045	100	0.8965	1613.241	1799.451	1799.5	0.0	1613.2	0.0
62	12.8645	23.4520	13.0520	100	0.9098	604.419	664.306	664.3	0.0	604.4	0.0
63	12.8645	25.5495	15.1495	100	0.8867	1219.297	1375.159	1375.2	0.0	1219.3	0.0
64	12.8645	27.6470	16.6720	100	0.8560	877.027	1024.535	1024.5	0.0	877.0	0.0
65	12.8645	29.7445	18.1945	100	0.8048	504.913	627.356	627.4	0.0	504.9	0.0
66	12.8645	31.8420	20.2920	100	0.7261	739.136	1017.966	1018.0	0.0	739.1	0.0
67	12.8645	33.9396	22.9646	100	0.6612	2048.898	3098.966	3099.0	0.0	2048.9	0.0
68	12.8645	36.0371	25.0621	100	0.6131	2398.091	3911.353	3911.4	0.0	2398.1	0.0
69	12.8645	38.1346	27.7346	100	0.5719	4374.905	7649.140	7649.1	0.0	4374.9	0.0
70	12.8645	40.2321	28.6821	100	0.5410	1806.282	3338.543	3338.5	0.0	1806.3	0.0
71	12.8645	42.3296	31.3546	100	0.5153	3564.046	6916.025	6916.0	0.0	3564.0	0.0
72	12.8645	44.4271	35.1771	100	0.4942	11046.464	22354.094	22354.1	0.0	11046.5	0.0
73	12.8645	46.5246	38.4246	100	0.4757	18882.159	39689.479	39689.5	0.0	18882.2	0.0
74	12.8645	48.6221	40.5221	100	0.4610	20109.732	43622.909	43622.9	0.0	20109.7	0.0
75	12.8645	50.7196	43.1946	100	0.4477	25834.004	57701.994	57702.0	0.0	25834.0	0.0
76	-31.5351	29.7445	nicht berechnet								
77	-31.5351	10.8670	nicht berechnet								
78	-29.5169	36.0371	44.0371	100	0.0405	148.850	3678.243	3678.2	0.0	148.9	0.0
79	-29.5169	33.9396	41.9396	100	0.0067	3.620	536.942	536.9	0.0	3.6	0.0
80	-29.5169	31.8420	nicht berechnet								
81	10.8464	10.8670	4.1330	107	0.7435	190.038	255.582	255.6	0.0	190.0	0.0
82	10.8464	12.9645	5.3481	100	0.8161	114.898	140.792	140.8	0.0	114.9	0.0
83	10.8464	15.0620	7.5370	100	0.8471	442.501	522.370	522.4	0.0	442.5	0.0
84	10.8464	17.1595	9.0595	100	0.8700	418.418	480.949	480.9	0.0	418.4	0.0
85	10.8464	19.2570	11.1570	100	0.8866	977.770	1102.815	1102.8	0.0	977.8	0.0
86	10.8464	21.3545	12.6795	100	0.8986	878.276	977.353	977.4	0.0	878.3	0.0
87	10.8464	23.4520	14.7770	100	0.9225	1813.020	1965.430	1965.4	0.0	1813.0	0.0
88	10.8464	25.5495	16.2995	100	0.9274	1581.016	1704.714	1704.7	0.0	1581.0	0.0
89	10.8464	27.6470	17.8220	100	0.9099	1216.705	1337.210	1337.2	0.0	1216.7	0.0
90	10.8464	29.7445	19.3445	100	0.8779	807.026	919.298	919.3	0.0	807.0	0.0
91	10.8464	31.8420	21.4420	100	0.8325	1420.572	1706.384	1706.4	0.0	1420.6	0.0
92	10.8464	33.9396	22.9646	100	0.7789	792.250	1017.173	1017.2	0.0	792.3	0.0
93	10.8464	36.0371	25.0621	100	0.7134	1089.547	1527.206	1527.2	0.0	1089.5	0.0
94	10.8464	38.1346	27.7346	100	0.6625	2829.368	4270.904	4270.9	0.0	2829.4	0.0
95	10.8464	40.2321	29.8321	100	0.6201	3268.763	5271.187	5271.2	0.0	3268.8	0.0
96	10.8464	42.3296	31.3546	100	0.5882	2154.977	3663.806	3663.8	0.0	2155.0	0.0
97	10.8464	44.4271	33.4521	100	0.5602	2559.520	4568.573	4568.6	0.0	2559.5	0.0
98	10.8464	46.5246	35.5496	100	0.5355	2971.900	5550.180	5550.2	0.0	2971.9	0.0
99	10.8464	48.6221	38.2221	100	0.5144	5397.384	10491.885	10491.9	0.0	5397.4	0.0
100	10.8464	50.7196	40.8946	100	0.4956	8549.202	17250.605	17250.6	0.0	8549.2	0.0
101	-31.5351	31.8420	nicht berechnet								
102	-31.5351	12.9645	nicht berechnet								
103	-29.5169	27.6470	nicht berechnet								
104	-29.5169	25.5495	nicht berechnet								
105	-29.5169	29.7445	nicht berechnet								
106	8.8282	10.8670	4.8697	100	0.8047	136.122	169.154	169.2	0.0	136.1	0.0
107	8.8282	12.9645	6.7677	100	0.8399	301.288	358.726	358.7	0.0	301.3	0.0
108	8.8282	15.0620	8.6870	100	0.8627	578.650	670.753	670.8	0.0	578.7	0.0
109	8.8282	17.1595	10.2095	100	0.8803	532.427	604.837	604.8	0.0	532.4	0.0
110	8.8282	19.2570	12.3070	100	0.8955	1184.818	1323.050	1323.0	0.0	1184.8	0.0
111	8.8282	21.3545	13.8295	100	0.9053	1053.369	1163.498	1163.5	0.0	1053.4	0.0
112	8.8282	23.4520	15.9270	100	0.9164	2061.010	2249.047	2249.0	0.0	2061.0	0.0
113	8.8282	25.5495	17.4495	100	0.9321	1847.805	1982.500	1982.5	0.0	1847.8	0.0
114	8.8282	27.6470	18.9720	100	0.9348	1515.276	1621.030	1621.0	0.0	1515.3	0.0
115	8.8282	29.7445	20.4945	100	0.9175	1086.661	1184.361	1184.4	0.0	1086.7	0.0
116	8.8282	31.8420	22.5920	100	0.8901	1988.358	2233.913	2233.9	0.0	1988.4	0.0
117	8.8282	33.9396	24.1146	100	0.8601	1344.828	1563.658	1563.7	0.0	1344.8	0.0
118	8.8282	36.0371	25.6371	100	0.8150	741.862	910.302	910.3	0.0	741.9	0.0
119	8.8282	38.1346	27.7346	100	0.7590	1144.623	1508.010	1508.0	0.0	1144.6	0.0
120	8.8282	40.2321	30.4071	100	0.7058	3186.904	4515.584	4515.6	0.0	3186.9	0.0
121	8.8282	42.3296	32.5046	100	0.6633	3744.652	5645.293	5645.3	0.0	3744.7	0.0
122	8.8282	44.4271	34.0271	100	0.6295	2442.055	3879.186	3879.2	0.0	2442.1	0.0
123	8.8282	46.5246	36.1246	100	0.6011	2951.800	4910.883	4910.9	0.0	2951.8	0.0
124	8.8282	48.6221	38.2221	100	0.5755	3472.058	6032.777	6032.8	0.0	3472.1	0.0
125	8.8282	50.7196	40.3196	100	0.5526	4002.007	7242.649	7242.6	0.0	4002.0	0.0

126	-31.5351	27.6470	nicht berechnet								
127	-31.5351	15.0620	nicht berechnet								
128	-29.5169	21.3545	nicht berechnet								
129	-29.5169	23.4520	nicht berechnet								
130	6.8100	8.7695	6.2305	117	0.6733	1309.873	1945.431	1945.4	0.0	1309.9	0.0
131	6.8100	10.8670	5.9747	100	0.8297	183.535	221.200	221.2	0.0	183.5	0.0
132	6.8100	12.9645	7.7142	100	0.8540	271.855	318.325	318.3	0.0	271.9	0.0
133	6.8100	15.0620	9.8370	100	0.8754	734.280	838.767	838.8	0.0	734.3	0.0
134	6.8100	17.1595	11.3595	100	0.8891	662.558	745.196	745.2	0.0	662.6	0.0
135	6.8100	19.2570	13.4570	100	0.9032	1414.139	1565.669	1565.7	0.0	1414.1	0.0
136	6.8100	21.3545	14.9795	100	0.9114	1247.801	1369.167	1369.2	0.0	1247.8	0.0
137	6.8100	23.4520	17.0770	100	0.9217	2375.563	2577.264	2577.3	0.0	2375.6	0.0
138	6.8100	25.5495	19.1745	100	0.9316	4027.917	4323.727	4323.7	0.0	4027.9	0.0
139	6.8100	27.6470	20.6970	100	0.9427	3701.414	3926.535	3926.5	0.0	3701.4	0.0
140	6.8100	29.7445	22.2195	100	0.9419	3191.630	3388.412	3388.4	0.0	3191.6	0.0
141	6.8100	31.8420	23.7420	100	0.9282	2533.469	2729.411	2729.4	0.0	2533.5	0.0
142	6.8100	33.9396	25.2646	100	0.9073	1835.280	2022.841	2022.8	0.0	1835.3	0.0
143	6.8100	36.0371	26.7871	100	0.8727	1140.956	1307.426	1307.4	0.0	1141.0	0.0
144	6.8100	38.1346	28.8846	100	0.8431	2018.155	2393.833	2393.8	0.0	2018.2	0.0
145	6.8100	40.2321	30.4071	100	0.7975	1124.720	1410.293	1410.3	0.0	1124.7	0.0
146	6.8100	42.3296	33.0796	100	0.7468	3495.134	4680.108	4680.1	0.0	3495.1	0.0
147	6.8100	44.4271	35.1771	100	0.7031	4160.954	5917.876	5917.9	0.0	4161.0	0.0
148	6.8100	46.5246	36.6996	100	0.6660	2647.963	3976.053	3976.1	0.0	2648.0	0.0
149	6.8100	48.6221	38.7971	100	0.6375	3270.208	5129.690	5129.7	0.0	3270.2	0.0
150	6.8100	50.7196	40.8946	100	0.6116	3907.138	6388.577	6388.6	0.0	3907.1	0.0
151	-31.5351	25.5495	nicht berechnet								
152	-31.5351	17.1595	nicht berechnet								
153	-29.5169	19.2570	nicht berechnet								
154	4.7919	6.6720	14.6720	134	0.3659	42931.597	117325.743	117325.7	0.0	42931.6	0.0
155	4.7919	8.7695	6.2305	107	0.7721	608.688	788.394	788.4	0.0	608.7	0.0
156	4.7919	10.8670	7.0798	100	0.8463	233.346	275.736	275.7	0.0	233.3	0.0
157	4.7919	12.9645	9.1339	100	0.8697	587.757	675.830	675.8	0.0	587.8	0.0
158	4.7919	15.0620	10.9870	100	0.8860	909.933	1027.047	1027.0	0.0	909.9	0.0
159	4.7919	17.1595	12.5095	100	0.8968	809.666	902.833	902.8	0.0	809.7	0.0
160	4.7919	19.2570	14.6070	100	0.9100	1666.558	1831.453	1831.5	0.0	1666.6	0.0
161	4.7919	21.3545	16.1295	100	0.9168	1462.445	1595.185	1595.2	0.0	1462.4	0.0
162	4.7919	23.4520	18.2270	100	0.9266	2716.389	2931.667	2931.7	0.0	2716.4	0.0
163	4.7919	25.5495	19.7495	100	0.9316	2380.096	2554.882	2554.9	0.0	2380.1	0.0
164	4.7919	27.6470	21.8470	100	0.9418	4124.825	4379.928	4379.9	0.0	4124.8	0.0
165	4.7919	29.7445	23.3695	100	0.9516	3659.830	3846.109	3846.1	0.0	3659.8	0.0
166	4.7919	31.8420	24.8920	100	0.9502	3032.031	3190.995	3191.0	0.0	3032.0	0.0
167	4.7919	33.9396	26.4146	100	0.9379	2303.851	2456.292	2456.3	0.0	2303.9	0.0
168	4.7919	36.0371	28.5121	100	0.9121	3759.952	4122.423	4122.4	0.0	3760.0	0.0
169	4.7919	38.1346	30.0346	100	0.8915	2761.379	3097.609	3097.6	0.0	2761.4	0.0
170	4.7919	40.2321	31.5571	100	0.8623	1799.261	2086.468	2086.5	0.0	1799.3	0.0
171	4.7919	42.3296	33.6546	100	0.8271	2817.366	3406.326	3406.3	0.0	2817.4	0.0
172	4.7919	44.4271	35.1771	100	0.7819	1577.798	2017.837	2017.8	0.0	1577.8	0.0
173	4.7919	46.5246	37.8496	100	0.7391	4476.443	6056.472	6056.5	0.0	4476.4	0.0
174	4.7919	48.6221	39.9471	100	0.7011	5289.711	7544.865	7544.9	0.0	5289.7	0.0
175	4.7919	50.7196	41.4696	100	0.6701	3496.184	5217.186	5217.2	0.0	3496.2	0.0
176	-31.5351	23.4520	nicht berechnet								
177	-31.5351	19.2570	nicht berechnet								
178	2.7737	4.5745	12.5745	136	0.3584	29431.249	82118.115	82118.1	0.0	29431.2	0.0
179	2.7737	6.6720	14.6720	124	0.3716	37715.697	101491.166	101491.2	0.0	37715.7	0.0
180	2.7737	8.7695	6.4939	100	0.8384	220.245	262.694	262.7	0.0	220.2	0.0
181	2.7737	10.8670	8.5532	100	0.8609	563.148	654.121	654.1	0.0	563.1	0.0
182	2.7737	12.9645	10.0803	100	0.8793	524.470	596.433	596.4	0.0	524.5	0.0
183	2.7737	15.0620	12.1370	100	0.8949	1106.399	1236.316	1236.3	0.0	1106.4	0.0
184	2.7737	17.1595	13.6595	100	0.9036	974.614	1078.565	1078.6	0.0	974.6	0.0
185	2.7737	19.2570	15.7570	100	0.9159	1942.911	2121.198	2121.2	0.0	1942.9	0.0
186	2.7737	21.3545	17.2795	100	0.9217	1698.174	1842.380	1842.4	0.0	1698.2	0.0
187	2.7737	23.4520	19.3770	100	0.9310	3084.344	3313.069	3313.1	0.0	3084.3	0.0
188	2.7737	25.5495	20.8995	100	0.9354	2698.527	2884.919	2884.9	0.0	2698.5	0.0
189	2.7737	27.6470	22.9970	100	0.9424	4573.447	4852.914	4852.9	0.0	4573.4	0.0
190	2.7737	29.7445	25.0945	100	0.9501	7130.213	7504.866	7504.9	0.0	7130.2	0.0
191	2.7737	31.8420	26.6170	100	0.9547	6455.963	6762.238	6762.2	0.0	6456.0	0.0
192	2.7737	33.9396	28.1396	100	0.9525	5590.082	5869.092	5869.1	0.0	5590.1	0.0

193	2.7737	36.0371	29.6621	100	0.9416	4558.069	4840.996	4841.0	0.0	4558.1	0.0
194	2.7737	38.1346	31.1846	100	0.9268	3494.287	3770.321	3770.3	0.0	3494.3	0.0
195	2.7737	40.2321	32.7071	100	0.9040	2430.322	2688.439	2688.4	0.0	2430.3	0.0
196	2.7737	42.3296	34.8046	100	0.8755	3863.514	4413.159	4413.2	0.0	3863.5	0.0
197	2.7737	44.4271	36.3271	100	0.8502	2605.874	3064.934	3064.9	0.0	2605.9	0.0
198	2.7737	46.5246	38.4246	100	0.8120	3692.865	4548.043	4548.0	0.0	3692.9	0.0
199	2.7737	48.6221	40.5221	100	0.7703	4640.598	6024.667	6024.7	0.0	4640.6	0.0
200	2.7737	50.7196	42.6196	100	0.7326	5600.271	7644.161	7644.2	0.0	5600.3	0.0
201	-31.5351	21.3545	nicht berechnet								
202	0.7555	2.4770	12.5230	142	0.3888	32245.326	82945.308	82945.3	0.0	32245.3	0.0
203	0.7555	4.5745	12.5745	133	0.3628	24109.068	66461.149	66461.1	0.0	24109.1	0.0
204	0.7555	6.6720	14.6720	115	0.3833	32011.989	83509.650	83509.6	0.0	32012.0	0.0
205	0.7555	8.7695	7.8113	100	0.8547	413.283	483.565	483.6	0.0	413.3	0.0
206	0.7555	10.8670	9.6582	100	0.8747	670.042	765.992	766.0	0.0	670.0	0.0
207	0.7555	12.9645	11.5000	100	0.8900	1002.027	1125.848	1125.8	0.0	1002.0	0.0
208	0.7555	15.0620	13.2870	100	0.9026	1324.487	1467.345	1467.3	0.0	1324.5	0.0
209	0.7555	17.1595	14.8095	100	0.9097	1158.271	1273.212	1273.2	0.0	1158.3	0.0
210	0.7555	19.2570	16.9070	100	0.9213	2244.044	2435.704	2435.7	0.0	2244.0	0.0
211	0.7555	21.3545	18.4295	100	0.9263	1955.866	2111.583	2111.6	0.0	1955.9	0.0
212	0.7555	23.4520	20.5270	100	0.9350	3480.290	3722.286	3722.3	0.0	3480.3	0.0
213	0.7555	25.5495	22.0495	100	0.9389	3042.186	3240.070	3240.1	0.0	3042.2	0.0
214	0.7555	27.6470	24.1470	100	0.9456	5076.063	5368.163	5368.2	0.0	5076.1	0.0
215	0.7555	29.7445	25.6695	100	0.9490	4460.338	4700.015	4700.0	0.0	4460.3	0.0
216	0.7555	31.8420	27.7670	100	0.9589	7138.314	7443.920	7443.9	0.0	7138.3	0.0
217	0.7555	33.9396	29.2896	100	0.9633	6306.652	6546.779	6546.8	0.0	6306.7	0.0
218	0.7555	36.0371	30.8121	100	0.9610	5306.457	5522.076	5522.1	0.0	5306.5	0.0
219	0.7555	38.1346	32.3346	100	0.9519	4201.668	4413.961	4414.0	0.0	4201.7	0.0
220	0.7555	40.2321	33.8571	100	0.9348	3059.437	3272.924	3272.9	0.0	3059.4	0.0
221	0.7555	42.3296	35.9546	100	0.9126	4912.449	5382.786	5382.8	0.0	4912.4	0.0
222	0.7555	44.4271	37.4771	100	0.8923	3514.150	3938.503	3938.5	0.0	3514.1	0.0
223	0.7555	46.5246	38.9996	100	0.8634	2224.076	2576.007	2576.0	0.0	2224.1	0.0
224	0.7555	48.6221	41.0971	100	0.8373	3545.702	4234.830	4234.8	0.0	3545.7	0.0
225	0.7555	50.7196	43.1946	100	0.7994	4697.679	5876.695	5876.7	0.0	4697.7	0.0
226	-1.2626	0.3795	14.6205	147	0.4986	60904.006	122161.232	122161.2	0.0	60904.0	0.0
227	-1.2626	2.4770	12.5230	138	0.4230	27679.070	65438.510	65438.5	0.0	27679.1	0.0
228	-1.2626	4.5745	12.5745	127	0.3863	20197.843	52289.533	52289.5	0.0	20197.8	0.0
229	-1.2626	6.6720	14.6720	105	0.4126	27410.883	66430.248	66430.2	0.0	27410.9	0.0
230	-1.2626	8.7695	8.6018	100	0.8556	258.725	302.382	302.4	0.0	258.7	0.0
231	-1.2626	10.8670	10.7633	100	0.8856	779.417	880.145	880.1	0.0	779.4	0.0
232	-1.2626	12.9645	12.4465	100	0.8977	894.588	996.497	996.5	0.0	894.6	0.0
233	-1.2626	15.0620	14.4370	100	0.9094	1565.028	1720.919	1720.9	0.0	1565.0	0.0
234	-1.2626	17.1595	15.9595	100	0.9152	1361.511	1487.601	1487.6	0.0	1361.5	0.0
235	-1.2626	19.2570	18.0570	100	0.9262	2570.812	2775.782	2775.8	0.0	2570.8	0.0
236	-1.2626	21.3545	19.5795	100	0.9304	2236.401	2403.628	2403.6	0.0	2236.4	0.0
237	-1.2626	23.4520	21.6770	100	0.9387	3905.096	4160.142	4160.1	0.0	3905.1	0.0
238	-1.2626	25.5495	23.1995	100	0.9422	3411.958	3621.173	3621.2	0.0	3412.0	0.0
239	-1.2626	27.6470	25.2970	100	0.9485	5610.782	5915.137	5915.1	0.0	5610.8	0.0
240	-1.2626	29.7445	26.8195	100	0.9517	4931.300	5181.594	5181.6	0.0	4931.3	0.0
241	-1.2626	31.8420	28.9170	100	0.9566	7730.875	8082.012	8082.0	0.0	7730.9	0.0
242	-1.2626	33.9396	31.0146	100	0.9612	11328.797	11785.682	11785.7	0.0	11328.8	0.0
243	-1.2626	36.0371	31.9621	100	0.9645	5883.358	6099.700	6099.7	0.0	5883.4	0.0
244	-1.2626	38.1346	33.4846	100	0.9608	4768.717	4963.345	4963.3	0.0	4768.7	0.0
245	-1.2626	40.2321	35.5821	100	0.9538	7489.102	7851.481	7851.5	0.0	7489.1	0.0
246	-1.2626	42.3296	37.1046	100	0.9407	5935.183	6309.235	6309.2	0.0	5935.2	0.0
247	-1.2626	44.4271	38.6271	100	0.9246	4424.783	4785.612	4785.6	0.0	4424.8	0.0
248	-1.2626	46.5246	40.1496	100	0.9008	2985.689	3314.384	3314.4	0.0	2985.7	0.0
249	-1.2626	48.6221	42.2471	100	0.8796	4787.162	5442.706	5442.7	0.0	4787.2	0.0
250	-1.2626	50.7196	43.7696	100	0.8552	3167.661	3703.954	3704.0	0.0	3167.7	0.0
251	-3.2808	0.3795	14.6205	142	0.5590	54313.333	97158.877	97158.9	0.0	54313.3	0.0
252	-3.2808	2.4770	12.5230	134	0.4747	23859.771	50262.371	50262.4	0.0	23859.8	0.0
253	-3.2808	4.5745	12.5745	122	0.4241	16917.250	39886.278	39886.3	0.0	16917.2	0.0
254	-3.2808	6.6720	14.6720	100	0.4426	22907.576	51758.516	51758.5	0.0	22907.6	0.0
255	-3.2808	8.7695	16.7695	100	0.4578	30075.896	65699.555	65699.6	0.0	30075.9	0.0
256	-3.2808	10.8670	11.1316	100	0.7591	117.655	154.985	155.0	0.0	117.7	0.0
257	-3.2808	12.9645	12.9197	100	0.7896	183.470	232.365	232.4	0.0	183.5	0.0
258	-3.2808	15.0620	15.0120	100	0.8912	693.862	778.545	778.5	0.0	693.9	0.0
259	-3.2808	17.1595	17.1095	100	0.9203	1585.209	1722.562	1722.6	0.0	1585.2	0.0

260	-3.2808	19.2570	19.2070	100	0.9306	2924.074	3142.247	3142.2	0.0	2924.1	0.0
261	-3.2808	21.3545	20.7295	100	0.9343	2540.661	2719.350	2719.3	0.0	2540.7	0.0
262	-3.2808	23.4520	22.8270	100	0.9421	4359.630	4627.461	4627.5	0.0	4359.6	0.0
263	-3.2808	25.5495	24.3495	100	0.9453	3808.727	4029.066	4029.1	0.0	3808.7	0.0
264	-3.2808	27.6470	26.4470	100	0.9513	6178.481	6494.666	6494.7	0.0	6178.5	0.0
265	-3.2808	29.7445	27.9695	100	0.9542	5432.534	5693.080	5693.1	0.0	5432.5	0.0
266	-3.2808	31.8420	30.0670	100	0.9589	8423.660	8785.138	8785.1	0.0	8423.7	0.0
267	-3.2808	33.9396	32.1646	100	0.9627	12258.015	12733.154	12733.2	0.0	12258.0	0.0
268	-3.2808	36.0371	33.6871	100	0.9695	11215.679	11568.975	11569.0	0.0	11215.7	0.0
269	-3.2808	38.1346	35.2096	100	0.9714	9939.919	10232.116	10232.1	0.0	9939.9	0.0
270	-3.2808	40.2321	36.7321	100	0.9690	8490.035	8762.015	8762.0	0.0	8490.0	0.0
271	-3.2808	42.3296	38.2546	100	0.9620	6931.203	7204.838	7204.8	0.0	6931.2	0.0
272	-3.2808	44.4271	39.7771	100	0.9499	5331.027	5612.303	5612.3	0.0	5331.0	0.0
273	-3.2808	46.5246	41.8746	100	0.9279	7950.171	8567.581	8567.6	0.0	7950.2	0.0
274	-3.2808	48.6221	43.3971	100	0.9129	6038.511	6614.753	6614.8	0.0	6038.5	0.0
275	-3.2808	50.7196	44.9196	100	0.8927	4230.199	4738.894	4738.9	0.0	4230.2	0.0
276	-5.2989	0.3795	14.6205	137	0.6276	47410.739	75548.081	75548.1	0.0	47410.7	0.0
277	-5.2989	2.4770	12.5230	130	0.5302	19882.619	37501.035	37501.0	0.0	19882.6	0.0
278	-5.2989	4.5745	12.5745	115	0.4616	13685.822	29650.197	29650.2	0.0	13685.8	0.0
279	-5.2989	6.6720	14.6720	100	0.4706	18592.513	39511.603	39511.6	0.0	18592.5	0.0
280	-5.2989	8.7695	16.7695	100	0.4832	24506.688	50722.510	50722.5	0.0	24506.7	0.0
281	-5.2989	10.8670	18.8670	100	0.4915	31243.863	63569.168	63569.2	0.0	31243.9	0.0
282	-5.2989	12.9645	13.8661	100	0.6096	61.549	100.973	101.0	0.0	61.5	0.0
283	-5.2989	15.0620	15.5870	100	0.5600	55.161	98.499	98.5	0.0	55.2	0.0
284	-5.2989	17.1595	17.6845	100	0.8596	536.421	624.034	624.0	0.0	536.4	0.0
285	-5.2989	19.2570	19.7820	100	0.9182	1456.647	1586.404	1586.4	0.0	1456.6	0.0
286	-5.2989	21.3545	21.8795	100	0.9379	2869.527	3059.585	3059.6	0.0	2869.5	0.0
287	-5.2989	23.4520	23.9770	100	0.9453	4844.766	5125.070	5125.1	0.0	4844.8	0.0
288	-5.2989	25.5495	25.4995	100	0.9482	4233.376	4464.587	4464.6	0.0	4233.4	0.0
289	-5.2989	27.6470	27.5970	100	0.9539	6780.037	7107.584	7107.6	0.0	6780.0	0.0
290	-5.2989	29.7445	29.1195	100	0.9566	5964.926	6235.313	6235.3	0.0	5964.9	0.0
291	-5.2989	31.8420	31.2170	100	0.9610	9153.565	9524.758	9524.8	0.0	9153.6	0.0
292	-5.2989	33.9396	32.7396	100	0.9636	8107.323	8413.154	8413.2	0.0	8107.3	0.0
293	-5.2989	36.0371	34.8371	100	0.9670	12008.439	12417.928	12417.9	0.0	12008.4	0.0
294	-5.2989	38.1346	36.3596	100	0.9730	10772.495	11070.963	11071.0	0.0	10772.5	0.0
295	-5.2989	40.2321	37.8821	100	0.9747	9337.090	9579.798	9579.8	0.0	9337.1	0.0
296	-5.2989	42.3296	39.4046	100	0.9715	7757.566	7985.154	7985.2	0.0	7757.6	0.0
297	-5.2989	44.4271	40.9271	100	0.9628	6101.355	6336.821	6336.8	0.0	6101.4	0.0
298	-5.2989	46.5246	43.0246	100	0.9512	9310.046	9787.843	9787.8	0.0	9310.0	0.0
299	-5.2989	48.6221	44.5471	100	0.9392	7275.783	7746.757	7746.8	0.0	7275.8	0.0
300	-5.2989	50.7196	46.0696	100	0.9224	5308.613	5755.070	5755.1	0.0	5308.6	0.0
301	-7.3171	0.3795	14.6205	130	0.7030	40172.530	57148.469	57148.5	0.0	40172.5	0.0
302	-7.3171	2.4770	12.5230	123	0.5812	15892.617	27345.616	27345.6	0.0	15892.6	0.0
303	-7.3171	4.5745	12.5745	107	0.4907	10474.876	21345.970	21346.0	0.0	10474.9	0.0
304	-7.3171	6.6720	14.6720	100	0.4912	14385.832	29285.649	29285.6	0.0	14385.8	0.0
305	-7.3171	8.7695	16.7695	100	0.4990	19174.932	38430.483	38430.5	0.0	19174.9	0.0
306	-7.3171	10.8670	18.8670	100	0.5036	24702.397	49053.072	49053.1	0.0	24702.4	0.0
307	-7.3171	12.9645	20.9645	100	0.5111	31224.581	61087.289	61087.3	0.0	31224.6	0.0
308	-7.3171	15.0620	16.7370	100	0.6218	87.204	140.250	140.2	0.0	87.2	0.0
309	-7.3171	17.1595	25.1595	100	0.5227	47430.017	90742.150	90742.2	0.0	47430.0	0.0
310	-7.3171	19.2570	20.3570	100	0.7719	302.397	391.781	391.8	0.0	302.4	0.0
311	-7.3171	21.3545	22.4545	100	0.9005	1192.224	1324.013	1324.0	0.0	1192.2	0.0
312	-7.3171	23.4520	24.5520	100	0.9371	2634.940	2811.822	2811.8	0.0	2634.9	0.0
313	-7.3171	25.5495	26.0745	100	0.9221	1975.151	2142.082	2142.1	0.0	1975.2	0.0
314	-7.3171	27.6470	28.1720	100	0.9483	3903.257	4115.888	4115.9	0.0	3903.3	0.0
315	-7.3171	29.7445	30.2695	100	0.9589	6529.363	6809.135	6809.1	0.0	6529.4	0.0
316	-7.3171	31.8420	32.3670	100	0.9631	9921.471	10301.709	10301.7	0.0	9921.5	0.0
317	-7.3171	33.9396	33.8896	100	0.9656	8794.746	9108.240	9108.2	0.0	8794.7	0.0
318	-7.3171	36.0371	35.9871	100	0.9688	12919.907	13336.102	13336.1	0.0	12919.9	0.0
319	-7.3171	38.1346	38.0846	100	0.9726	18066.409	18576.219	18576.2	0.0	18066.4	0.0
320	-7.3171	40.2321	39.6071	100	0.9767	16509.222	16903.023	16903.0	0.0	16509.2	0.0
321	-7.3171	42.3296	41.1296	100	0.9775	14710.441	15049.240	15049.2	0.0	14710.4	0.0
322	-7.3171	44.4271	42.6521	100	0.9752	12734.301	13058.537	13058.5	0.0	12734.3	0.0
323	-7.3171	46.5246	44.1746	100	0.9697	10644.250	10976.895	10976.9	0.0	10644.3	0.0
324	-7.3171	48.6221	45.6971	100	0.9607	8509.247	8857.609	8857.6	0.0	8509.2	0.0
325	-7.3171	50.7196	47.2196	100	0.9470	6404.265	6762.619	6762.6	0.0	6404.3	0.0
326	-9.3353	0.3795	14.6205	118	0.7774	32715.140	42081.668	42081.7	0.0	32715.1	0.0

327	-9.3353	2.4770	12.5230	114	0.6215	11891.594	19134.590	19134.6	0.0	11891.6	0.0
328	-9.3353	4.5745	12.5745	100	0.4967	7433.876	14965.167	14965.2	0.0	7433.9	0.0
329	-9.3353	6.6720	14.6720	100	0.5006	10457.954	20888.995	20889.0	0.0	10458.0	0.0
330	-9.3353	8.7695	16.7695	100	0.4982	14154.299	28413.423	28413.4	0.0	14154.3	0.0
331	-9.3353	10.8670	18.8670	100	0.5052	18578.976	36772.949	36772.9	0.0	18579.0	0.0
332	-9.3353	12.9645	20.9645	100	0.5113	23845.539	46636.625	46636.6	0.0	23845.5	0.0
333	-9.3353	15.0620	23.0620	100	0.5155	30062.101	58311.513	58311.5	0.0	30062.1	0.0
334	-9.3353	17.1595	25.1595	100	0.5261	37256.151	70814.183	70814.2	0.0	37256.2	0.0
335	-9.3353	19.2570	27.2570	100	0.5336	45554.513	85366.165	85366.2	0.0	45554.5	0.0
336	-9.3353	21.3545	29.3545	100	0.5421	55021.830	101500.422	101500.4	0.0	55021.8	0.0
337	-9.3353	23.4520	25.1270	100	0.8563	822.163	960.133	960.1	0.0	822.2	0.0
338	-9.3353	25.5495	26.6495	100	0.7174	308.828	430.505	430.5	0.0	308.8	0.0
339	-9.3353	27.6470	28.7470	100	0.8943	1484.311	1659.789	1659.8	0.0	1484.3	0.0
340	-9.3353	29.7445	30.8445	100	0.9414	3386.409	3597.124	3597.1	0.0	3386.4	0.0
341	-9.3353	31.8420	32.9420	100	0.9597	6045.065	6299.104	6299.1	0.0	6045.1	0.0
342	-9.3353	33.9396	35.0396	100	0.9674	9518.380	9838.878	9838.9	0.0	9518.4	0.0
343	-9.3353	36.0371	37.1371	100	0.9705	13873.531	14295.559	14295.6	0.0	13873.5	0.0
344	-9.3353	38.1346	38.6596	100	0.9728	12387.961	12733.719	12733.7	0.0	12388.0	0.0
345	-9.3353	40.2321	40.7571	100	0.9770	17627.699	18043.234	18043.2	0.0	17627.7	0.0
346	-9.3353	42.3296	42.2796	100	0.9811	15870.428	16176.800	16176.8	0.0	15870.4	0.0
347	-9.3353	44.4271	43.8021	100	0.9818	13899.680	14157.160	14157.2	0.0	13899.7	0.0
348	-9.3353	46.5246	45.3246	100	0.9792	11778.701	12029.185	12029.2	0.0	11778.7	0.0
349	-9.3353	48.6221	46.8471	100	0.9728	9576.535	9844.412	9844.4	0.0	9576.5	0.0
350	-9.3353	50.7196	48.3696	100	0.9616	7368.348	7662.218	7662.2	0.0	7368.3	0.0
351	-11.3534	0.3795	14.6205	134	0.8372	25084.240	29963.174	29963.2	0.0	25084.2	0.0
352	-11.3534	2.4770	12.5230	108	0.6243	8103.469	12980.802	12980.8	0.0	8103.5	0.0
353	-11.3534	4.5745	12.5745	100	0.4776	4803.864	10058.304	10058.3	0.0	4803.9	0.0
354	-11.3534	6.6720	14.6720	100	0.4725	6921.159	14647.228	14647.2	0.0	6921.2	0.0
355	-11.3534	8.7695	16.7695	100	0.4755	9638.255	20269.142	20269.1	0.0	9638.3	0.0
356	-11.3534	10.8670	18.8670	100	0.4812	13002.149	27017.715	27017.7	0.0	13002.1	0.0
357	-11.3534	12.9645	20.9645	100	0.4923	17106.596	34746.735	34746.7	0.0	17106.6	0.0
358	-11.3534	15.0620	23.0620	100	0.5019	22029.832	43895.157	43895.2	0.0	22029.8	0.0
359	-11.3534	17.1595	25.1595	100	0.5136	27839.333	54200.577	54200.6	0.0	27839.3	0.0
360	-11.3534	19.2570	27.2570	100	0.5221	34625.932	66317.249	66317.2	0.0	34625.9	0.0
361	-11.3534	21.3545	24.1795	100	0.5577	104.574	187.523	187.5	0.0	104.6	0.0
362	-11.3534	23.4520	31.4520	100	0.5421	51417.700	94845.536	94845.5	0.0	51417.7	0.0
363	-11.3534	25.5495	27.7995	100	0.7481	402.090	537.482	537.5	0.0	402.1	0.0
364	-11.3534	27.6470	35.6470	100	0.5592	72975.568	130493.891	130493.9	0.0	72975.6	0.0
365	-11.3534	29.7445	31.4195	100	0.8338	914.431	1096.705	1096.7	0.0	914.4	0.0
366	-11.3534	31.8420	33.5170	100	0.9245	2712.532	2933.932	2933.9	0.0	2712.5	0.0
367	-11.3534	33.9396	35.6146	100	0.9555	5345.959	5594.910	5594.9	0.0	5346.0	0.0
368	-11.3534	36.0371	37.7121	100	0.9686	8852.390	9139.205	9139.2	0.0	8852.4	0.0
369	-11.3534	38.1346	39.2346	100	0.9642	7326.356	7598.597	7598.6	0.0	7326.4	0.0
370	-11.3534	40.2321	41.3321	100	0.9744	11570.183	11874.736	11874.7	0.0	11570.2	0.0
371	-11.3534	42.3296	43.4296	100	0.9789	16834.360	17197.743	17197.7	0.0	16834.4	0.0
372	-11.3534	44.4271	45.5271	100	0.9820	23167.655	23591.833	23591.8	0.0	23167.7	0.0
373	-11.3534	46.5246	47.0496	100	0.9822	20771.052	21146.844	21146.8	0.0	20771.1	0.0
374	-11.3534	48.6221	48.5721	100	0.9801	18190.774	18559.468	18559.5	0.0	18190.8	0.0
375	-11.3534	50.7196	50.0946	100	0.9757	15492.316	15877.862	15877.9	0.0	15492.3	0.0
376	-13.3716	0.3795	14.6205	596	0.8508	17727.034	20835.345	20835.3	0.0	17727.0	0.0
377	-13.3716	2.4770	12.5230	115	0.5543	4849.365	8748.576	8748.6	0.0	4849.4	0.0
378	-13.3716	4.5745	12.5745	100	0.3964	2575.299	6496.208	6496.2	0.0	2575.3	0.0
379	-13.3716	6.6720	14.6720	100	0.4226	4142.260	9801.072	9801.1	0.0	4142.3	0.0
380	-13.3716	8.7695	16.7695	100	0.4265	5912.792	13864.919	13864.9	0.0	5912.8	0.0
381	-13.3716	10.8670	18.8670	100	0.4374	8243.320	18844.993	18845.0	0.0	8243.3	0.0
382	-13.3716	12.9645	20.9645	100	0.4512	11216.486	24861.049	24861.0	0.0	11216.5	0.0
383	-13.3716	15.0620	23.0620	100	0.4664	14906.124	31958.143	31958.1	0.0	14906.1	0.0
384	-13.3716	17.1595	25.1595	100	0.4801	19375.178	40353.425	40353.4	0.0	19375.2	0.0
385	-13.3716	19.2570	27.2570	100	0.4961	24713.591	49814.632	49814.6	0.0	24713.6	0.0
386	-13.3716	21.3545	29.3545	100	0.5081	30977.611	60967.726	60967.7	0.0	30977.6	0.0
387	-13.3716	23.4520	31.4520	100	0.5209	38254.135	73437.151	73437.2	0.0	38254.1	0.0
388	-13.3716	25.5495	33.5495	100	0.5342	46625.137	87273.326	87273.3	0.0	46625.1	0.0
389	-13.3716	27.6470	35.6470	100	0.5479	56167.365	102517.947	102517.9	0.0	56167.4	0.0
390	-13.3716	29.7445	32.5695	100	0.8476	1085.581	1280.826	1280.8	0.0	1085.6	0.0
391	-13.3716	31.8420	34.0920	100	0.6790	350.266	515.864	515.9	0.0	350.3	0.0
392	-13.3716	33.9396	36.1896	100	0.8905	1927.500	2164.395	2164.4	0.0	1927.5	0.0
393	-13.3716	36.0371	38.2871	100	0.9448	4461.796	4722.661	4722.7	0.0	4461.8	0.0

394	-13.3716	38.1346	40.3846	100	0.9662	7943.614	8221.398	8221.4	0.0	7943.6	0.0
395	-13.3716	40.2321	41.9071	100	0.9566	6265.849	6549.855	6549.9	0.0	6265.8	0.0
396	-13.3716	42.3296	44.0046	100	0.9730	10487.272	10778.478	10778.5	0.0	10487.3	0.0
397	-13.3716	44.4271	46.1021	100	0.9806	15786.935	16099.653	16099.7	0.0	15786.9	0.0
398	-13.3716	46.5246	48.1996	100	0.9869	22306.530	22603.597	22603.6	0.0	22306.5	0.0
399	-13.3716	48.6221	49.7221	100	0.9871	19720.722	19978.247	19978.2	0.0	19720.7	0.0
400	-13.3716	50.7196	51.2446	100	0.9849	16982.303	17242.287	17242.3	0.0	16982.3	0.0
401	-15.3898	0.3795	14.6205	528	0.7675	11061.961	14413.596	14413.6	0.0	11062.0	0.0
402	-15.3898	2.4770	12.5230	213	0.3327	1831.412	5504.901	5504.9	0.0	1831.4	0.0
403	-15.3898	4.5745	12.5745	115	0.1896	599.268	3161.484	3161.5	0.0	599.3	0.0
404	-15.3898	6.6720	14.6720	100	0.3046	1787.699	5869.470	5869.5	0.0	1787.7	0.0
405	-15.3898	8.7695	16.7695	100	0.3507	3177.479	9059.953	9060.0	0.0	3177.5	0.0
406	-15.3898	10.8670	18.8670	100	0.3681	4668.555	12681.551	12681.6	0.0	4668.6	0.0
407	-15.3898	12.9645	20.9645	100	0.3795	6506.117	17143.159	17143.2	0.0	6506.1	0.0
408	-15.3898	15.0620	23.0620	100	0.3978	8970.152	22548.321	22548.3	0.0	8970.2	0.0
409	-15.3898	17.1595	25.1595	100	0.4191	12130.270	28940.360	28940.4	0.0	12130.3	0.0
410	-15.3898	19.2570	27.2570	100	0.4413	16041.980	36351.000	36351.0	0.0	16042.0	0.0
411	-15.3898	21.3545	29.3545	100	0.4616	20798.877	45060.912	45060.9	0.0	20798.9	0.0
412	-15.3898	23.4520	31.4520	100	0.4832	26446.731	54729.691	54729.7	0.0	26446.7	0.0
413	-15.3898	25.5495	33.5495	100	0.5002	33078.578	66129.237	66129.2	0.0	33078.6	0.0
414	-15.3898	27.6470	35.6470	100	0.5175	40774.374	78795.733	78795.7	0.0	40774.4	0.0
415	-15.3898	29.7445	37.7445	100	0.5348	49605.903	92764.660	92764.7	0.0	49605.9	0.0
416	-15.3898	31.8420	35.2420	100	0.7170	465.048	648.627	648.6	0.0	465.0	0.0
417	-15.3898	33.9396	41.9396	100	0.5572	70920.904	127273.817	127273.8	0.0	70920.9	0.0
418	-15.3898	36.0371	38.8621	100	0.8194	1101.417	1344.241	1344.2	0.0	1101.4	0.0
419	-15.3898	38.1346	40.9596	100	0.9238	3435.874	3719.113	3719.1	0.0	3435.9	0.0
420	-15.3898	40.2321	43.0571	100	0.9592	6821.852	7111.929	7111.9	0.0	6821.9	0.0
421	-15.3898	42.3296	44.5796	100	0.9420	5039.077	5349.555	5349.6	0.0	5039.1	0.0
422	-15.3898	44.4271	46.6771	100	0.9681	9168.785	9471.370	9471.4	0.0	9168.8	0.0
423	-15.3898	46.5246	48.7746	100	0.9801	14446.493	14740.409	14740.4	0.0	14446.5	0.0
424	-15.3898	48.6221	50.8721	100	0.9884	21015.674	21261.644	21261.6	0.0	21015.7	0.0
425	-15.3898	50.7196	52.3946	100	0.9883	18261.655	18477.474	18477.5	0.0	18261.7	0.0
426	-17.4079	0.3795	14.6205	507	0.5075	5386.742	10614.899	10614.9	0.0	5386.7	0.0
427	-17.4079	2.4770	nicht berechnet								
428	-17.4079	4.5745	nicht berechnet								
429	-17.4079	6.6720	14.6720	100	0.0852	151.626	1779.622	1779.6	0.0	151.6	0.0
430	-17.4079	8.7695	16.7695	100	0.2043	953.977	4669.451	4669.5	0.0	954.0	0.0
431	-17.4079	10.8670	18.8670	100	0.2692	2075.752	7710.519	7710.5	0.0	2075.8	0.0
432	-17.4079	12.9645	20.9645	100	0.3024	3366.428	11131.221	11131.2	0.0	3366.4	0.0
433	-17.4079	15.0620	23.0620	100	0.3170	4763.408	15024.447	15024.4	0.0	4763.4	0.0
434	-17.4079	17.1595	25.1595	100	0.3363	6556.855	19496.628	19496.6	0.0	6556.9	0.0
435	-17.4079	19.2570	27.2570	100	0.3607	9034.646	25045.794	25045.8	0.0	9034.6	0.0
436	-17.4079	21.3545	29.3545	100	0.3867	12255.360	31693.035	31693.0	0.0	12255.4	0.0
437	-17.4079	23.4520	31.4520	100	0.4148	16300.766	39301.828	39301.8	0.0	16300.8	0.0
438	-17.4079	25.5495	33.5495	100	0.4406	21212.885	48146.854	48146.9	0.0	21212.9	0.0
439	-17.4079	27.6470	35.6470	100	0.4679	27086.173	57889.873	57889.9	0.0	27086.2	0.0
440	-17.4079	29.7445	37.7445	100	0.4900	33997.040	69380.774	69380.8	0.0	33997.0	0.0
441	-17.4079	31.8420	39.8420	100	0.5059	42010.999	83034.108	83034.1	0.0	42011.0	0.0
442	-17.4079	33.9396	41.9396	100	0.5273	51182.728	97072.158	97072.2	0.0	51182.7	0.0
443	-17.4079	36.0371	40.0121	100	0.8353	1308.211	1566.231	1566.2	0.0	1308.2	0.0
444	-17.4079	38.1346	41.5346	100	0.6296	351.571	558.422	558.4	0.0	351.6	0.0
445	-17.4079	40.2321	43.6321	100	0.8842	2330.160	2635.243	2635.2	0.0	2330.2	0.0
446	-17.4079	42.3296	45.7296	100	0.9456	5528.575	5846.576	5846.6	0.0	5528.6	0.0
447	-17.4079	44.4271	47.2521	100	0.9154	3703.220	4045.619	4045.6	0.0	3703.2	0.0
448	-17.4079	46.5246	49.3496	100	0.9582	7654.772	7988.355	7988.4	0.0	7654.8	0.0
449	-17.4079	48.6221	51.4471	100	0.9769	12842.659	13146.763	13146.8	0.0	12842.7	0.0
450	-17.4079	50.7196	53.5446	100	0.9859	19293.833	19570.412	19570.4	0.0	19293.8	0.0
451	-19.4261	0.3795	14.6205	496	0.1479	679.014	4591.226	4591.2	0.0	679.0	0.0
452	-19.4261	2.4770	nicht berechnet								
453	-19.4261	4.5745	nicht berechnet								
454	-19.4261	6.6720	nicht berechnet								
455	-19.4261	8.7695	nicht berechnet								
456	-19.4261	10.8670	18.8670	100	0.1036	285.107	2752.960	2753.0	0.0	285.1	0.0
457	-19.4261	12.9645	20.9645	100	0.1815	1039.417	5726.350	5726.4	0.0	1039.4	0.0
458	-19.4261	15.0620	23.0620	100	0.2295	2050.617	8935.001	8935.0	0.0	2050.6	0.0
459	-19.4261	17.1595	25.1595	100	0.2583	3224.412	12482.523	12482.5	0.0	3224.4	0.0
460	-19.4261	19.2570	27.2570	100	0.2749	4507.576	16396.529	16396.5	0.0	4507.6	0.0

528	-25.4806	4.5745	nicht berechnet								
529	-25.4806	6.6720	nicht berechnet								
530	-25.4806	8.7695	nicht berechnet								
531	-25.4806	10.8670	nicht berechnet								
532	-25.4806	12.9645	nicht berechnet								
533	-25.4806	15.0620	nicht berechnet								
534	-25.4806	17.1595	nicht berechnet								
535	-25.4806	19.2570	nicht berechnet								
536	-25.4806	21.3545	nicht berechnet								
537	-25.4806	23.4520	31.4520	100	0.0334	58.288	1744.242	1744.2	0.0	58.3	0.0
538	-25.4806	25.5495	33.5495	100	0.0794	383.171	4828.058	4828.1	0.0	383.2	0.0
539	-25.4806	27.6470	35.6470	100	0.1144	929.586	8125.961	8126.0	0.0	929.6	0.0
540	-25.4806	29.7445	37.7445	100	0.1410	1645.659	11674.768	11674.8	0.0	1645.7	0.0
541	-25.4806	31.8420	39.8420	100	0.1611	2496.293	15493.767	15493.8	0.0	2496.3	0.0
542	-25.4806	33.9396	41.9396	100	0.1764	3456.423	19592.736	19592.7	0.0	3456.4	0.0
543	-25.4806	36.0371	44.0371	100	0.1879	4503.888	23973.440	23973.4	0.0	4503.9	0.0
544	-25.4806	38.1346	46.1346	100	0.2079	6124.282	29457.714	29457.7	0.0	6124.3	0.0
545	-25.4806	40.2321	48.2321	100	0.2493	9104.195	36513.783	36513.8	0.0	9104.2	0.0
546	-25.4806	42.3296	50.3296	100	0.2984	13284.019	44523.822	44523.8	0.0	13284.0	0.0
547	-25.4806	44.4271	52.4271	100	0.3466	18705.587	53963.863	53963.9	0.0	18705.6	0.0
548	-25.4806	46.5246	54.5246	100	0.3912	25409.324	64951.299	64951.3	0.0	25409.3	0.0
549	-25.4806	48.6221	56.6221	100	0.4283	33453.177	78115.026	78115.0	0.0	33453.2	0.0
550	-25.4806	50.7196	56.4196	100	0.4783	238.214	498.040	498.0	0.0	238.2	0.0
551	-27.4988	0.3795	nicht berechnet								
552	-27.4988	2.4770	nicht berechnet								
553	-27.4988	4.5745	nicht berechnet								
554	-27.4988	6.6720	nicht berechnet								
555	-27.4988	8.7695	nicht berechnet								
556	-27.4988	10.8670	nicht berechnet								
557	-27.4988	12.9645	nicht berechnet								
558	-27.4988	15.0620	nicht berechnet								
559	-27.4988	17.1595	nicht berechnet								
560	-27.4988	19.2570	nicht berechnet								
561	-27.4988	21.3545	nicht berechnet								
562	-27.4988	23.4520	nicht berechnet								
563	-27.4988	25.5495	nicht berechnet								
564	-27.4988	27.6470	35.6470	100	0.0002	0.003	13.981	14.0	0.0	0.0	0.0
565	-27.4988	29.7445	37.7445	100	0.0433	132.083	3050.455	3050.5	0.0	132.1	0.0
566	-27.4988	31.8420	39.8420	100	0.0774	486.371	6286.173	6286.2	0.0	486.4	0.0
567	-27.4988	33.9396	41.9396	100	0.1043	1017.060	9752.105	9752.1	0.0	1017.1	0.0
568	-27.4988	36.0371	44.0371	100	0.1256	1691.276	13466.117	13466.1	0.0	1691.3	0.0
569	-27.4988	38.1346	46.1346	100	0.1424	2483.267	17437.487	17437.5	0.0	2483.3	0.0
570	-27.4988	40.2321	48.2321	100	0.1557	3373.277	21670.642	21670.6	0.0	3373.3	0.0
571	-27.4988	42.3296	50.3296	100	0.1661	4347.200	26168.052	26168.1	0.0	4347.2	0.0
572	-27.4988	44.4271	52.4271	100	0.1895	6037.633	31865.039	31865.0	0.0	6037.6	0.0
573	-27.4988	46.5246	54.5246	100	0.2417	9464.231	39160.171	39160.2	0.0	9464.2	0.0
574	-27.4988	48.6221	56.6221	100	0.2934	14313.626	48791.753	48791.8	0.0	14313.6	0.0
575	-27.4988	50.7196	57.5696	100	0.5615	390.266	694.993	695.0	0.0	390.3	0.0
576	-29.5169	0.3795	nicht berechnet								
577	-29.5169	2.4770	nicht berechnet								
578	-29.5169	4.5745	nicht berechnet								
579	-29.5169	6.6720	nicht berechnet								
580	-29.5169	8.7695	nicht berechnet								
581	-29.5169	10.8670	nicht berechnet								
582	-29.5169	12.9645	nicht berechnet								
583	-29.5169	15.0620	nicht berechnet								

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
424	-15.3898	48.6221	50.8721	100	0.9884	21015.674	21261.644	21261.6	0.0	21015.7	0.0