

B2 Abschätzung der Standsicherheit

Raunheimer Sand und Kiesgewinnung
Blasberg GmbH & Co. KG
über
Ingenieure Reuters + Ko.
Kreuznacher Straße 82.
55576 Sprendlingen

per Email: bernd.reuter@reuter-ko.de

Q/Mi/Ha/st - Q-13/17
01.09.2017

Bauvorhaben Tagebauböschung in Raunheim
Analytische Berechnungen der Standsicherheit einer geplanten Tagebauböschung

Sehr geehrter Herr Reuter,

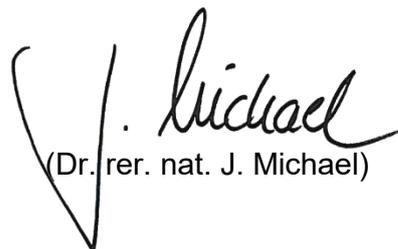
beiliegend übersenden wir Ihnen auftragsgemäß unsere analytischen Berechnungen zur Ermittlung der Standsicherheit einer geplanten Tagebauböschung der Raunheimer Sand und Kiesgewinnung Blasberg GmbH & Co. KG

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



(Prof. Dipl.-Ing. H. Quick)



(Dr. rer. nat. J. Michael)

Anlage:

- Analytische Berechnungen der Standsicherheit einer geplanten Tagebauböschung

Verteiler:

- Herrn Jürgen Böhme (Juergen.Boehme@dreher-bau.de, Raunheimer Sand und Kiesgewinnung Blasberg GmbH & Co. KG)

DARMSTADT • MÜNCHEN

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

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

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

HANDELSREGISTER
DARMSTADT HRB 8076
UST-IDNR.: DE213671986

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

GEOTECHNIK
BODEN- UND FELSMCHANIK
INGENIEURGEOLOGIE
HYDROGEOLOGIE
UMWELTECHNIK
GEOTHERMIE

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

**GESCHÄFTSFÜHRER UND
GESELLSCHAFTER**

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

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

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

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

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

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

HANDELSREGISTER
DARMSTADT HRB 8076
UST-IDNR.: DE213671986

Q/Mi/Ha/st - Q-13/17

01.09.2017

**Analytische Berechnungen der Standsicherheit einer
geplanten Tagebauböschung**

**Bauvorhaben: Tagebauböschung
 Blasberg GmbH & Co. KG
 Raunheim**

**Auftraggeber: Blasberg GmbH & Co. KG
 65479 Raunheim**

**Planer: Ingenieure Reuters + Ko.
 Kreuznacher Straße 82.
 55576 Sprendlingen**

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

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

GEOTECHNIK
BODEN- UND FELSMCHANIK
INGENIEURGEOLOGIE
HYDROGEOLOGIE
UMWELTTECHNIK
GEOTHERMIE

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

**GESCHÄFTSFÜHRER UND
GESELLSCHAFTER**

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

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

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

Inhaltsverzeichnis	Seite:
1 Vorgang	3
2 Unterlagen	3
3 Lage /Nutzung des Projektgebiets	4
3.1 Projektgebiet	4
3.2 Geplante Böschung	4
4 Benachbarte bauliche Anlagen	6
5 Baugrund und Grundwasser	6
5.1 Baugrund	6
5.1.1 Mutterboden/Künstliche Auffüllungen - Schicht I	6
5.1.2 Deckschichten - Schicht II	6
5.1.3 Altpleistozäne Mainablagerungen (Kelsterbacher Terrasse) - Schicht III	6
5.1.4 Ablagerungen des Pliozäns - Schicht IV:	7
5.2 Grundwasser	8
5.3 Bodenkennwerte	8
6 Grundlagen für die Standsicherheitsberechnungen	9
7 Bauablauf Erweiterung	10
8 Analytische Standsicherheitsberechnungen	11
8.1 Standsicherheit	11
8.2 Nachweise Suffosion und Innere Erosion	12
8.2.1 Suffusion	12
8.2.1.1 Vereinfachter Suffosionsnachweis für nichtbindige Böden	12
8.2.2 Innere Erosion	13
9 Hinweise	13

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen
-----------------	--

1 Vorgang

Die Raunheimer Sand- und Kiesgewinnung Blasberg GmbH & Co. KG plant auf dem Tagebaugelände die Erweiterung des Abbaubereichs Ost 1.1 bis 1.4.

Die Prof. Quick und Kollegen · Ingenieure und Geologen GmbH wurde im Juli 2017 von der Raunheimer Sand- und Kiesgewinnung Blasberg GmbH & Co. KG mit der analytischen Berechnung der Standsicherheit einer geplanten Tagebauböschung im Quarzsandtagebau Raunheim beauftragt.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- U 1 Ingenieure Reuter + KO
 - 1. Lageplan Quarzsandtagebau Raunheim, vom 05.07.2017
 - 2. Regelböschungprofil Quarzsandtagebau Raunheim, vom 05.07.2017
 - 3. Unterlagen gemäß Email vom 14.07.2017 und 29.08.2017

- U 2 Geologische Karte, Blatt 5916

- U 3 Bundesanstalt für Wasserbau
 - 1. Merkblatt Materialtransport im Boden (MMB)

3 Lage /Nutzung des Projektgebiets

3.1 Projektgebiet

Das Projektgebiet befindet sich auf dem Gelände der Raunheimer Sand- und Kiesgewinnung Blasberg GmbH & Co. KG, siehe Abbildung 1.



Abbildung 1: Projektgebiet (Quelle: Google)

Die aktuelle Geländeoberfläche im Projektgebiet liegt bei ca. 95,5 mNN.

3.2 Geplante Böschung

Im Projektgebiet soll im Rahmen der genehmigten Erweiterung im Abschnitt Ost (Erweiterungsteilbereiche Ost 1.1 bis 1.4, siehe Lageplan in Abbildung 2) des Tagebaus eine Abbautiefe von 57,9 mNN erreicht werden. Die derzeitige Geländehöhe befindet sich bei 95,5 mNN. Seitens [U 1.2] ist ein Regelböschungprofil von 1 : 2 oberhalb und 1 : 3 unterhalb des Grundwasserspiegels geplant. Dieses geplante Regelböschungprofil ist hinsichtlich der Standsicherheit rechnerisch zu untersuchen. Das Regelböschungprofil für den geplanten Abbau OST 1 ist in der Abbildung 3 dargestellt. Dieses Regelböschungprofil hat im bestehenden Tagebau an anderer Stelle (z.B. Abbaubereich SÜDOST) Anwendung gefunden.

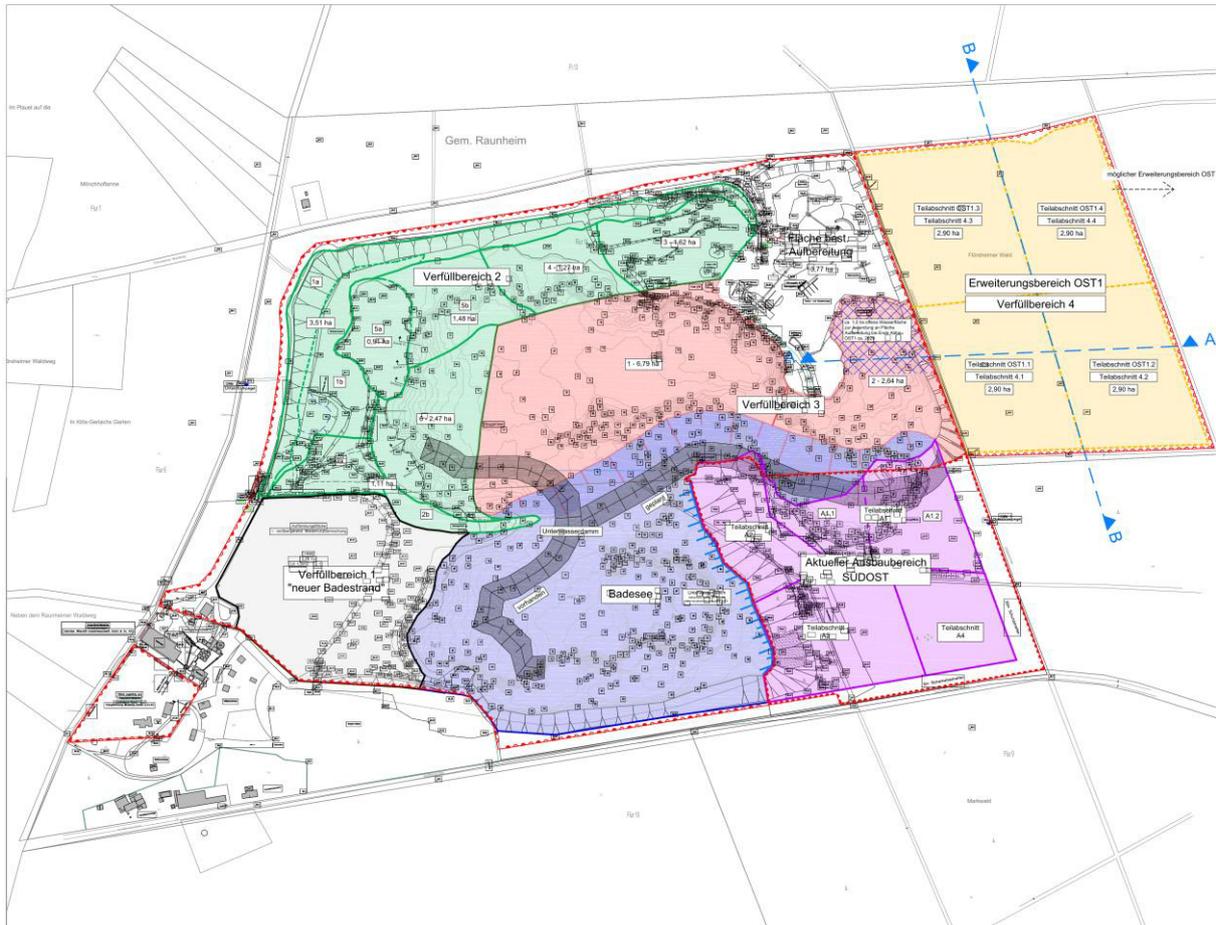


Abbildung 2: Lageplan Tagebau Raunheim [U 1.1]

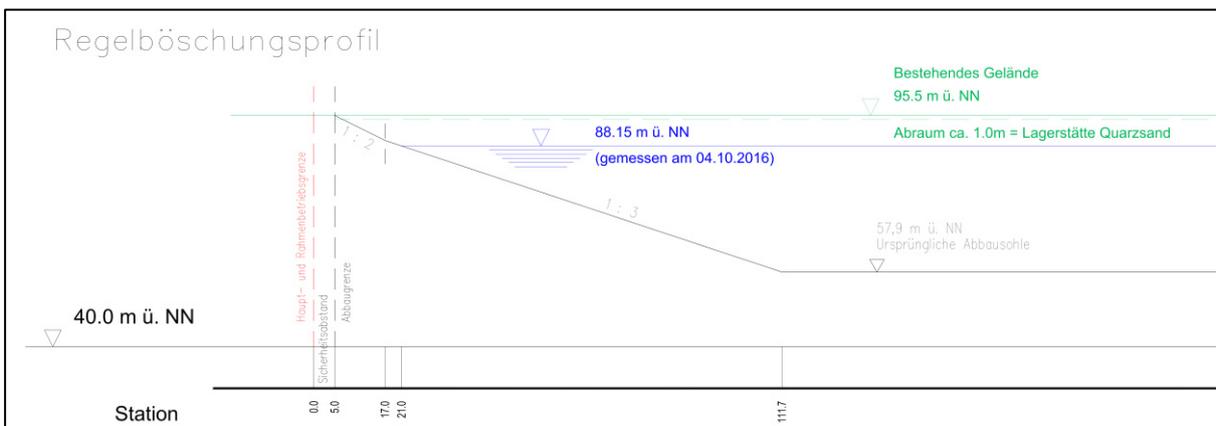


Abbildung 3: Regelböschungprofil Tagebau Raunheim [U 1.2]

4 Benachbarte bauliche Anlagen

In Projektgebiet befinden sich weitere Anlagen der Raunheimer Sand- und Kiesgewinnung Blasberg GmbH & Co. KG. Im östlichen Teil des geplanten Abbaugebiets befindet sich Wald. Im westlichen Bereich des Projektgebietes liegt der Raunheimer Waldsee.

5 Baugrund und Grundwasser

Aus dem Projektgebiet selbst liegen keine geologischen, hydrogeologischen oder geotechnischen Gutachten oder Archivunterlagen vor. Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sind überregional in [U 2] beschrieben. Für das Projektgebiet kann auf Grund von Erfahrungswerten von folgendem grundsätzlichen Baugrundaufbau und Grundwasserverhältnissen ausgegangen werden.

5.1 Baugrund

5.1.1 Mutterboden/Künstliche Auffüllungen - Schicht I

Diese bestehen vorwiegend aus Mutterboden und Oberboden, die durch anthropogene Eingriffe z.T. vermischt und durch das Auftreten von Fremdstoffen (Baumaterialien, Steine, Ton- und Ziegelsteine, Eisen etc.) gekennzeichnet sind. Im Projektgebiet stehen gemäß Mitteilung [U 1.3] keine Auffüllungen an; in den Standsicherheitsberechnungen wird diese Schicht nicht berücksichtigt.

5.1.2 Deckschichten - Schicht II

Die unter dem vorhandenen Mutter- bzw. Oberboden anstehenden fluvial umgelagerten Dünensande (Schicht II) sind fein- bis mittelkörnige Sande mit wechselndem Schluffgehalt und meist nur geringen Kiesanteilen. Die Gesamtmächtigkeit der meist hellen beigebraunen Böden beträgt 1,0 — 2,5 m. Die Sande der Schicht II sind überwiegend locker bis mitteldicht, örtlich sehr locker bzw. dicht gelagert.

5.1.3 Altpleistozäne Mainablagerungen (Kelsterbacher Terrasse) - Schicht III

Ab ca. 1 m - 3 m unter Gelände stehen altpleistozäne Mainablagerungen der sogenannten Kelsterbacher Terrasse (Schicht III) an, die bis tiefer als 20 m reichen.

Die Schicht III besteht überwiegend aus einer Wechsellagerung von mitteldicht bis dicht gelagerten, mittel- bis grobkörnigen Sanden mit wechselndem Kiesanteil und sandigen Kiesen bis z. T. Grobkieslagen.

Die Sande und Kiese enthalten verstreut, teilweise auch in Lagen angereichert, Quarzit- und Sandsteingerölle und Blöcke von bis zu 2 m Durchmesser.

5.1.4 Ablagerungen des Pliozäns - Schicht IV

Unter den Sanden und Kiesen der Kelsterbacher Pleistozänterrasse stehen grau-beige bis hellgraubeige Sande und kiesige Sande (Schicht IV) mit ebenfalls recht wechselhaft auftretenden, meist grau gefärbten Schluff- und Tonlagen an. Die pliozäne Sedimentfolge reicht über 100 m tief. Die pliozänen Sande (Schicht IV) sind in den oberen Zehnermetern vorwiegend fein- bis mittelkörnig und weisen häufig einen leichten Schluffgehalt auf. Sie sind meist dicht bis sehr dicht gelagert.

5.2 Grundwasser

Die Grundwasserhöhen sind durch die Entnahme von Grundwasser in mehreren Wasserwerken, durch die Kanalisierung des Mains sowie durch künstliche Anreicherung von Grundwasser (Staustufen) beeinflusst.

Gemäß [U 1.3] steht das Grundwasser bei 88,15 m üNN (Stichtagsmessung) an. Unter Bezug auf die Grundwassermessstelle Raunheim des HLNUG (online-Daten) treten in diesem Bereich langjährig gesehen Grundwasserschwankungen von bis zu 1,5 m zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Grundwasserstand auf. Es wird im Rahmen der Berechnungen angenommen, dass der gemessene Grundwasserstand einen mittleren Grundwasserstand darstellt.

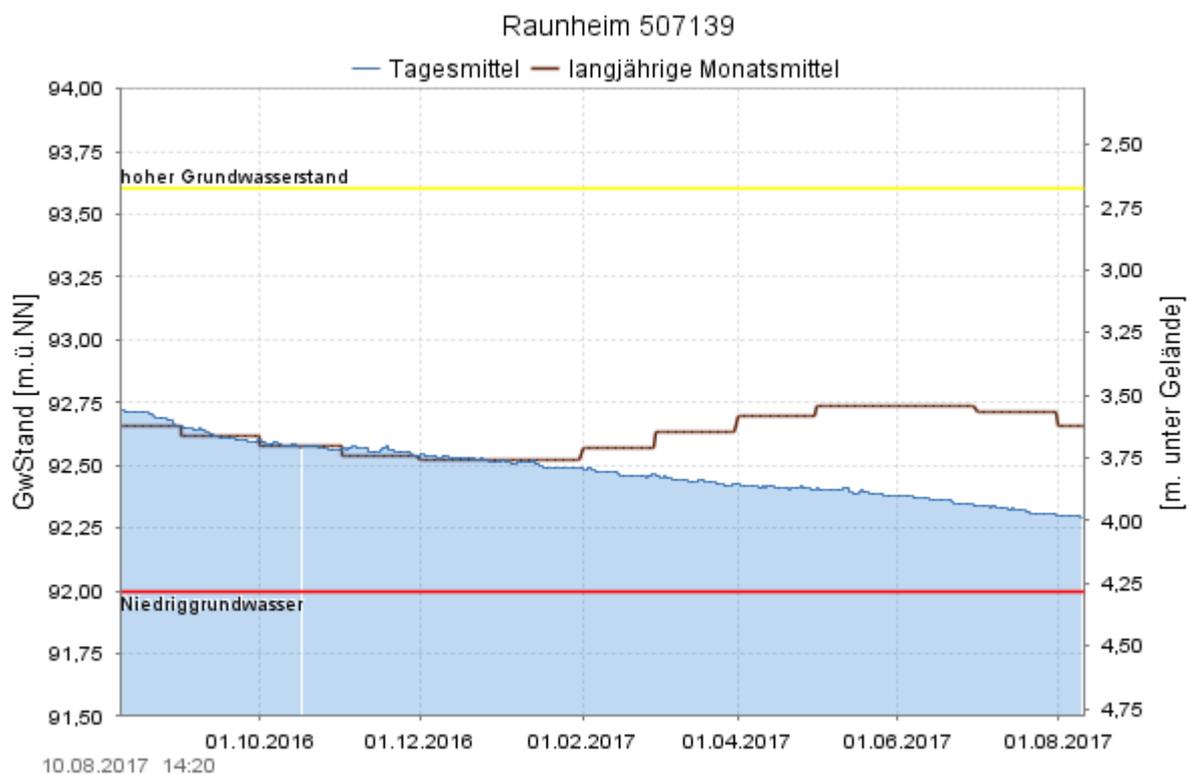


Abbildung 4: Online-Daten GWM Raunheim, www.hlnug.de

5.3 Bodenkennwerte

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

Aus Erfahrungswerten können für die in Kap. 5 beschriebenen Schichten folgende mittlere, bodenmechanische Kennwerten angenommen werden:

		Feuchtwichte γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]
I	Mutterboden/Auffüllungen	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
II	Quartäre Deckschicht « Dünensande »	17 - 19	k. A.	30 – 32,5	0
III	Quartäre Sande und Kiese « Kelsterbacher Terrasse »	20 - 22	11 - 12	35 – 37,5	0
IV	Tertiäre Sande	20	11	35	0

Tabelle 1: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte (Erfahrungswerte)

6 Grundlagen für die Standsicherheitsberechnungen

Den Standsicherheitsberechnungen wurden unter Bezug auf die vorstehenden Ausführungen folgende Baugrund- und Grundwassermodelle zugrunde gelegt:

Baugrundmodell A

1 m Schicht II
15 m Schicht III
> 15 m Schicht IV

Baugrundmodell B

3 m Schicht II
20 m Schicht III
> 20 m Schicht IV

Jedes Baugrundmodell wird mit den nachstehenden Grundwasserhöhen berechnet:

angenommener mittlerer Grundwasserstand 88,15 mNN
angenommener hoher Grundwasserstand 89,00 mNN

Für das Baugrundmodell A wird eine Parametervariation mit der Bandbreite der Reibungswinkel durchgeführt.

Die Berechnungsergebnisse sind in Anlage 1 dokumentiert.

7 Bauablauf Erweiterung

Gemäß [U 1.3] ist folgender Bauablauf geplant:

„Für den geplanten Rohstoffabbau im Erweiterungsbereich Ost 1 wird zunächst die Teilfläche gerodet. Es werden die Wurzelstöcke gezogen und die oberen Meter (Waldboden) des anstehenden Untergrunds abgetragen und gelagert.

Im Anschluss erfolgt der Abtrag der oberen 6 - 7 m bis zur Spiegeloberfläche des Grundwassers, der Böschungsbereich oberhalb des Grundwasserspiegels soll mit einem Neigungsverhältnis von 1:2 (ca. 26°) ausgebildet werden

Der Rohstoffabbau (Nassauskiesung) erfolgt mit einem vorhandenen Schwimmbagger bis auf eine maximale Tiefe von 57,90 m üNN bei einem Neigungsverhältnis der Böschung unter Wasser von 1:3 (ca. 18°)“.



Abbildung 5: Lageplan Erweiterungfläche Ost 1 [U 1.1]

8 Analytische Standsicherheitsberechnungen

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

8.1 Standsicherheit

Die detaillierten Nachweise der jeweiligen Berechnung sind in Anlage 1 zusammengestellt. Nachfolgend ist eine Übersicht der Ausnutzungsgrade der Regelböschung dargestellt.

Berechnung	Baugrund	Grundwasser mNN	Reibungswinkel φ' [°]	Ausnutzungs- grad	Gleitkreis
1.1	Modell A	88,15	Obere Band- breite	0,81	ungünstig
1.2	Modell A	88,15	Obere Band- breite	0,67	gewählt
1.3	Modell A	89,00	Obere Band- breite	0,94	ungünstig
1.4	Modell A	89,00	Obere Band- breite	0,65	gewählt
1.5	Modell B	88,15	Obere Band- breite	0,86	ungünstig
1.6	Modell B	88,15	Obere Band- breite	0,65	gewählt
1.7	Modell B	89,00	Obere Band- breite	0,98	ungünstig
1.8	Modell B	89,00	Obere Band- breite	0,65	gewählt
1.9	Modell A	89,00	Untere Band- breite	0,98	ungünstig
1.10	Modell A	89,00	Untere Band- breite	0,65	gewählt
1.11	Modell B	89,00	Untere Band- breite	0,95	ungünstig
1.12	Modell B	89,00	Untere Band- breite	0,65	gewählt

Tabelle 2: Berechnungsergebnisse für eine Regelböschung

Die Berechnungen zeigen, dass sich vornehmlich oberflächennah in der Schicht II sehr kleine potentielle Gleitflächen ausbilden, die bei allen durchgeführten Berechnungskombinationen (Baugrundmodell/Grundwasser/Scherparameter) einen Ausnutzungsgrad kleiner 1 zeigen; damit ist die Standsicherheit der Böschung gegeben.

In weiteren Berechnungskombinationen wurde die Standsicherheit des gesamten Böschungskörpers mittels vorgegebener Gleitflächen untersucht. Die ermittelten Ausnutzungsgrade liegen bei allen durchgeführten Berechnungskombinationen (Baugrundmodell/Grundwasser/Scherparameter) deutlich kleiner 1.

Die Regelböschung ist rechnerisch unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen zu Baugrund, Grundwasser und der geplanten Böschungsgeometrie standsicher. Die Berechnungsergebnisse sind in Anlage 1 dokumentiert.

8.2 Nachweise Suffosion und Innere Erosion

Gemäß dem Merkblatt des BAW [U 3.1] sind für Böschungen, die in Gewässern bzw. unter Grundwasser stehen, Nachweise der Sicherheit gegen Suffosion und innere Erosion zu führen. Im Folgenden werden die beiden Begriffe erläutert:

8.2.1 Suffusion

„Die Umlagerung und der Transport der feinen Fraktionen eines Bodens im Porenraum des Korngerüstes der groben Fraktionen werden als Suffosion bezeichnet. Hierbei bleibt das tragende Korngerüst unverändert, eine Zerstörung der Bodenstruktur findet nicht statt. Als Folge der Suffosion erhöhen sich Porenvolumen und Durchlässigkeit des Bodens, während die Dichte abnimmt. Aufgrund der erhöhten Durchlässigkeit des Bodens vergrößert sich bei gleichbleibendem hydraulischem Gefälle der Grundwasserdurchfluss. Fortschreitende Suffosion kann Erosionsvorgänge begünstigen, wenn die Stabilität des tragenden Korngerüstes durch den Austrag des Feinmaterials vermindert wird. Der Übergang von Suffosion zur Erosion kann dann fließend sein. Suffosion tritt i. d. R. nur in nicht kohäsiven Böden auf“, [U 3.1].

8.2.1.1 Vereinfachter Suffosionsnachweis für nichtbindige Böden

Für den vereinfachten Suffosionsnachweis ist nachzuweisen, dass der anstehende Boden eine stetige Körnungslinie besitzt und die Ungleichförmigkeitszahl $C_U < 8$ ist.

Aufgrund der uns vorliegenden Korngrößenverteilungslinien aus benachbarten Projekten ist diese Randbedingung dem Grunde nach erfüllt; sie muss jedoch im Projektgebiet anhand von Korngrößenverteilungslinien aus dem Abbauboden noch bestätigt werden.

8.2.2 Innere Erosion

„Innere Erosion findet in größeren, meist röhrenförmigen Hohlräumen im Inneren des Bodenkörpers statt. Das Entstehen der inneren Erosion wird u. a. durch bereits vorhandene Hohlräume (z. B. abgestorbene Wurzeln, Tiergänge), unterschiedliche Lagerungsdichten, Anisotropie des Bodens und auch durch vorhergehende Suffosion gefördert. Rückschreitend von einer freien Oberfläche des Erdkörpers kann die innere Erosion zu einer Erweiterung und Verlängerung der konzentriert durchströmten Hohlräume führen (rückschreitende Erosion), so dass die Gefahr eines Erosionsbruchs (Erosionsgrundbruchs) besteht. Eine rückschreitende Erosion kann vermieden bzw. begrenzt werden, wenn der Austrag von Boden durch die Anordnung von Filterschichten verhindert wird.“

Eine innere Erosion kann demnach zunächst durch den Nachweis eines nicht suffosionsgefährdeten Bodens ausgeschlossen werden (siehe Kap. 8.2.1.1). Gelingt dieser Nachweis nicht kann die Ausführung von Filterschichten erforderlich werden.

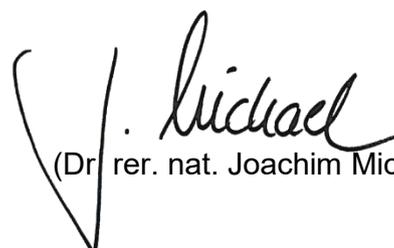
9 Hinweise

Die analytischen Standsicherheitsberechnungen wurden auf der Grundlage von Erfahrungswerten zu den regionalen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen sowie bodenmechanischen Kennwerten für das übergebene Regelböschungprofil durchgeführt. Diese Annahmen sind für das Projektgebiet durch Feld- und Laborversuche zu verifizieren; ggf. sind erneute Standsicherheitsberechnungen erforderlich.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. P. Hartmann



(Prof. Dipl.-Ing. Hubert Quick)



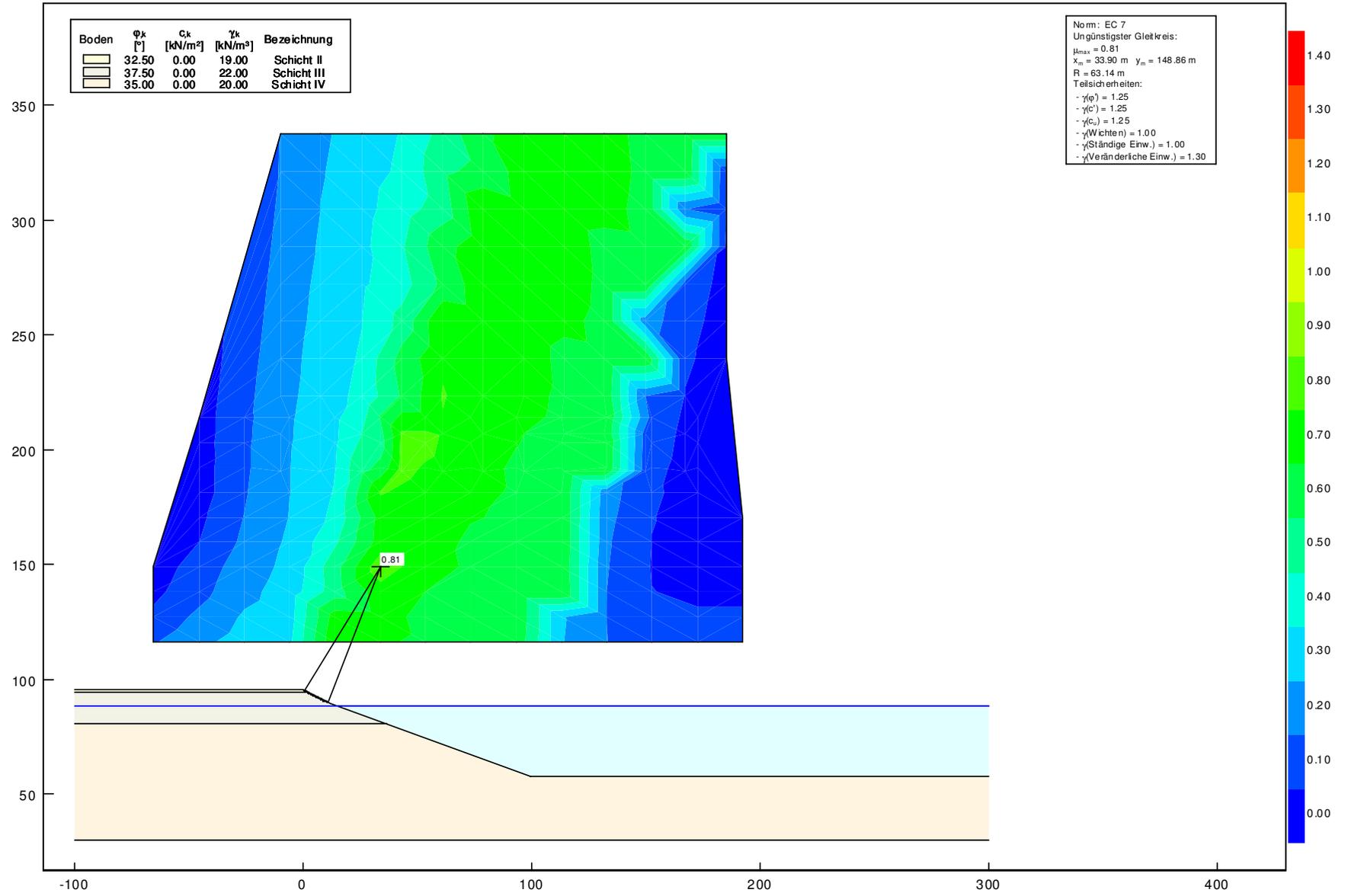
(Dr. rer. nat. Joachim Michael)

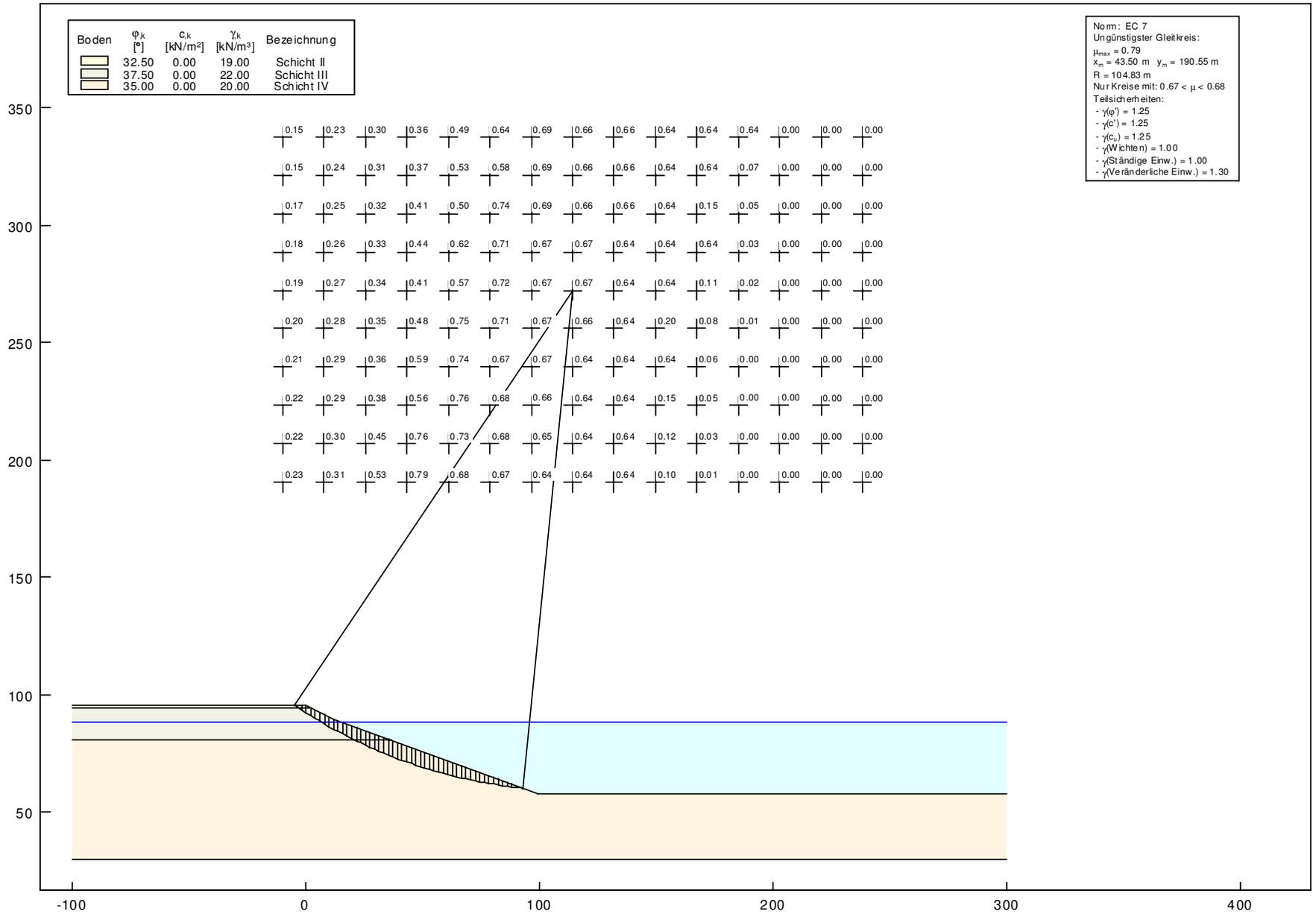
PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 1

Projekt	Q-13/17
Datum	01.09.2017
PL/PB	
Z	
Maßstab	-
Anl.-Nr.	1.1

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung



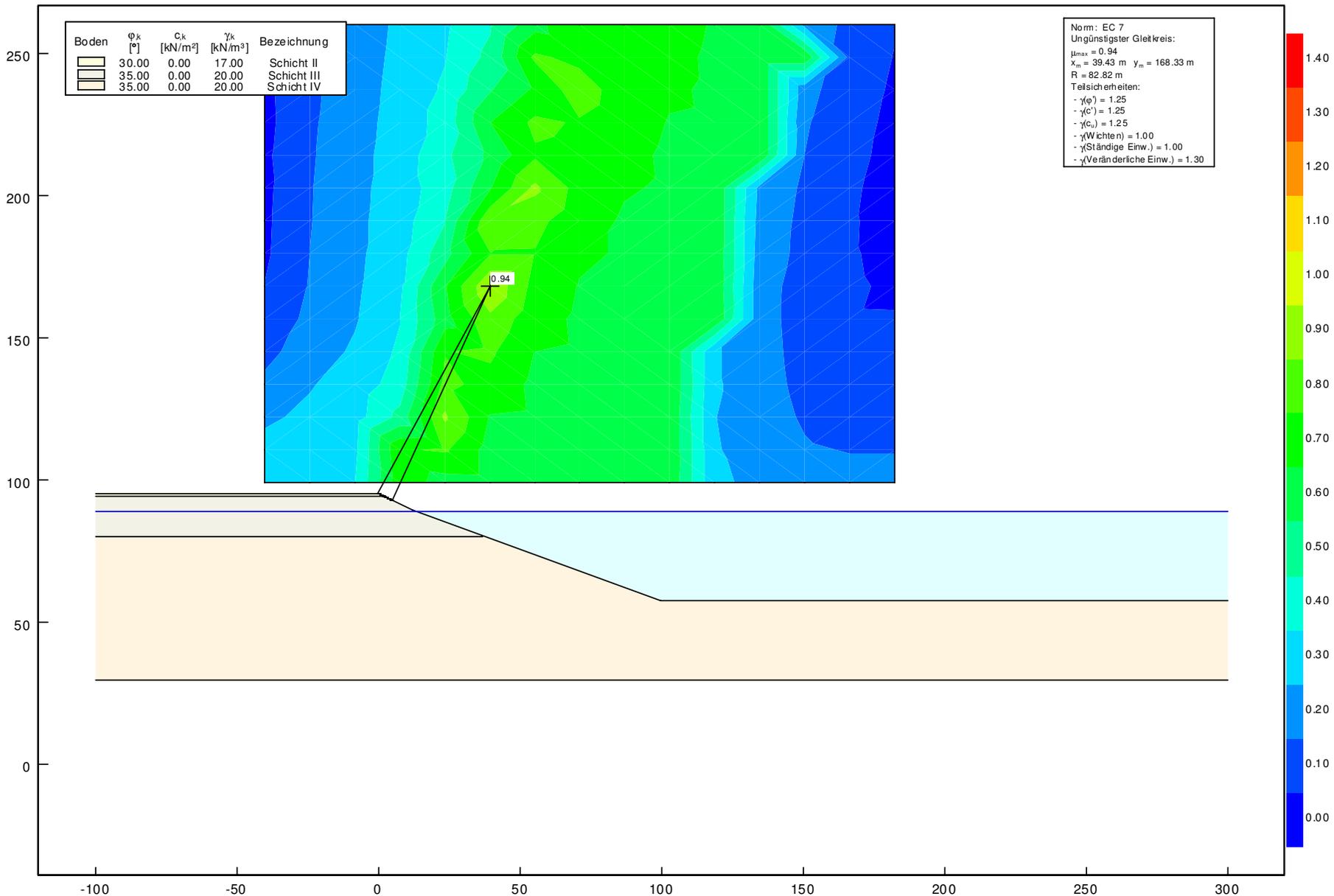


Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.79$
 $x_m = 43.50 \text{ m}$ $y_m = 190.55 \text{ m}$
 $R = 104.83 \text{ m}$
 Nur r Kreise mit: $0.67 < \mu < 0.68$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichte n}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 1

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung	Projekt	Q-13/17
	Datum	01.09.2017
	PL/PB	
	Z	
	Maßstab	-
	Anl.-Nr.	1.2

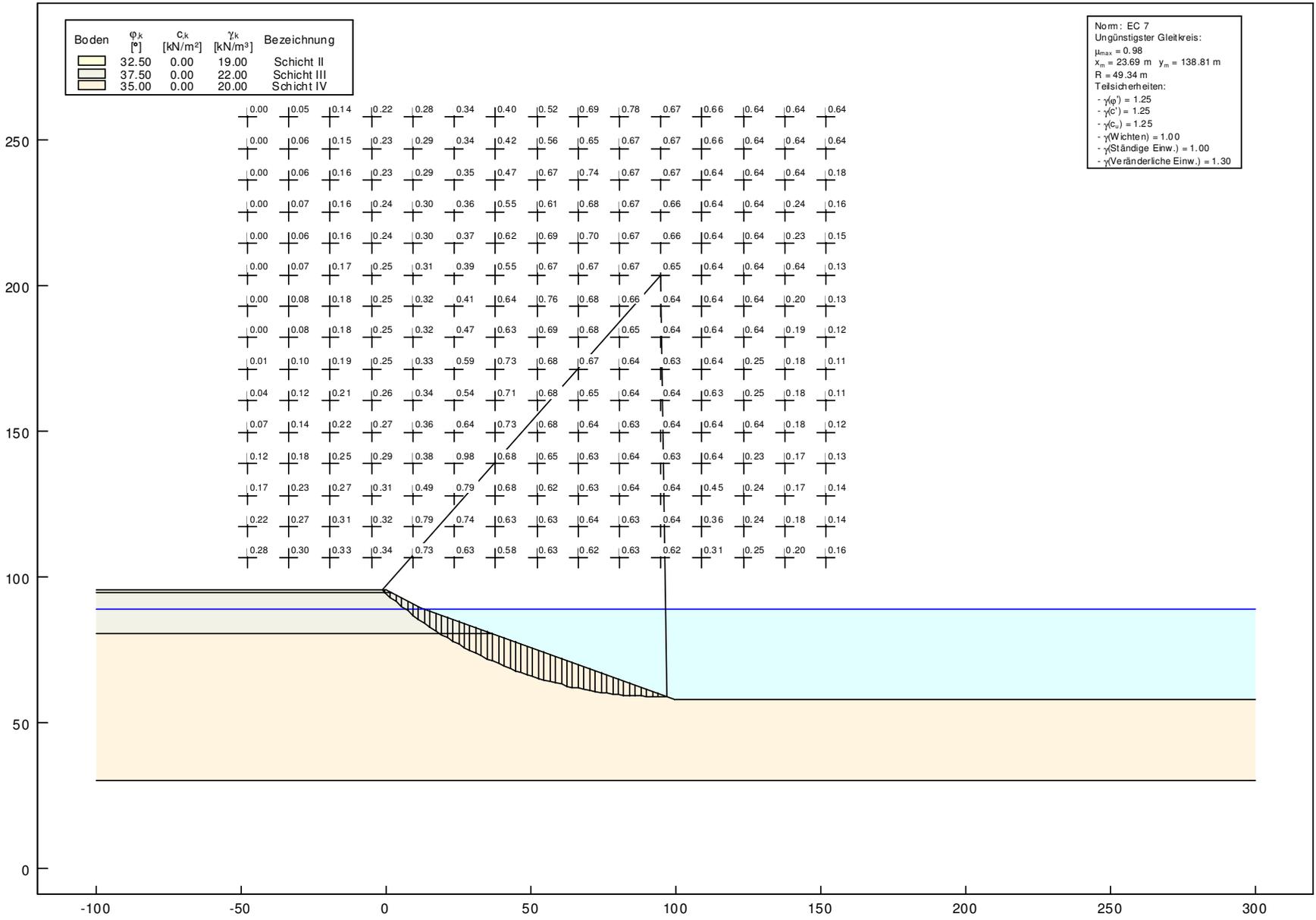


PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 2

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung

Projekt	Q-13/17
Datum	01.09.2017
PL/PB	-
Z	-
Maßstab	-
Anl.-Nr.	1.3



PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 2

Projekt Q-13/17

Datum 01.09.2017

PL/PB

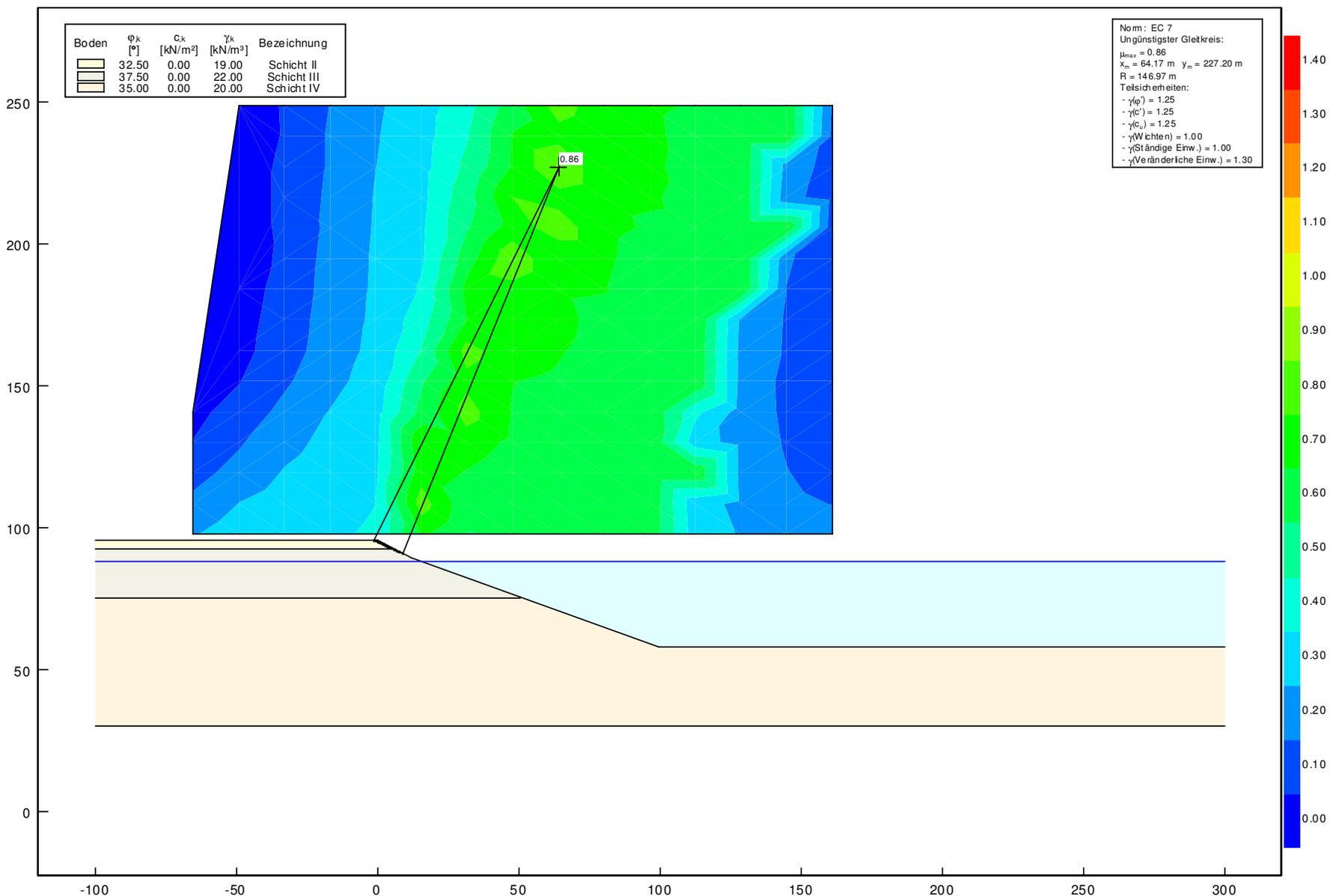
Z

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung

Maßstab

Anl.-Nr.

1.4

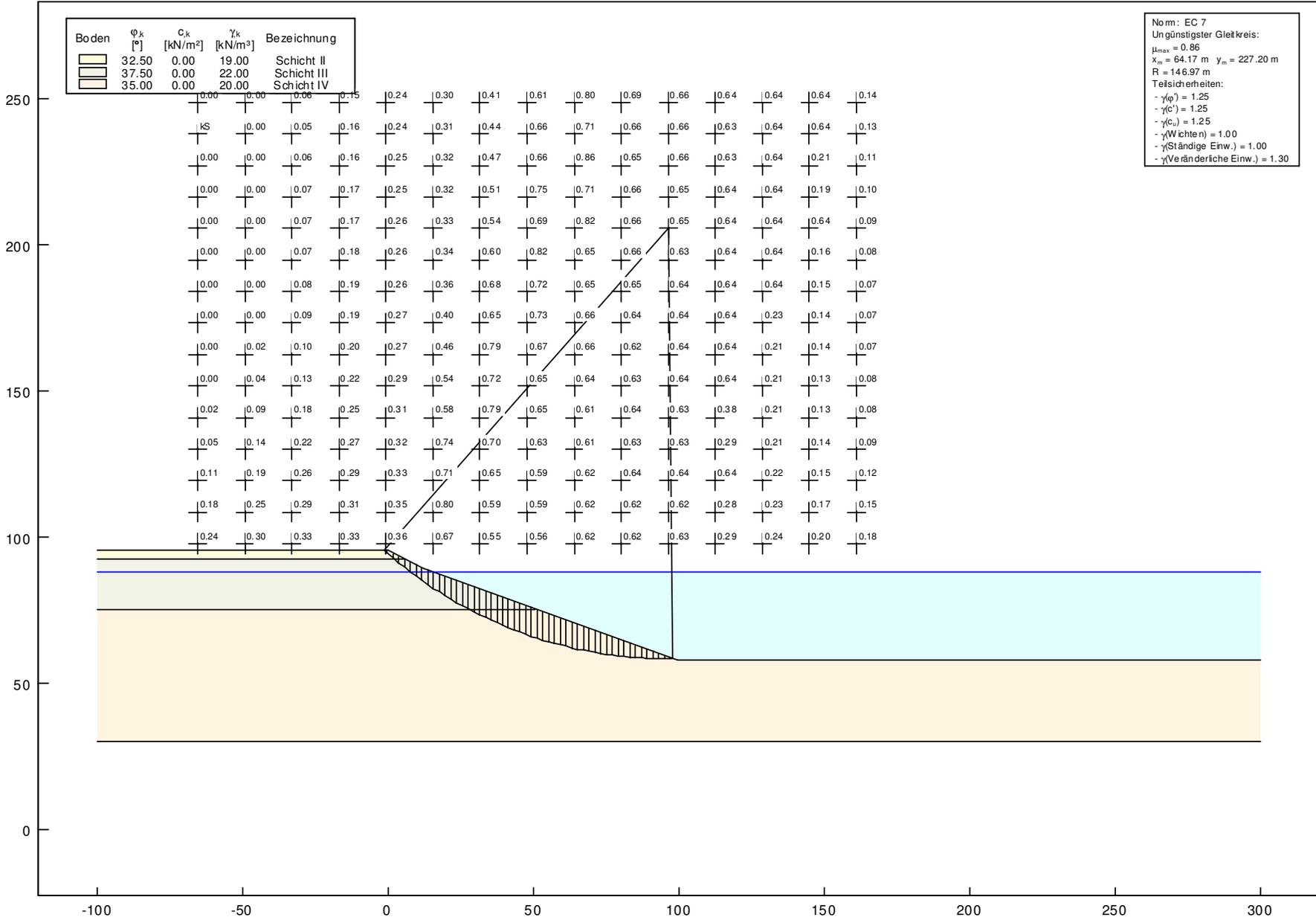


PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 3

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung

Projekt	Q-13/17
Datum	01.09.2017
PL/PB	Z
Maßstab	-
Anl.-Nr.	1.5



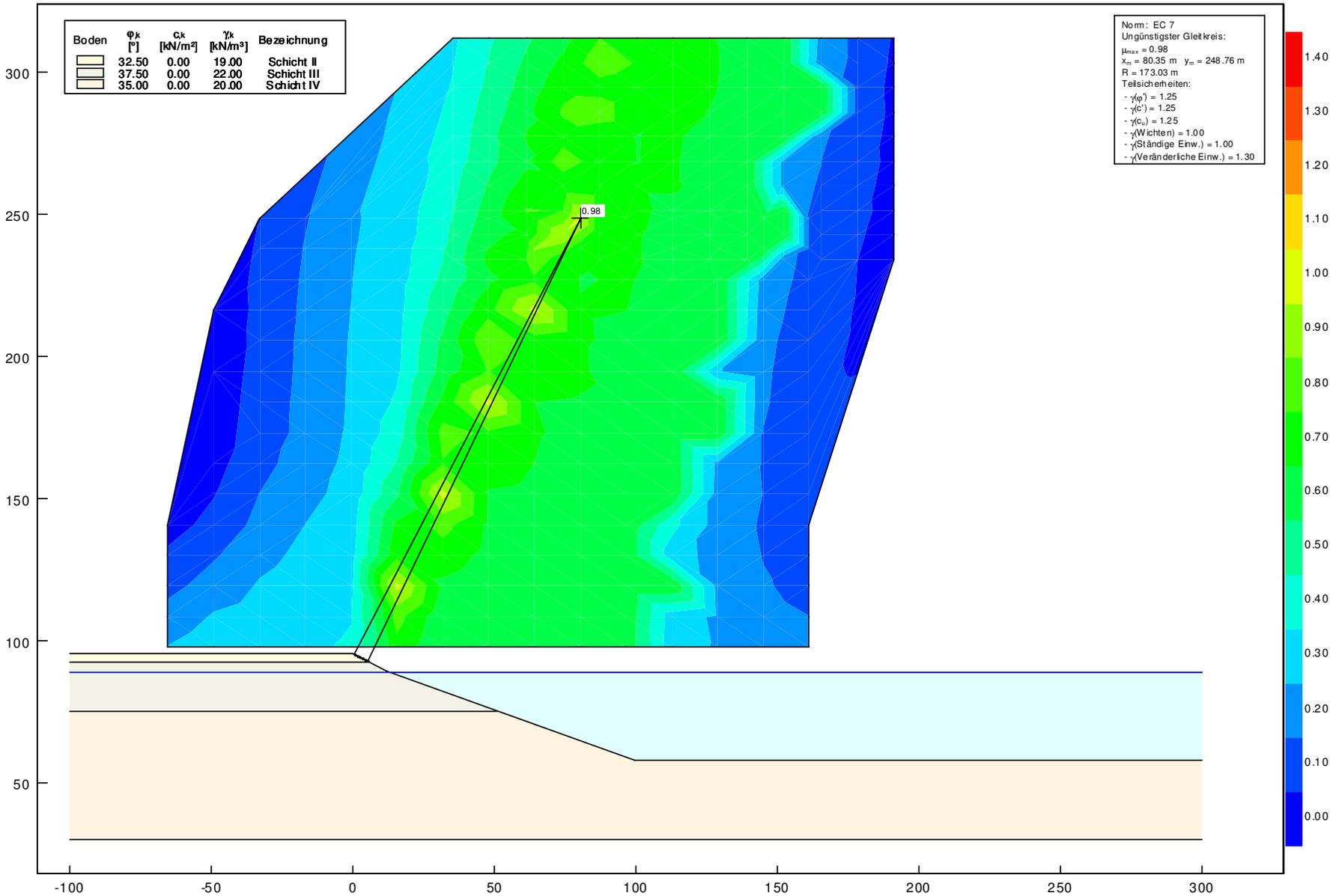
Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.86$
 $X_m = 64.17 \text{ m}$ $y_m = 227.20 \text{ m}$
 $R = 146.97 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 3

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung

Projekt	Q-13/17
Datum	01.09.2017
PL/PB	
Z	
Maßstab	
Anl.-Nr.	1.6

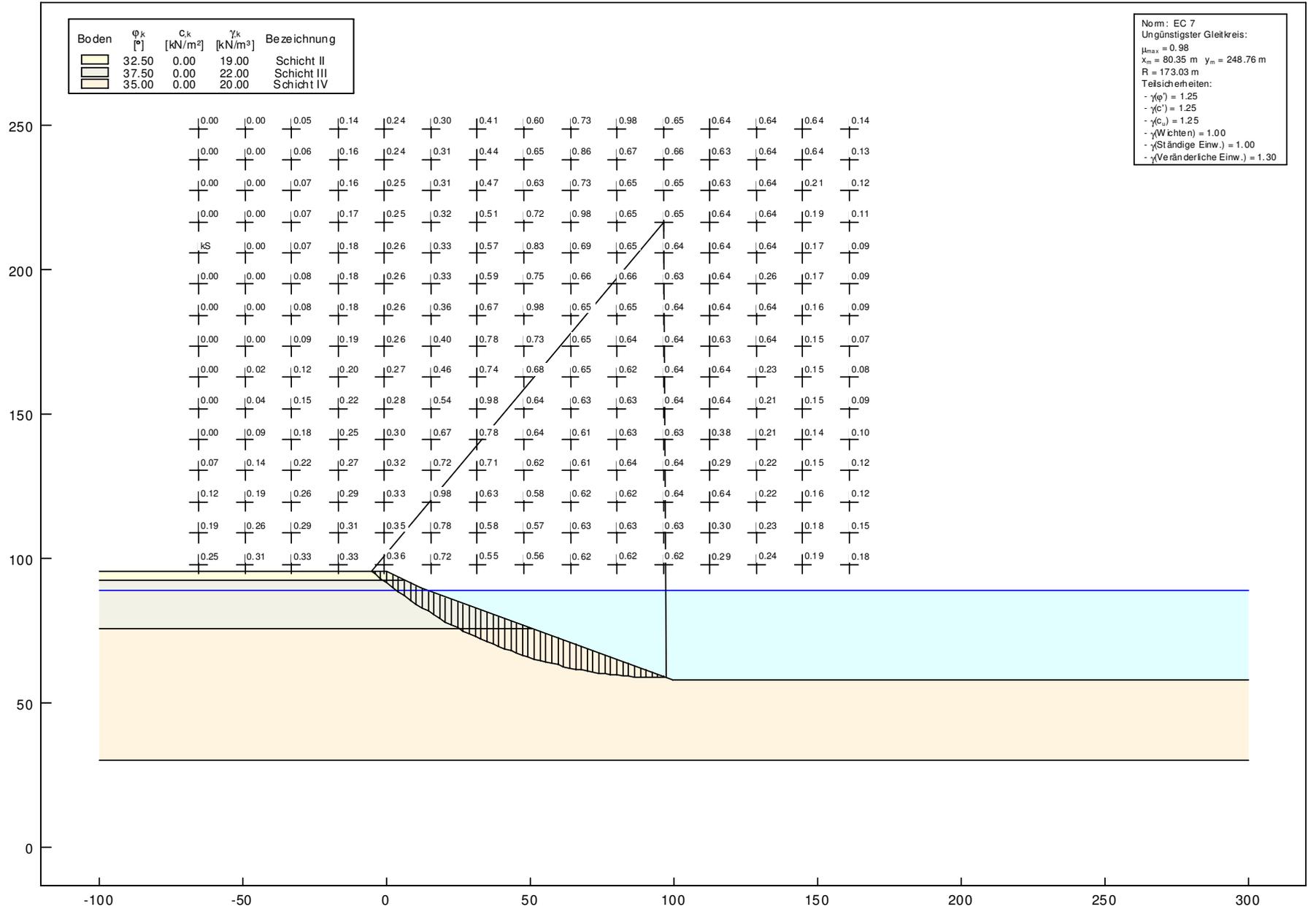


PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 4

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung

Projekt	Q-13/17
Datum	01.09.2017
PL/PB	-
Z	-
Maßstab	-
Anl.-Nr.	1.7



PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 4

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung

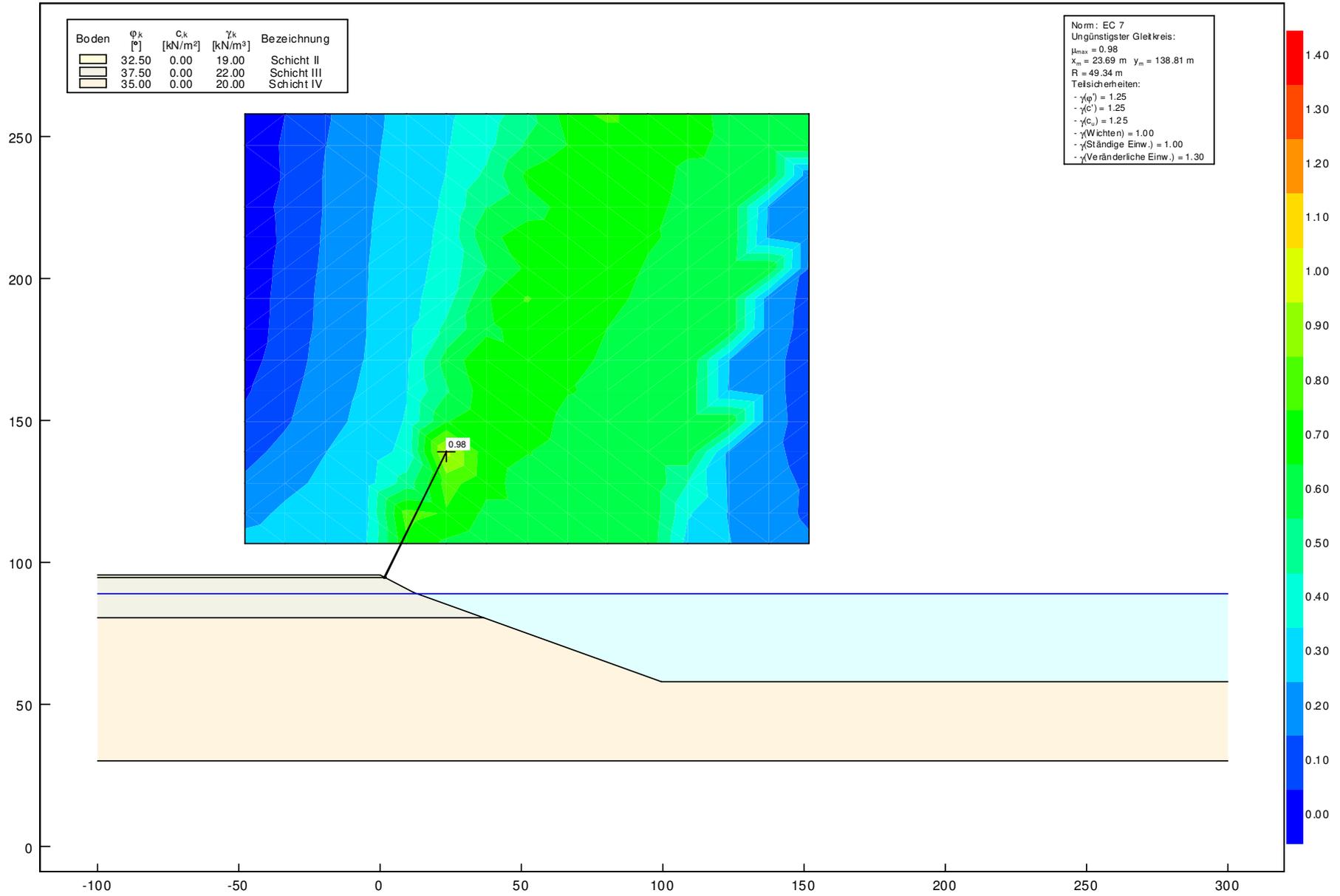
Projekt	Q-13/17
Datum	01.09.2017
PL/PB	
Z	
Maßstab	
Anl.-Nr.	1.8

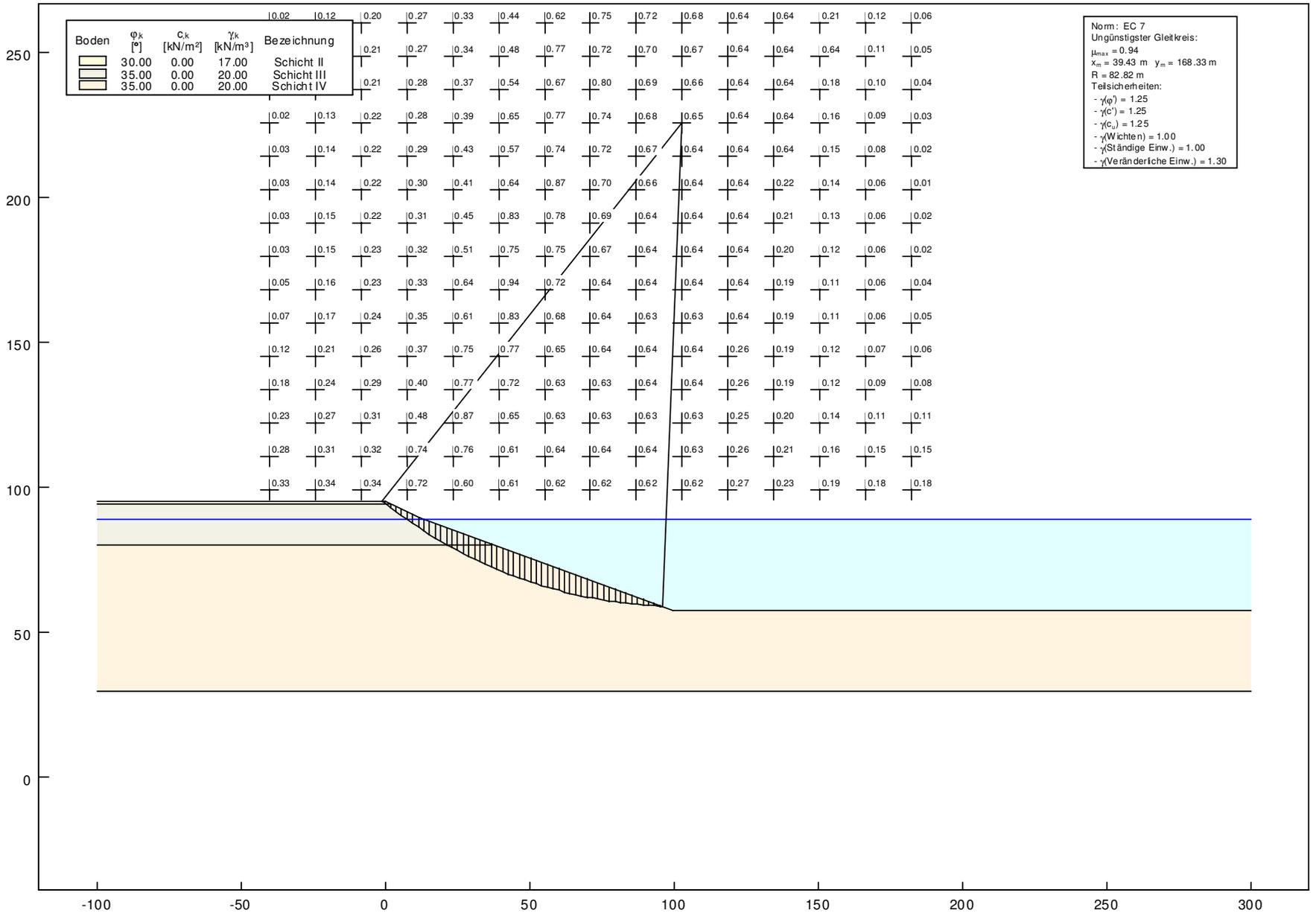
PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 5

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung

Projekt	Q-13/17
Datum	01.09.2017
PL/PB	
Z	
Maßstab	-
Anl.-Nr.	1.9





PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 5

Projekt Q-13/17

Datum 01.09.2017

PL/PB

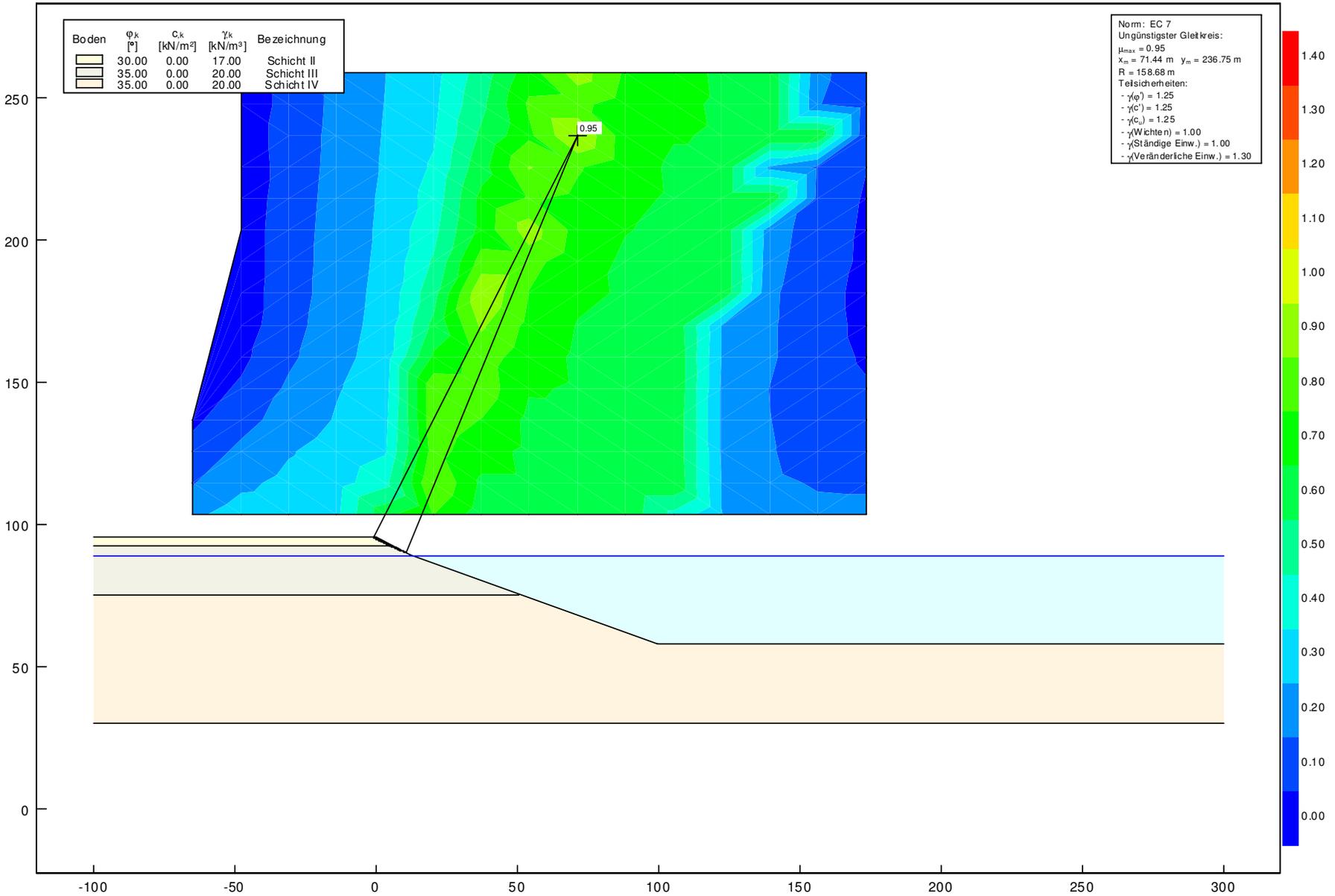
Z

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung

Maßstab

Anl.-Nr.

1.10

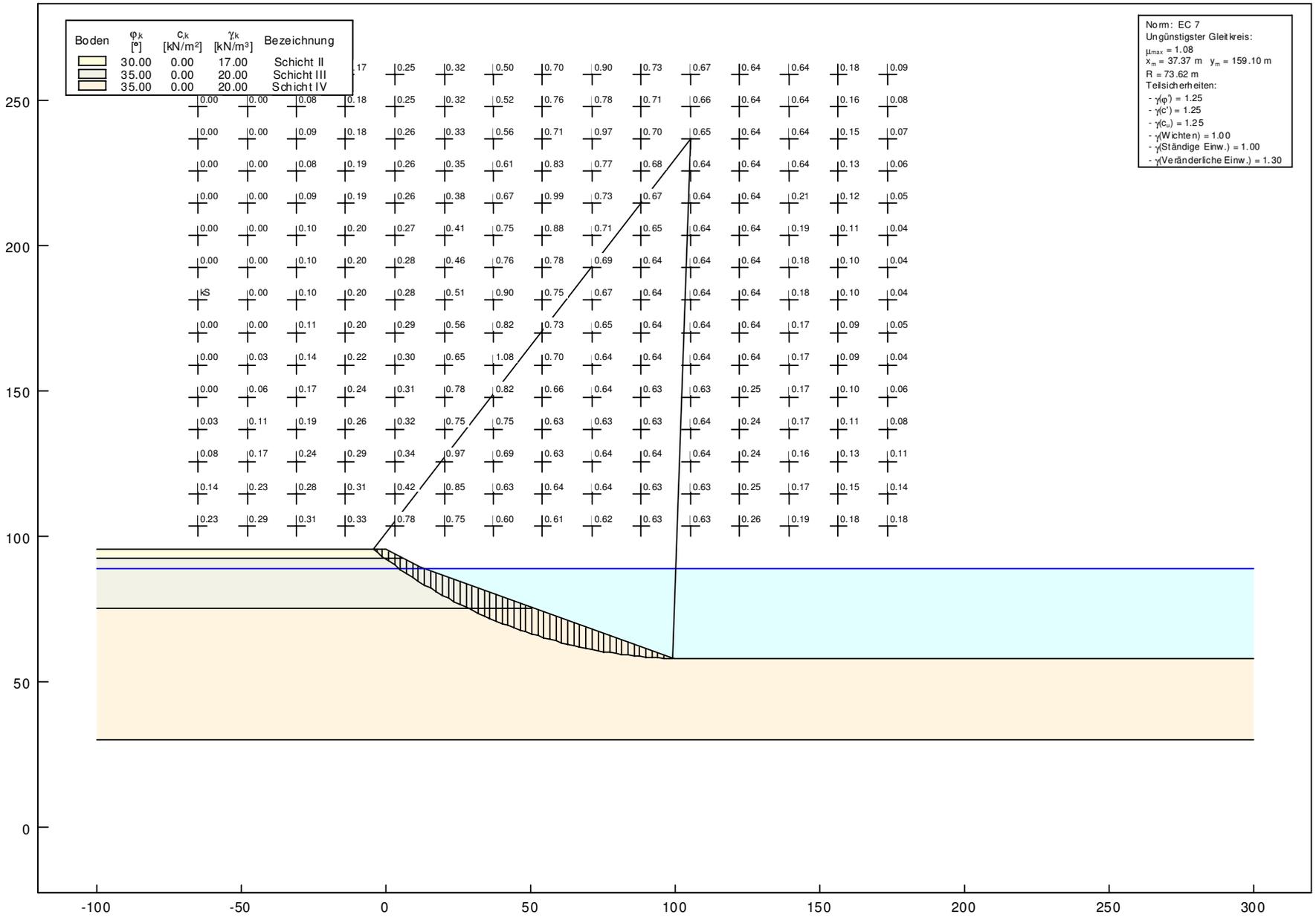


PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 6

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung

Projekt	Q-13/17
Datum	01.09.2017
PL/PB	-
Z	-
Maßstab	-
Anl.-Nr.	1.11



PROF. QUICK UND KOLLEGEN • INGENIEURE UND GEOLOGEN GMBH

Standisicherheitsberechnung: Berechnung 6

Projekt Q-13/17

Datum 01.09.2017

PL/PB

Z

Analytische Berechnung der Standisicherheit einer Tagebauböschung

Maßstab

Anl.-Nr.

1.12