PROJEKT: **Neubaugebiet „Haarspott II“ in 67677 Enkenbach-Alsenborn**

Überprüfung der Standsicherheit des Regenrückhaltebeckens

PROJEKT-NR.: **23/043**

BERICHT: **Geotechnische Stellungnahme**

AUFTRAGGEBER: **Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn**
Hauptstr. 18
67677 Enkenbach-Alsenborn

Enkenbach-Alsenborn, den 23.05.2023

ROMAG.
ROLF MANG GEO- UND UMWELTBERATUNG
UNTERE ESELSMÜHLE 2
67677 ENKENBACH-ALSENBORN

TEL. 06303/806-315 E-Mail: info@romag-geo.de
FAX 06303/806-316 www.romag-geo.de

INHALTSVERZEICHNIS

1 Veranlassung 4

2 Verwendete Unterlagen 4

3 Beschreibung der Örtlichkeit und des Regenrückhaltebeckens 4

3.1 Kurze Beschreibung der Örtlichkeit 4

3.2 Beschreibung des Regenrückhaltebeckens 6

4 Durchgeführte Baugrunderkundung 8

5 Untergrundverhältnisse 9

6 Bodenkenngrößen 10

7 Standsicherheit der Böschungen 10

7.1 Allgemein 10

7.2 Böschungsbruch mittlerer Damm 10

7.2.1 *Böschungsbruch mittlerer Damm ohne Wassereinstau* 11

7.2.2 Böschungsbruch mittlerer Damm mit Wassereinstau 13

7.3 Böschungsbruch nördlicher Damm 15

7.4 Böschungsbruch Einschnittböschung 15

7.5 Grundbruch 15

7.6 Gleitnachweise 16

7.6.1 *Gleiten am Gesamtdamm* 16

7.6.2 Gleiten am Dammfuß (Spreizwirkung) 16

8 Schlussbemerkung 17

ANLAGEN

1. Übersichtslageplan – o. M.
2. Lageplan – M 1:500
3. Längsschnitte
   - 3.1 Längsschnitt A -A
   - 3.2 Längsschnitt C-C
4. Berechnungen
   - 4.1 Mittlerer Damm Südseite halbfeste Konsistenz ohne H_2O
   - 4.2 Protokoll Mittlerer Damm Südseite halbfeste Konsistenz ohne H_2O
   - 4.3 Mittlerer Damm Südseite weiche Konsistenz ohne H_2O
   - 4.4 Mittlerer Damm Nordseite halbfeste Konsistenz ohne H_2O
   - 4.5 Mittlerer Damm Nordseite weiche Konsistenz ohne H_2O
   - 4.6 Mittlerer Damm Südseite weiche Konsistenz mit H_2O
   - 4.7 Mittlerer Damm Nordseite weiche Konsistenz mit H_2O

Verteiler:	Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn Hauptstr. 18 67677 Enkenbach-Alsenborn	1-fach + pdf

1 Veranlassung

Die Ortsgemeinde Enkenbach-Alsenborn plant die Erschließung des Neubaugebietes „Haarspott II“. Im Zuge dieser Maßnahme ist der Bau eines Regenrückhaltebeckens vorgesehen, welches sich nordöstlich des Baugebietes befindet. Sowohl für das Neubaugebiet als auch für das Regenrückhaltebecken hat ROMAG. bereits Baugrunderkundungen durchgeführt, wobei die Ergebnisse daraus in geo- und umwelttechnischen Berichten vorgestellt wurden.

Für das Regenrückhaltebecken sind nunmehr Standsicherheitsberechnungen durchzuführen. *ROMAG. Rolf Mang Geo- und Umweltberatung, Untere Eselsmühle 2, 67677 Enkenbach-Alsenborn* wurde mit dieser Aufgabe betraut. Die Ergebnisse sind in der vorliegenden geotechnischen Stellungnahme dargelegt.

2 Verwendete Unterlagen

Für die Gutachtenbearbeitung standen nachfolgende Unterlagen zur Verfügung:

[1] Geo- und abfalltechnischer Bericht 17/053 vom 12.04.2018 der ROMAG

[2] Geo- und abfalltechnische Stellungnahme 23/032 vom 31.03.2023 der ROMAG

[3] Lageplan Planung Entwässerung, 04-SEW-LP-001 vom 23.09.2022, OBERMEYER Infrastruktur Kaiserslautern

[4] Schnitte Regenrückhaltebecken Entwässerung, 05-SEW-LP-010 vom 22.03.2023, OBERMEYER Infrastruktur Kaiserslautern

[5] Skizze Dammaufbau Entwässerung, 05-SEW-DT-009 vom 22.03.2023, OBERMEYER Infrastruktur Kaiserslautern

3 Beschreibung der Örtlichkeit und des Regenrückhaltebeckens

3.1 Kurze Beschreibung der Örtlichkeit

Das Baugebiet „Haarspott II“ liegt am nördlichen Rand des Ortsteils Alsenborn zwischen der Alsenzstraße im Norden und dem Fritz-Ullmayer-Ring im Süden (siehe Abb. 1). Auf der Westseite schließt das Neubaugebiet Haarspott I an, die östliche Grenze bildet die Römerstraße. In der nordöstlichen Ecke des Baugebietes kommt das in Rede stehende Regenrückhaltebecken zu liegen (siehe Abb. 2). Derzeit wird die Fläche landwirtschaftlich genutzt.

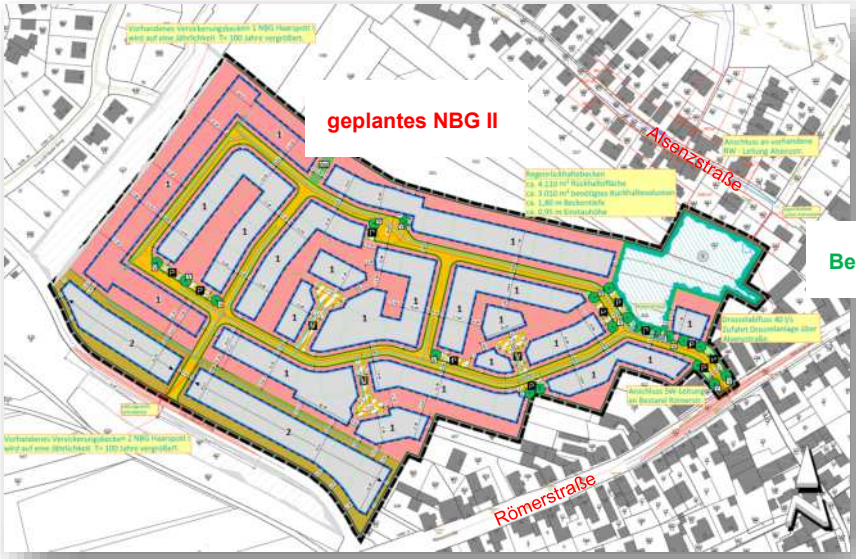


Abb. 1: Darstellung Bereich geplantes Neubaugebiet Haarspott II

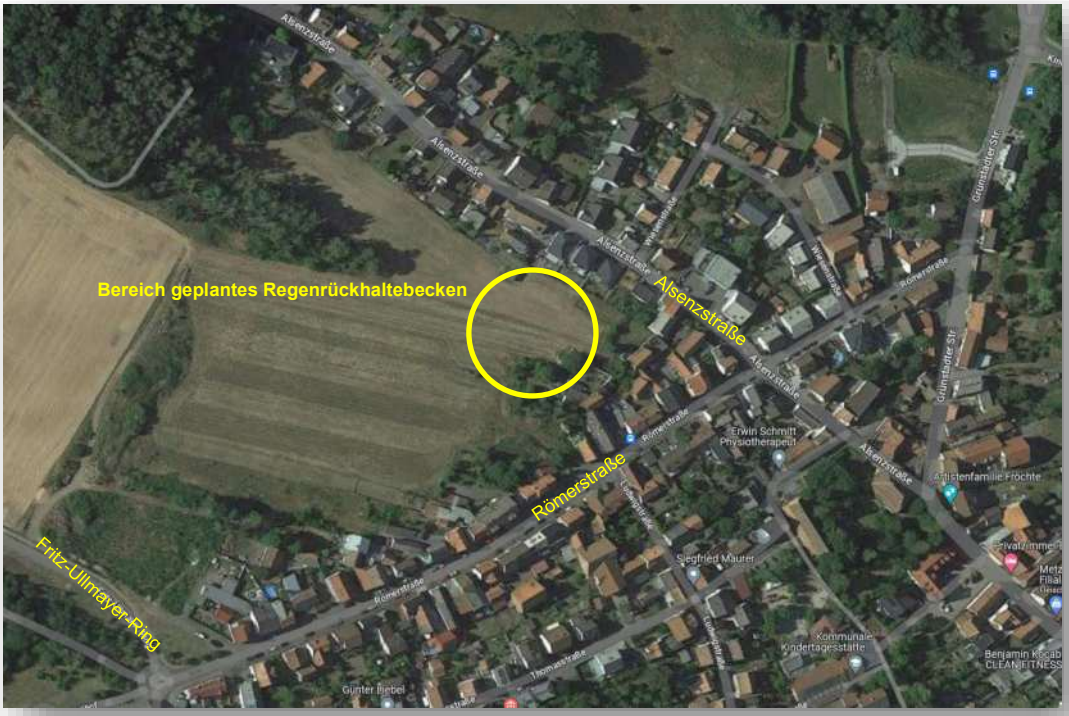


Abb. 2: Darstellung Bereich geplantes Regenrückhaltebecken

3.2 Beschreibung des Regenrückhaltebeckens

Das Regenrückhaltebecken ist zweigeteilt, bestehend aus der höherliegenden südlichen Mulde und der tieferliegenden nördlichen Mulde (siehe Abb. 3). Ein Sickerfenster verbindet die beiden Mulden. Betrachtet man den Längsschnitt A, so ergibt sich eine Gesamtlänge des Regenrückhaltebeckens von etwa 76 m (Böschungsoberkante an der Südseite und Böschungsfuß an der Nordseite). Aus dem Neubaugebiet sind zwei Regenwasser-Zuläufe von Südwesten her in die südliche Mulde geplant; zum einen die Rohrleitung SB DN700, zum anderen die PP DN300.

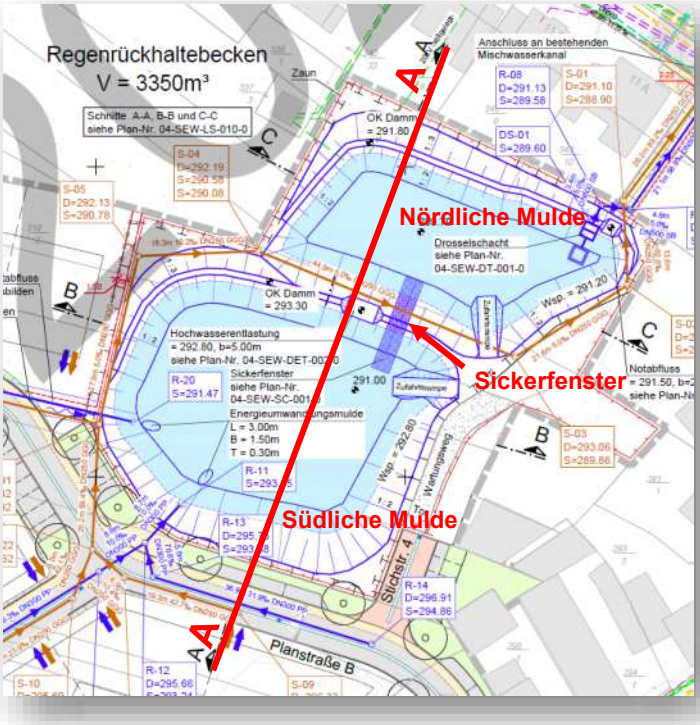


Abb. 3: Darstellung Regenrückhaltebecken

Das Regenrückhaltebecken besitzt gemäß Planunterlagen ein Volumen von V = 3.350 m³. Die beiden Mulden des Regenrückhaltebeckens sind durch einen Damm (= mittlerer Damm) voneinander getrennt. Bei der südlichen Böschung der südlichen Mulde handelt es sich aller Voraussicht nach um eine Einschnittböschung. Der mittlere Damm sowie der nördliche Damm der nördlichen Mulde sind künstlich hergestellt.

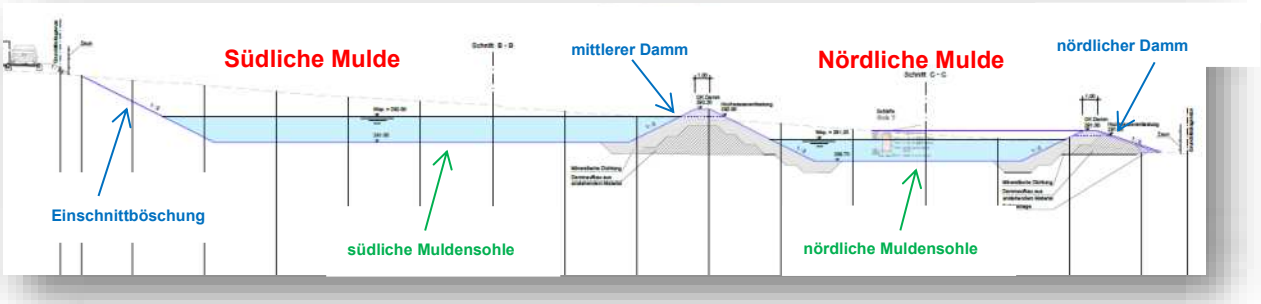


Abb. 4: Darstellung Längsschnitt Regenrückhaltebecken

Die Geometrie sowie der Aufbau der Dämme sind der Unterlage [5] entnommen. Folgende Eckdaten sind den Planunterlagen zu entnehmen:

MITTLERER DAMM

- Oberkante mittlerer Damm: 293,30 mNN
- Sohlhöhe südliche Mulde: 291,00 mNN
- Wasserspiegelhöhe südliche Mulde: 292,80 mNN
- Hochwasserentlastung mittlerer Damm: 292,80 mNN
- Sohlhöhe nördliche Mulde: 289,70 mNN
- Wasserspiegelhöhe nördliche Mulde: 291,20 mNN
- Böschungsneigung generell 1:2

NÖRDLICHER DAMM

- Oberkante nördlicher Damm: 291,80 mNN
- Hochwasserentlastung nördlicher Damm: 291,50 mNN
- Sohlhöhe nördliche Mulde: 289,70 mNN
- Wasserspiegelhöhe nördliche Mulde: 291,20 mNN
- Böschungsneigung zur Wasserseite generell 1:2

Ausgehend vom Längsschnitt durch das RRB ergeben sich folgende Böschungshöhen:

- Höhe der Einschnittböschung südliche Mulde: 295,59 mNN – 291,00 mNN = 4,59 m
- Böschungshöhe südliche Mulde mittlerer Damm: 293,30 mNN – 291,00 mNN = 2,3 m
- Böschungshöhe nördliche Mulde mittlerer Damm: 293,30 mNN – 289,70 mNN = 3,6 m
- Böschungshöhe nördliche Mulde nördlicher Damm: 291,80 mNN – 289,70 mNN = 2,1 m

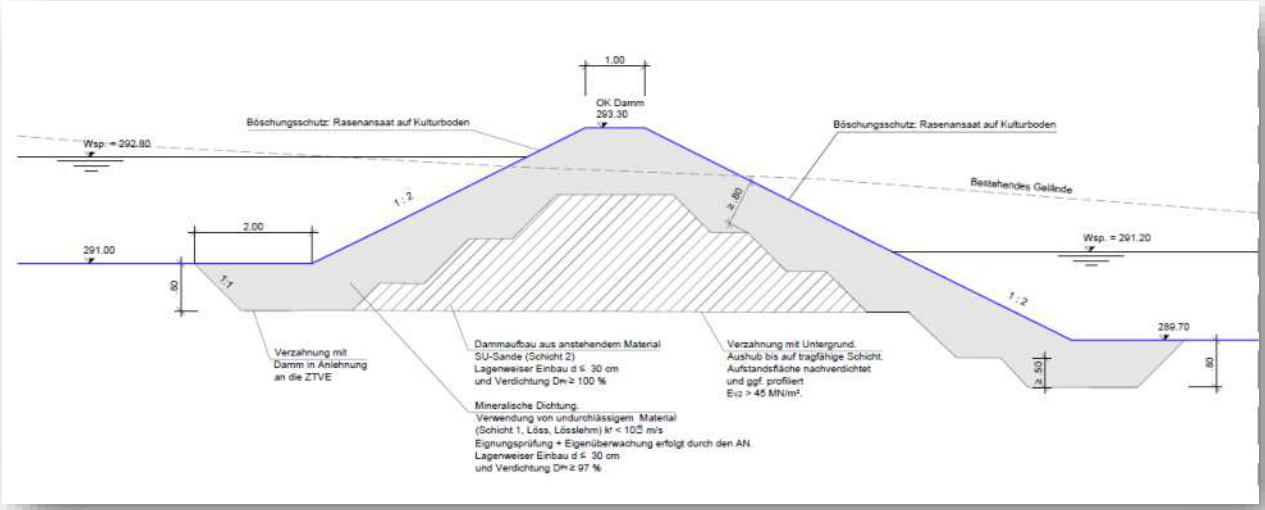


Abb. 5: Skizze Aufbau mittlerer Damm gemäß Planunterlagen

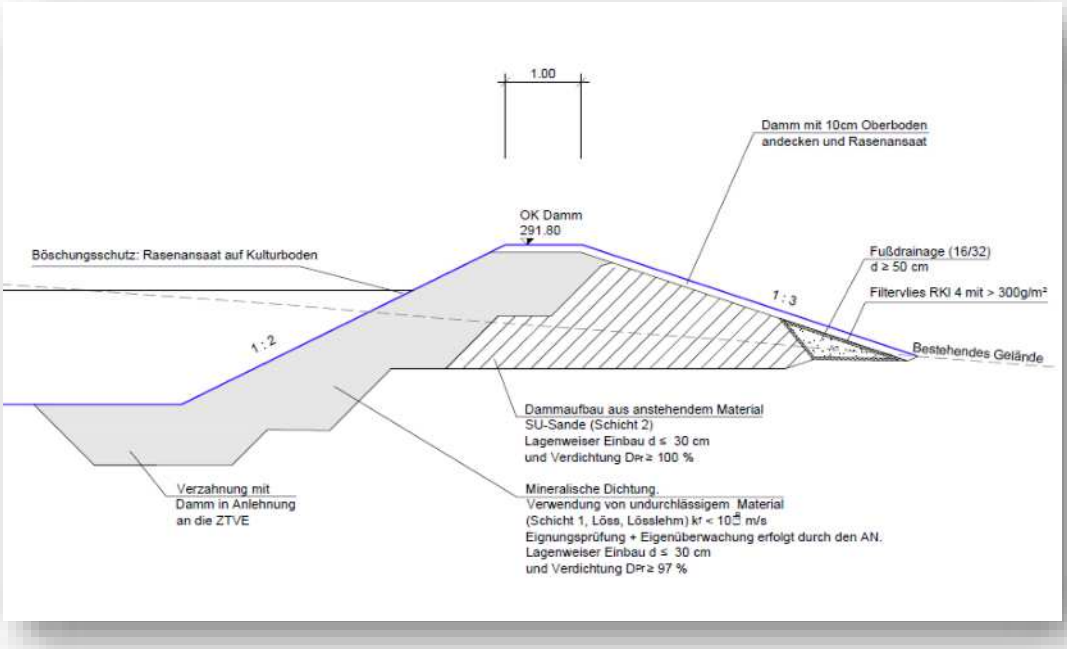


Abb. 6: Skizze Aufbau nördlicher Damm gemäß Planunterlagen

Grundsätzlich ist vorgesehen, die Dämme aus den im Rahmen der Bauarbeiten anfallenden **SU-Sanden** herzustellen. Die an der Oberfläche befindliche Abdichtung soll mit Lösslehm/Löss realisiert werden.

4 Durchgeführte Baugrunderkundung

Zur Überprüfung der Standsicherheiten wird die bereits durchgeführte Baugrunderkundung vom 16.03.2018 herangezogen. Die Ergebnisse liegen im Bericht der Unterlage [1] vor.

Im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens wurden folgende Aufschlüsse ausgeführt:

- Baggerschurf Sch 6
- Baggerschurf Sch 7
- Schwere Rammsondierung DPH 5
- Schwere Rammsondierung DPH 6

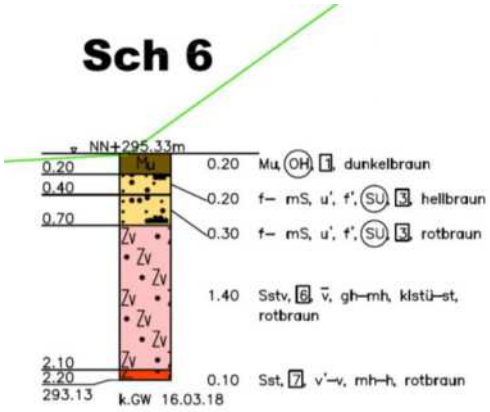
5 Untergrundverhältnisse

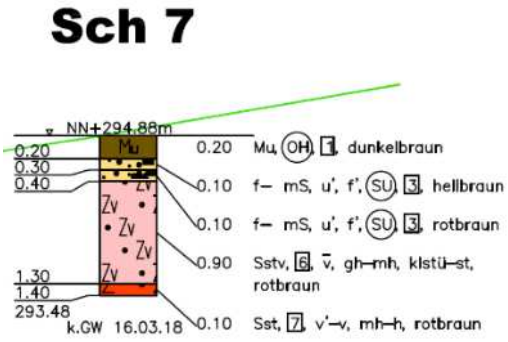
Nachfolgend wird nur ein kurzer Überblick zum Thema Baugrund dargestellt. Die genauen Einzelheiten sind der Unterlage [1] zu entnehmen.

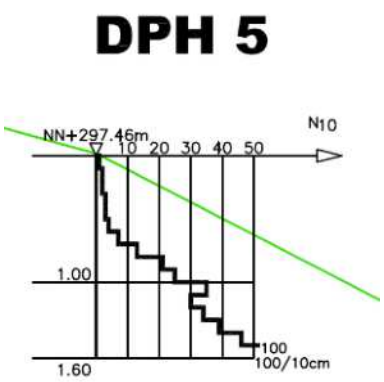
Der aufgeschlossene Untergrund lässt sich nach ingenieurgeologischen Gesichtspunkten im Wesentlichen in die folgende Schichtung untergliedern:

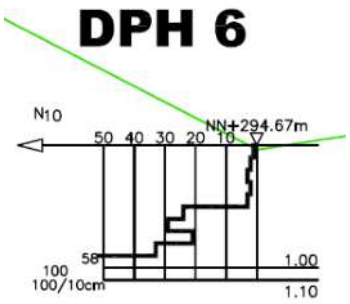
Mu	**Oberboden**
	Sande
Zv	**Festgestein, stark verwittert**
Z	**Festgestein, schwach verwittert – verwittert**

Die einzelnen Bodenprofile der Baggerschürfe sowie die Rammdiagramme sind nachfolgend dargestellt.









6 Bodenkenngrößen

Auf der Grundlage von Erfahrungswerten wurden den relevanten, definierten Schichten Bodenkenngrößen zugeordnet. Es handelt sich dabei um charakteristische Werte im Sinne der DIN 1054/2010-12, die für Bemessungszwecke mit entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten zu beaufschlagen sind.

Tab. 1: Bodenkenngrößen (charakteristische Größen)

Bodenart	Homo-gen-be-reich	Wichte γ_k /γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]
Sande locker mitteldicht-dicht	**1**	18 / 9	30 32,5 – 35	0 2	10 20 – 80
Festgestein, v*	**2**	22 / 11	37,5	20 [1)] 0 [2)]	100
Festgestein, v-v‘	**3**	23 / 12	40	40 [1)] 0 [2)]	≥ 200

[1)] bei Beanspruchung senkrecht zu den Trennflächen
[2)] bei Beanspruchung parallel zu den Trennflächen

7 Standsicherheit der Böschungen

7.1 Allgemein

Nachfolgend werden die erdstatischen Auswirkungen im Hinblick auf die gemäß Planung genannten Wasser-Einstauhöhen auf den mittleren sowie den nördlichen Damm näher untersucht. Die Beschreibung des Systems wurde bereits in Abschnitt 3 vorgenommen. Auf Basis der Baugrunderkundung und den zur Verfügung gestellten Planunterlagen werden die Dämme voraussichtlich im Festgestein zu liegen kommen. Entsprechend wurden die nachfolgenden Berechnungen darauf ausgerichtet. Für die in der Planunterlage [5] genannten SU-Sande werden die Bodenkennwerte der Sande des Homogenbereiches 1 der Tabelle 1 verwendet.

7.2 Böschungsbruch mittlerer Damm

Für die Berechnung der Böschungsstandsicherheiten wurde das Berechnungsverfahren nach BISHOP angewandt. Das Baugrundmodell basiert hierbei auf den Erkundungsergebnissen vom 16.03.2018. Den einzelnen Bodenschichten wurden die Bodenkennwerte gemäß Tab. 1 zugeordnet. Für die mineralische Dichtung (in den nachfolgenden Berechnungen grün dargestellt) wurde gemäß der Planunterlagen ein im Projektgebiet nicht vorkommender Lösslehm (Liefermaterial !) angesetzt. Zunächst wurde die Berechnung unter Berücksichtigung einer halbfesten Konsistenz des Lösslehms durchgeführt (siehe Abb. 7). Für den Lösslehm wurden folgende Bodenkennwerte angesetzt:

Tab. 2: Bodenkenngrößen (charakteristische Größen) mineralische Abdichtung

Bodenart	Boden-gruppe	Wichte γ_k /γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]
Lösslehm weich halbfest	**UM**	19,0 / 9 20,5 / 9	27,5	1,5 15

7.2.1 *Böschungsbruch mittlerer Damm ohne Wassereinstau*

a) Südliche Böschung

Zur Ermittlung der Sicherheit gegen Böschungsbruch für den Lastfall „ohne Wassereinstau“ wurde die südliche Böschung überprüft.

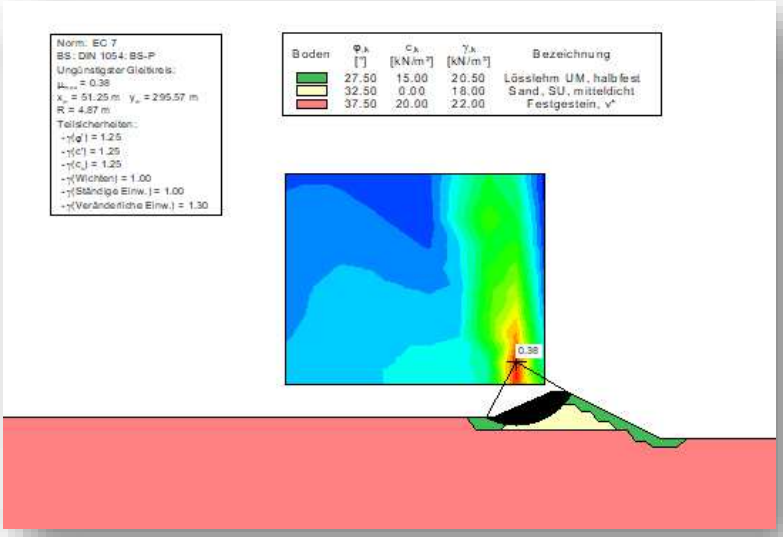


Abb. 7: mittlerer Damm, südliche Böschung ohne Wassereinstau, mineralische Dichtung mit halbfester Konsistenz

Die Böschungsstandsicherheit wird eingehalten, wenn der Nachweis μ ≤ 1,0 erbracht ist. Bei dem vorliegenden Lastfall ist μ = 0,38 < 1,0 ⇨ **NACHWEIS ERFÜLLT**

Die nächste Standsicherheitsberechnung betrachtet den Lastfall „ohne Wassereinstau, aufgeweichte Abdichtung“. Dabei wird die Konsistenz von halbfest auf weich (c'_k =1,5 kN/m²) herabgesetzt (siehe Abb. 8).

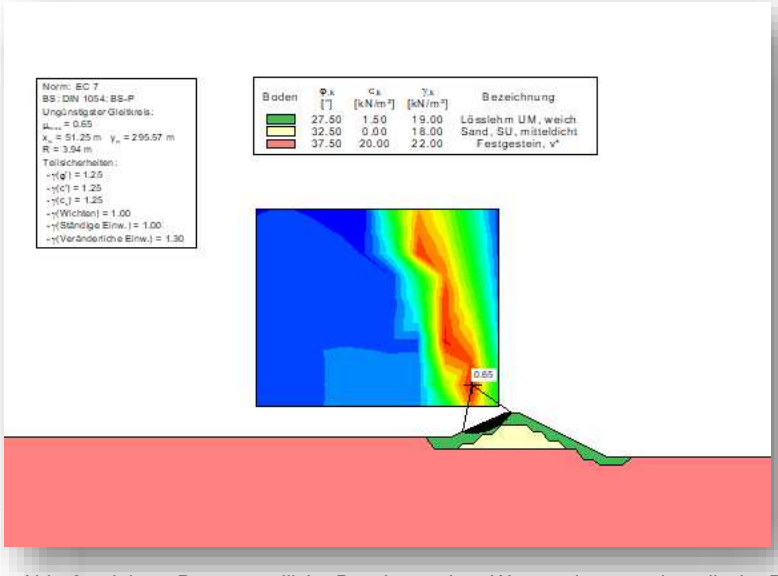


Abb. 8: mittlerer Damm, südliche Böschung ohne Wassereinstau, mineralische Dichtung mit weicher Konsistenz

Die Böschungsstandsicherheit wird eingehalten, wenn der Nachweis μ ≤ 1,0 erbracht ist. Bei dem vorliegenden Lastfall ist μ = 0,65 < 1,0 ⇨ **NACHWEIS ERFÜLLT**

b) nördliche Böschung

Zur Ermittlung der Sicherheit gegen Böschungsbruch für den Lastfall „ohne Wassereinstau“ wurde ebenso die nördliche Böschung überprüft.

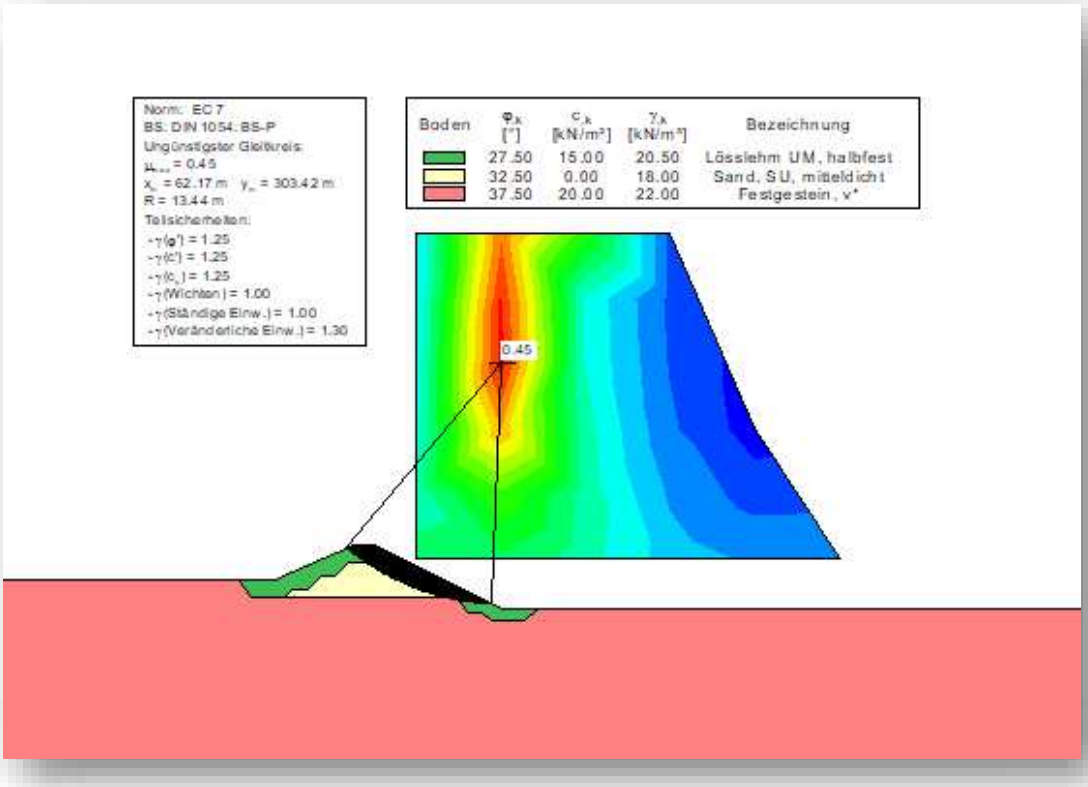


Abb. 9: mittlerer Damm, nördliche Böschung ohne Wassereinstau, mineralische Dichtung mit halbfester Konsistenz

Die Böschungsstandsicherheit wird eingehalten, wenn der Nachweis μ ≤ 1,0 erbracht ist. Bei dem vorliegenden Lastfall ist μ = 0,45 < 1,0 ⇨ **NACHWEIS ERFÜLLT**

Die nächste Standsicherheitsberechnung betrachtet den Lastfall „ohne Wassereinstau, aufgeweichte Abdichtung“. Dabei wird die Konsistenz von halbfest auf weich (c'_k =1,5 kN/m²) herabgesetzt (siehe Abb. 10).

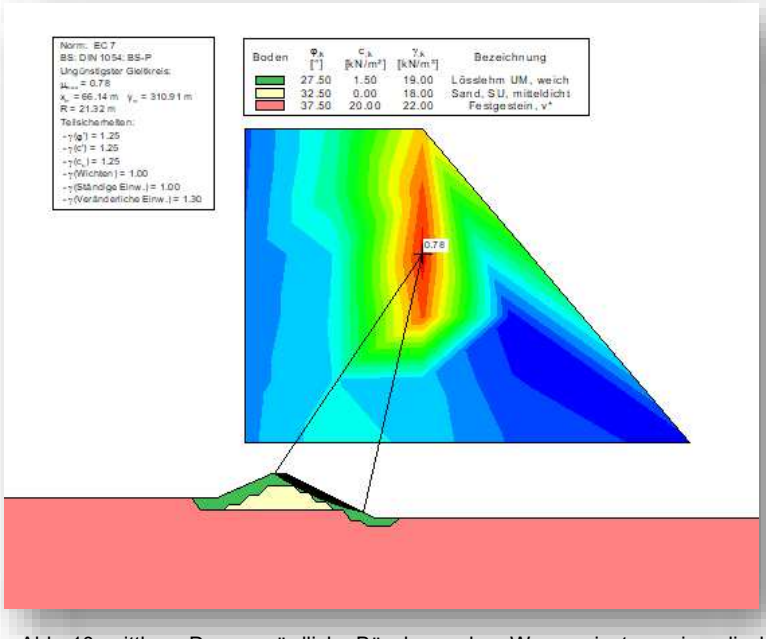


Abb. 10: mittlerer Damm, nördliche Böschung ohne Wassereinstau, mineralische Dichtung mit weicher Konsistenz

Die Böschungsstandsicherheit wird eingehalten, wenn der Nachweis μ ≤ 1,0 erbracht ist. Bei dem vorliegenden Lastfall ist μ = 0,78 < 1,0 ⇨ **NACHWEIS ERFÜLLT**

7.2.2 Böschungsbruch mittlerer Damm mit Wassereinstau

c) Südliche Böschung

Zur Ermittlung der Sicherheit gegen Böschungsbruch für den Lastfall „mit Wassereinstau“ wurde die südliche Böschung für die ungünstigste Konstellation betrachtet, d. h. Wassereinstau in der südlichen Mulde bis zu der Höhe 292,80 mNN, während die nördliche Mulde kein Wasser enthält. Außerdem wird davon ausgegangen, dass das Wasser in den Damm eindringt und durch diesen sickert. Dieser Lastfall hängt u.a. von der hydraulischen Bemessung der Versickerungsmulde ab (nicht Gegenstand dieser Geotechnischen Stellungnahme). U. a. spielen die Einstauzeit sowie der k_f-Wert des Dammmaterials eine Rolle. Eine Versickerung des eingestauten Oberflächenwassers durch die Böschungen der Dämme findet aufgrund der vergleichsweise geringen Durchlässigkeit des Lösslehms, wenn überhaupt, in einem äußerst geringen Umfang statt. Selbst bei Verlust der Kohäsion des Dammmaterials über die komplette Lösslehmdicke infolge der Sickerströmung, d.h. Übergang der halbfesten Konsistenz in die weiche Konsistenz, wird die Sicherheit gegen Böschungsbruch eingehalten. Allerdings ist dieser Lastfall (hierbei wurde die Kohäsion des Gesamtdammes von 15 kN/m² auf 1,5 kN/m² herabgesetzt) eher theoretischer Natur (siehe nachfolgende Abbildung 11).

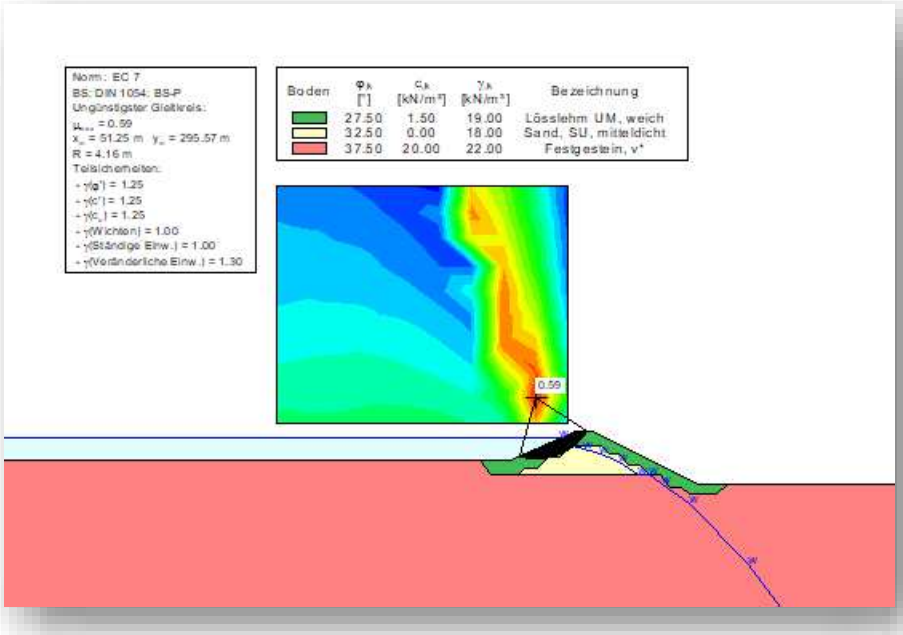


Abb. 11: mittlerer Damm, südliche Böschung mit Wassereinstau, mineralische Dichtung mit weicher Konsistenz

Bei dem vorliegenden Lastfall ist μ = 0,59 < 1,0 ⇨ **NACHWEIS ERFÜLLT**

d) Nördliche Böschung

Zur Ermittlung der Sicherheit gegen Böschungsbruch für den Lastfall „mit Wassereinstau“ wurde ebenso die nördliche Böschung für die ungünstigste Konstellation betrachtet, d. h. Wassereinstau in der nördlichen Mulde bis zu der Höhe 291,20 mNN, während die südliche Mulde kein Wasser enthält. Auch hier wird davon ausgegangen, dass das Wasser in den Damm eindringt und durch diesen sickert; analog der südlichen Böschung (siehe die Ausführungen unter Abschnitt c).

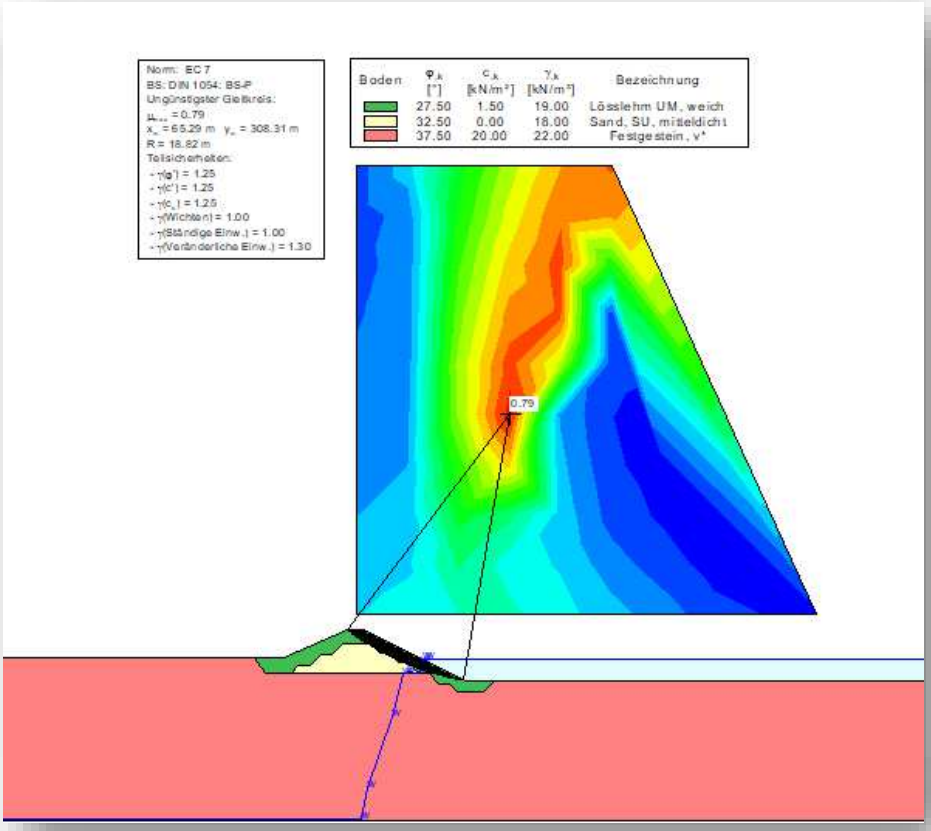


Abb. 12: mittlerer Damm, nördliche Böschung mit Wassereinstau, mineralische Dichtung mit weicher Konsistenz

Bei dem vorliegenden Lastfall ist μ = 0,79 < 1,0 ⇨ **NACHWEIS ERFÜLLT**

7.3 Böschungsbruch nördlicher Damm

Auf die Nachweisführung hinsichtlich Böschungsbruch für den nördlichen Damm wird an dieser Stelle verzichtet, da aufgrund der geringeren Höhe gegenüber dem mittleren Damm von höheren rechnerischen Sicherheiten auszugehen ist.

7.4 Böschungsbruch Einschnittböschung

Ebenso wird auf die Nachweisführung der Einschnittböschung verzichtet, da die Böschung aus Festgestein besteht und somit von einer ausreichenden Sicherheit bei einer Böschungsneigung von 26,6° hinsichtlich Böschungsbruch auszugehen ist.

7.5 Grundbruch

Auf Basis der durchgeführten Baugrunderkundung sind die Dämme im stark verwitterten Festgestein gegründet. Entsprechend ist von einer ausreichenden Sicherheit gegen Grundbruch auszugehen; eine explizite Nachweisführung ist nicht erforderlich.

7.6 Gleitnachweise

7.6.1 Gleiten am Gesamtdamm

Mittlerer Damm

Dammgewicht G = 19,3 m² * 18 kN/m³ = 347,4 kN/m; Höhe Wasserspiegel H_w = 292,80 mNN -291,00 mNN = 1,80 m

Ermittlung der vertikalen und horizontalen Komponenten der Wasserdruckkraft:

$W_v = \gamma_W * \frac{1}{2} * H_W^2 * \cot \beta_W = 10 * 0{,}5 * 1{,}8^2 * \cot 26{,}6° = 13{,}7$ kN/m

$W_H = \gamma_W * \frac{1}{2} * H_W^2 = 10 * 0{,}5 * 1{,}8^2 = 16{,}2$ kN/m

$\eta = \frac{\max T}{vorh\ T} = \frac{(347{,}4+13{,}7)*\tan 32{,}5°}{16{,}2} = 14{,}2 > 1{,}3$ ⇨ **NACHWEIS ERFÜLLT**

Nördlicher Damm

Dammgewicht G = 8,1 m² * 18 kN/m³ = 145,80 kN/m; Höhe Wasserspiegel H_w = 291,20 mNN -289,70 mNN = 1,50 m

Ermittlung der vertikalen und horizontalen Komponenten der Wasserdruckkraft:

$W_v = \gamma_W * \frac{1}{2} * H_W^2 * \cot \beta_W = 10 * 0{,}5 * 1{,}5^2 * \cot 26{,}6° = 9{,}54$ kN/m

$W_H = \gamma_W * \frac{1}{2} * H_W^2 = 10 * 0{,}5 * 1{,}5^2 = 11{,}25$ kN/m

$\eta = \frac{\max T}{vorh\ T} = \frac{(145{,}80+9{,}54)*\tan 32{,}5°}{11{,}25} = 8{,}8 > 1{,}3$ ⇨ **NACHWEIS ERFÜLLT**

7.6.2 Gleiten am Dammfuß (Spreizwirkung)

Luftseite mittlerer Damm, nördliche Böschung

Lastfall: Wassereinstau in der südlichen Mulde, kein Wassereinstau in der nördlichen Mulde
Damm: φ_{Boden} = 27,5°, β_W = 26,6°
Untergrund $\varphi_{Untergrund}$ = 37,5°

$$k_{ah} = \left[\frac{\cos 27{,}5°}{1+\sqrt{\frac{\sin 27{,}5° * \sin(27{,}5°-26{,}6°)}{\cos 26{,}6°}}}\right] * \left[\frac{\cos 27{,}5°}{1+\sqrt{\frac{\sin 27{,}5° * \sin(27{,}5°-26{,}6°)}{\cos 26{,}6°}}}\right] = 0{,}66$$

$\eta = \frac{\tan 37{,}5°}{0{,}66 * \tan 26{,}6°} = 2{,}3 > 1{,}3$ ⇨ **NACHWEIS ERFÜLLT**

<u>Luftseite nördlicher Damm, nördliche Böschung</u>

Lastfall: Wassereinstau in der nördlichen Mulde
Damm: φ_{Boden} = 32,5°, β_W = 18,4°
Untergrund $\varphi_{Untergrund}$ = 37,5°

$$k_{ah} = \left[\frac{\cos 32{,}5°}{1+\sqrt{\frac{\sin 32{,}5° * \sin(32{,}5° - 18{,}4°)}{\cos 18{,}4°}}}\right] * \left[\frac{\cos 32{,}5°}{1+\sqrt{\frac{\sin 32{,}5° * \sin(32{,}5° - 18{,}4°)}{\cos 18{,}4°}}}\right] = 0{,}38$$

$$\eta = \frac{\tan 37{,}5°}{0{,}38 * \tan 18{,}4°} = 6{,}1 > 1{,}3$$ ⇨ **NACHWEIS ERFÜLLT**

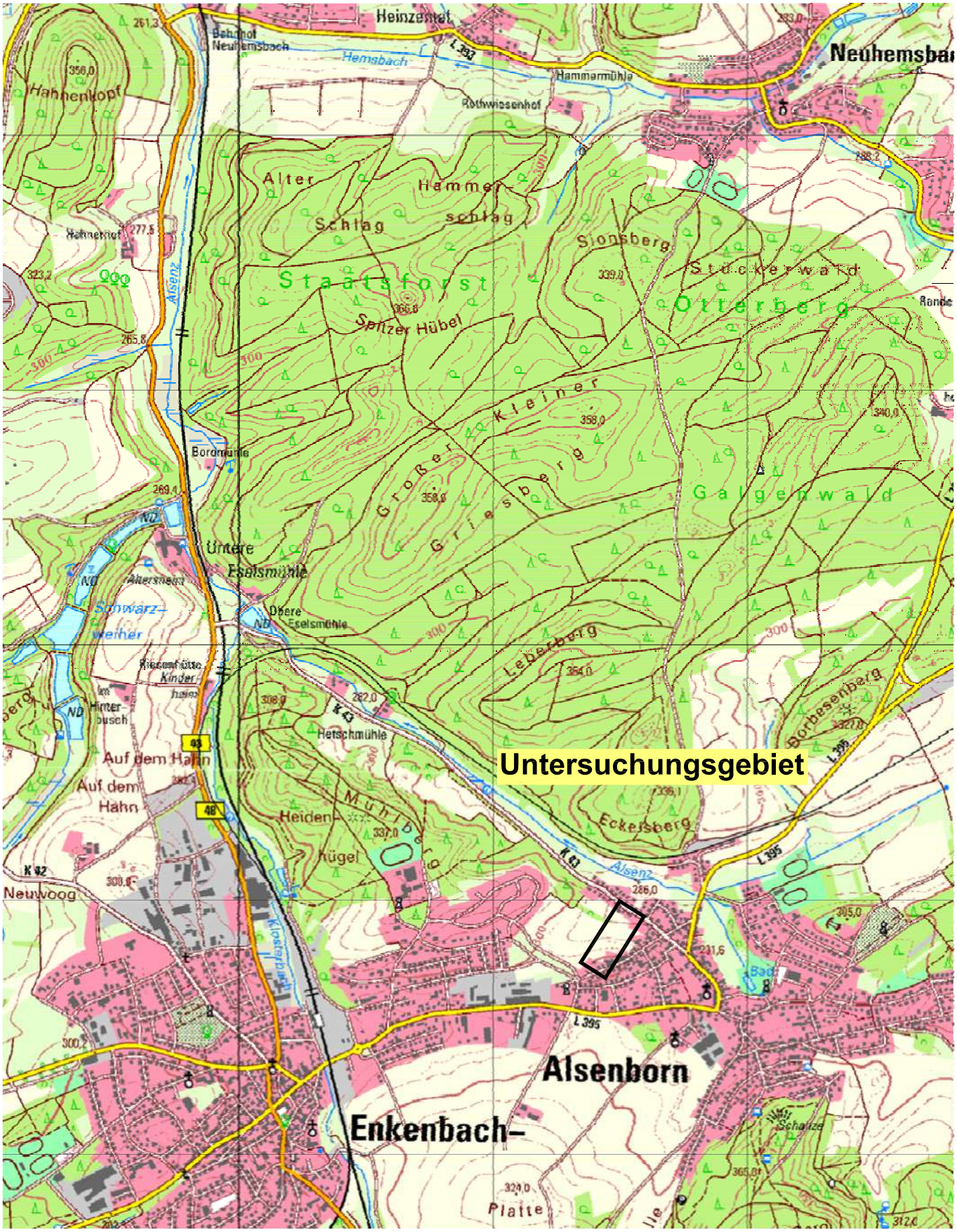
8 Schlussbemerkung

Die Angaben der Stellungnahme basieren auf den vor Ort durchgeführten Aufschlüssen. Andere als die beschriebenen Bodenverhältnisse sind dem Unterzeichner sofort mitzuteilen. Gleiches gilt bei einer maßgeblichen Veränderung der vorgelegten Planung. Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass die in der Stellungnahme angesetzten Bodenkennwerte mit denen des vor Ort eingebauten Materials übereinstimmen, da ansonsten die hier geführten Nachweise Ihre Gültigkeit verlieren.

ROMAG.
Enkenbach-Alsenborn, den 2305.2023

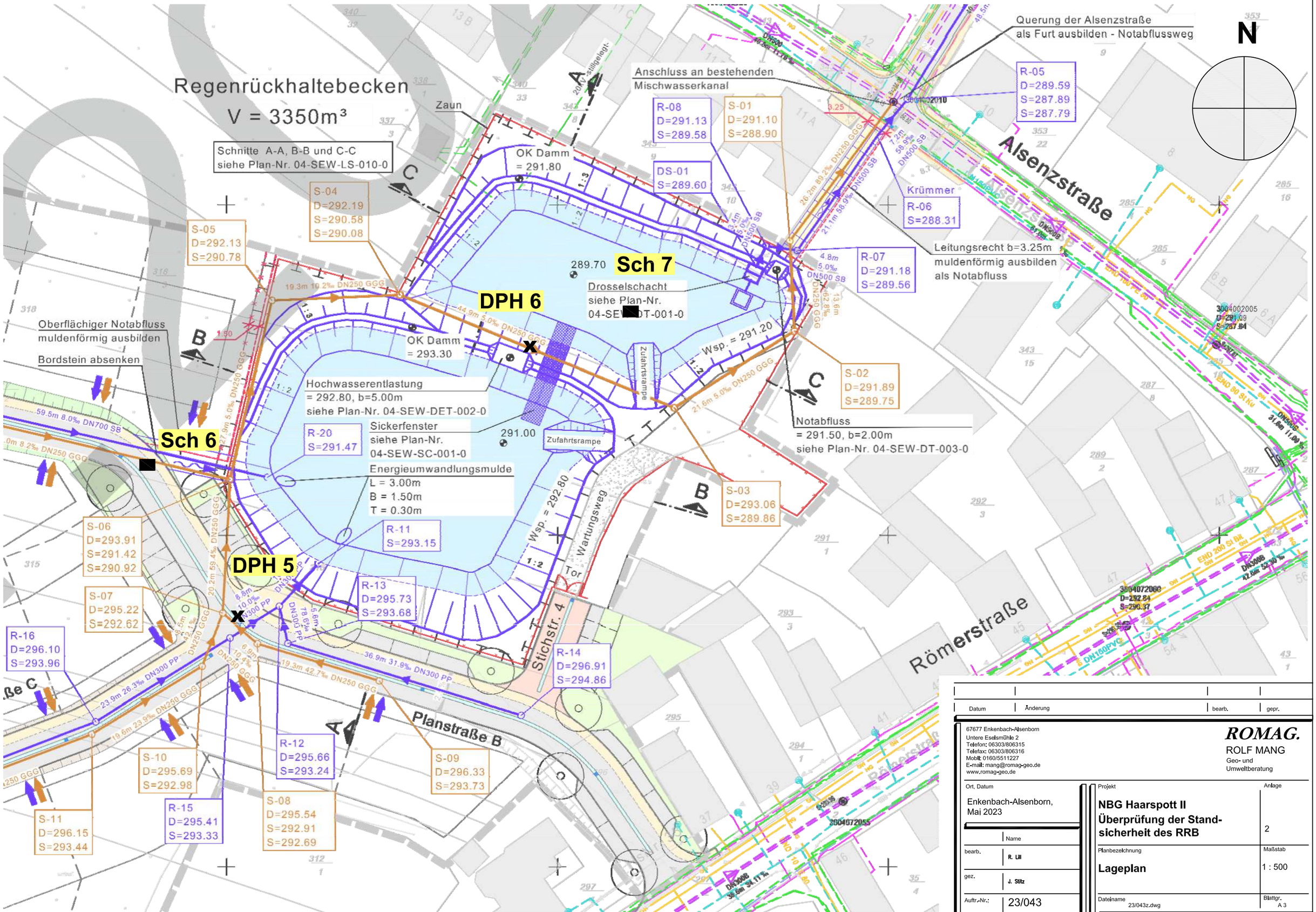
Dipl.-Geogr. Rolf Mang
(Geschäftsführer)

Sachverständiger für Geotechnik nach EASV



23043z.dwg

ROMAG. Rolf Mang Geo- und Umweltberatung Untere Eselsmühle 2, 67677 Enkenb. - Alsenborn Tel: 06303 /80 63 15, Fax: 06303 / 80 63 16 E-Mail: mang@romag-geo.de www.romag-geo.de	Bauvorhaben: NBG Haarspott II Überprüfung der Standsicherheit des RRB Planbezeichnung: Übersichtslageplan	Plan–Nr: 1 Maßstab: o. M. Projekt–Nr: 23/043



Datum	Änderung	bearb.	gepr.

67677 Enkenbach-Alsenborn
Untere Eselsmühle 2
Telefon: 06303/806315
Telefax: 06303/806316
Mobil: 0160/5511227
E-mail: mang@romag-geo.de
www.romag-geo.de

ROMAG.
ROLF MANG
Geo- und
Umweltberatung

Ort, Datum
Enkenbach-Alsenborn,
Mai 2023

	Name
bearb.	R. Lill
gez.	J. Stitz
Auftr.-Nr.:	23/043

Projekt
NBG Haarspott II
Überprüfung der Stand-
sicherheit des RRB

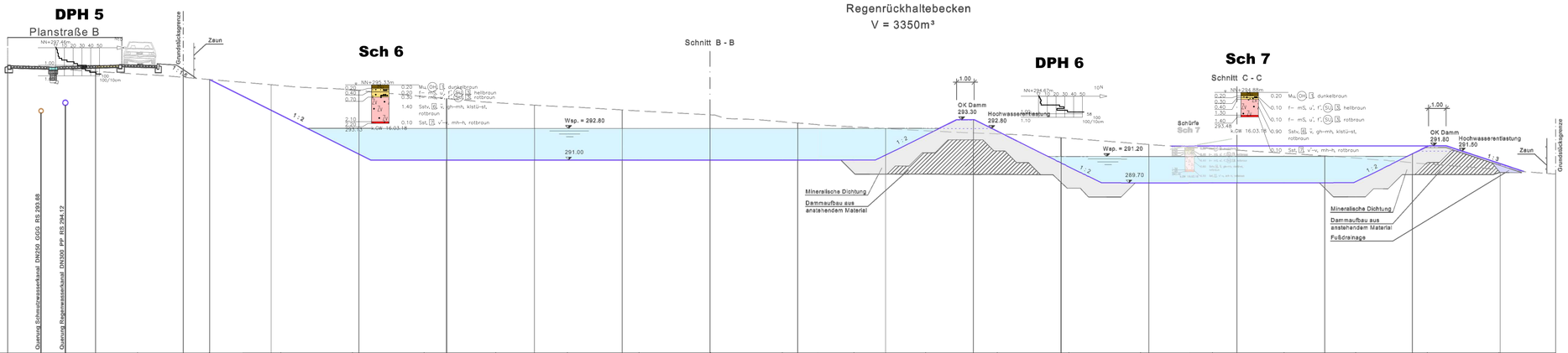
Anlage: 2

Planbezeichnung
Lageplan

Maßstab: 1 : 500

Dateiname: 23/043z.dwg

Blattgr.: A 3



Datum	Änderung	bearb.	gepr.

67677 Enkenbach-Alsenborn
Untere Esselsmühle 2
Telefon: 06303/806315
Telefax: 06303/806316
Mobil: 0160/5511227
E-mail: mang@romag-geo.de
www.romag-geo.de

ROMAG.
ROLF MANG
Geo- und Umweltberatung

Ort, Datum: Enkenbach-Alsenborn, Mai 2023

	Name
bearb.	R. Lill
gez.	J. Sitz

Auftr.-Nr.: 23/043

Projekt: **NBG Haarspott II Regenwasserkanal Wiesenstraße**

Anlage: 3.1

Planbezeichnung: **Längsschnitt A - A**

Maßstab: 1 : 100

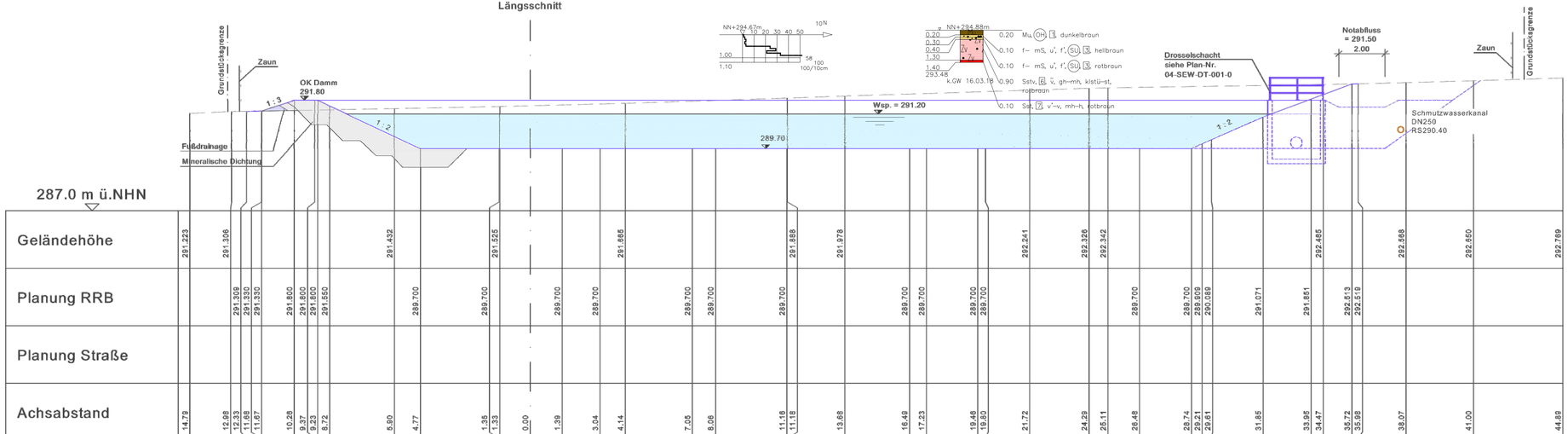
Dateiname: 23043z.dwg

Blattgr.: 297 x 1226

Regenrückhaltebecken

V = 3350m³

DPH 6 **Sch 7**

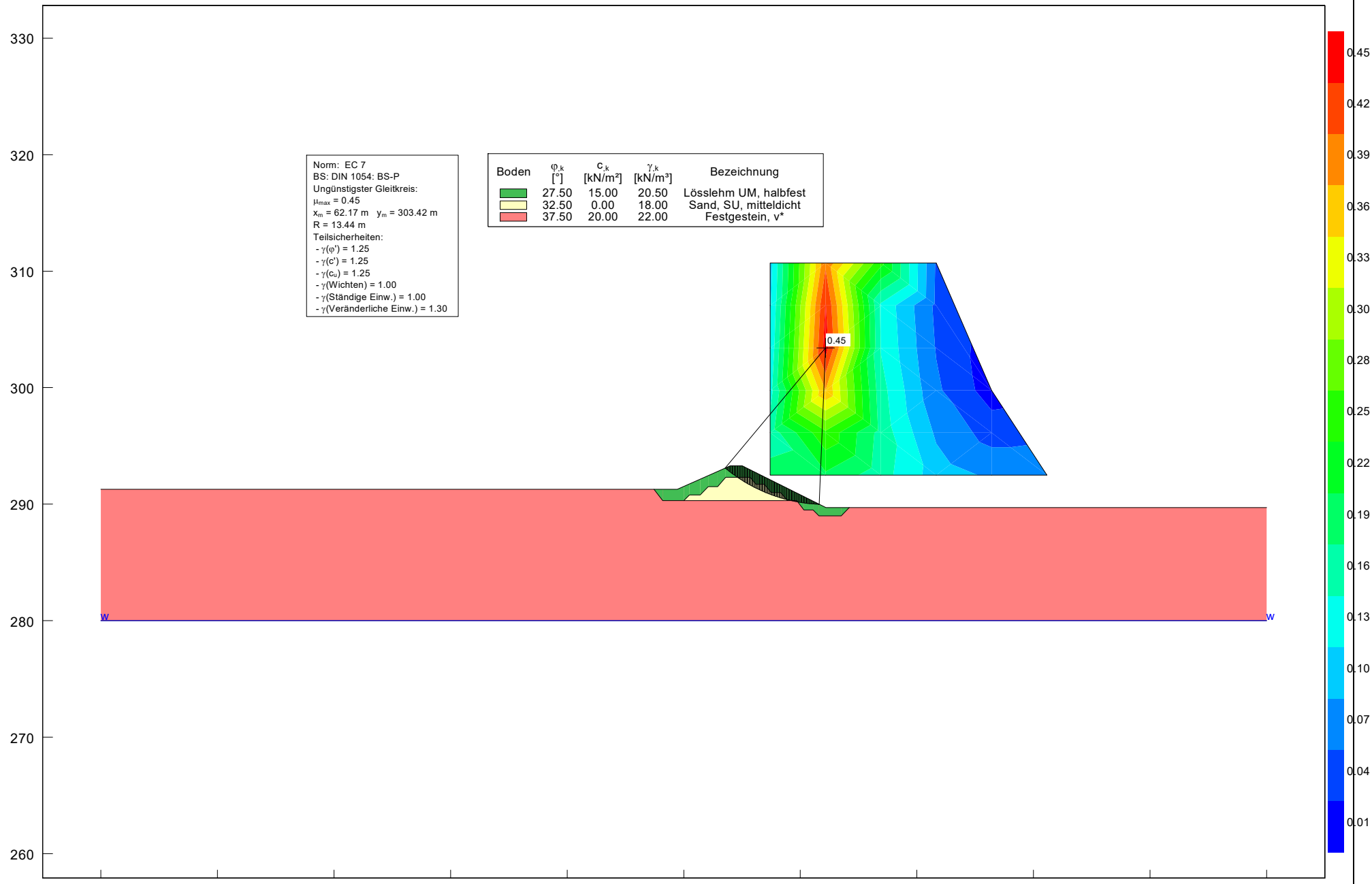


287.0 m ü.NHN

| | | |

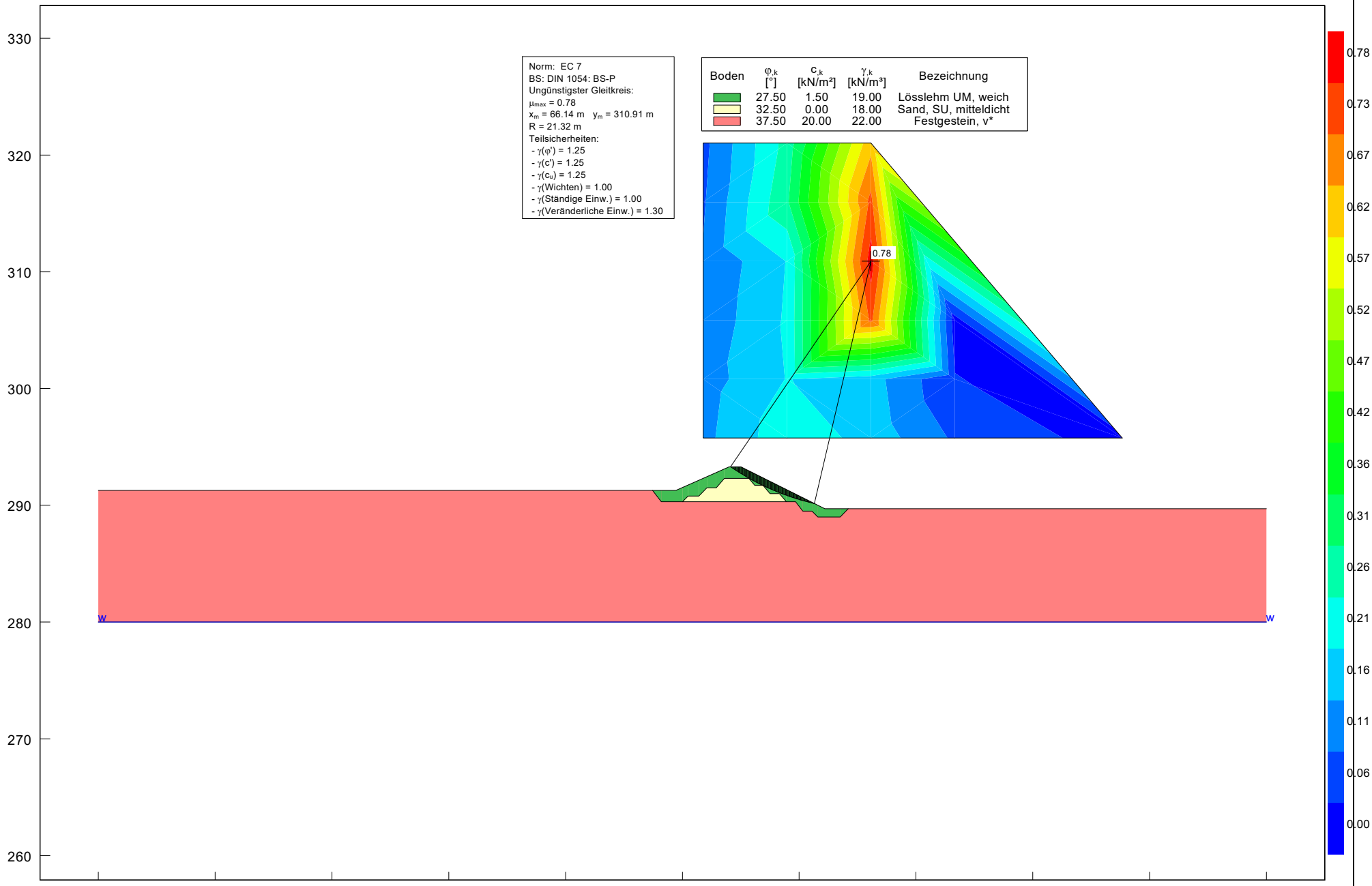
Berechnungen

ROMAG.
Rolf Mang Geo- und Umweltberatung



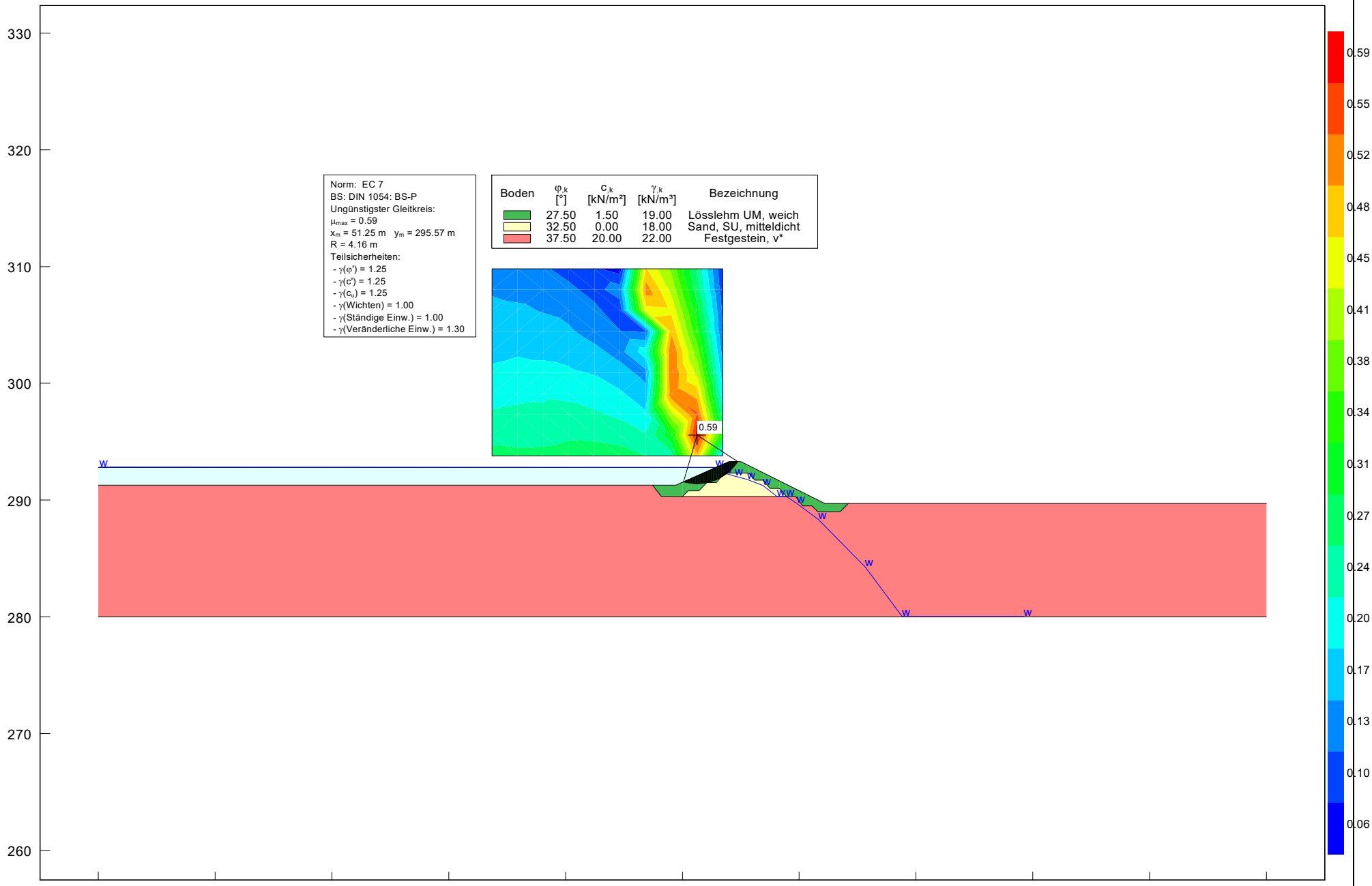
Berechnung

ROMAG.
Rolf Mang Geo- und Umweltberatung



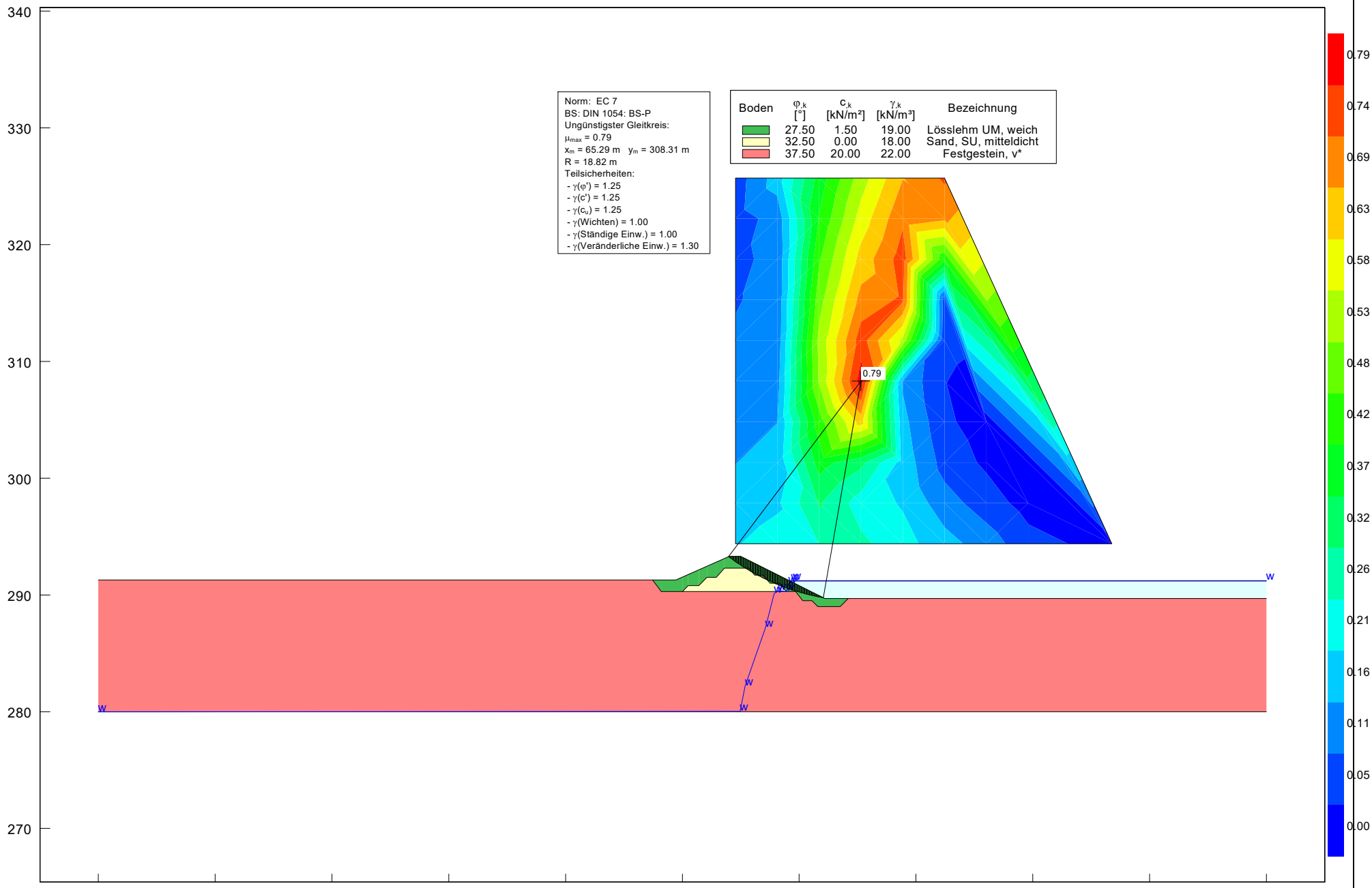
Berechnungen

ROMAG.
Rolf Mang Geo- und Umweltberatung



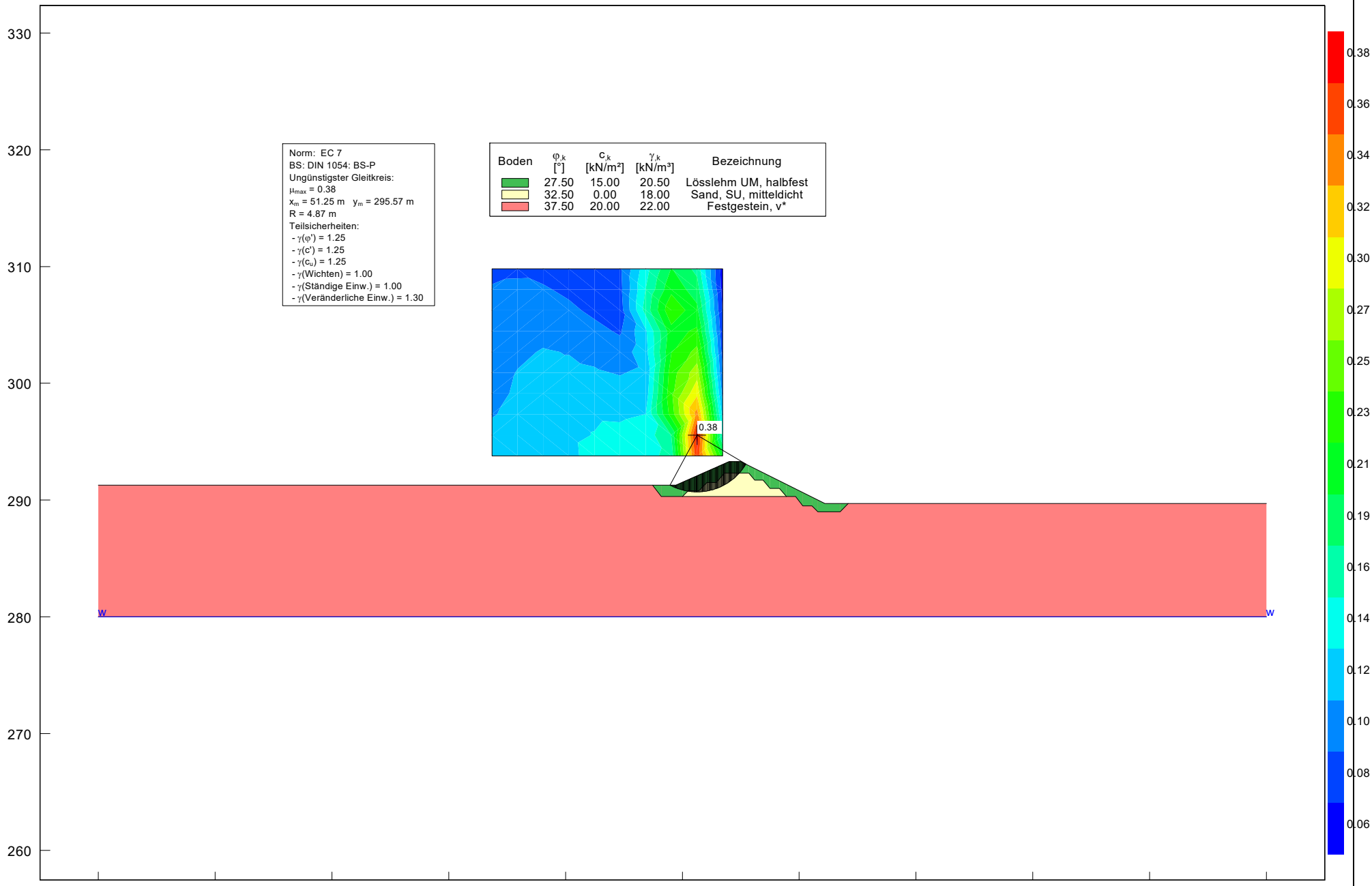
Berechnungen

ROMAG.
Rolf Mang Geo- und Umweltberatung



Berechnungen

ROMAG.
Rolf Mang Geo- und Umweltberatung



Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Parameterliste
phi [°] = Reibungswinkel
c [kN/m²] = Kohäsion
gamma [kN/m³] = Wichte
µ [-] = Ausnutzungsgrad
xm,ym [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
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 [m]	y [m]
1	0.000	291.280
2	47.450	291.280
3	49.450	291.280
4	54.000	293.300
5	55.000	293.300
6	62.200	289.700
7	64.200	289.700
8	100.000	289.700

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden [-]	phi,k [°]	c,k [kN/m²]	gamma,k [kN/m³]	Bezeichnung
1	27.50	15.00	20.50	Lösslehm UM, halbfest
2	32.50	0.00	18.00	Sand, SU, mitteldicht
3	37.50	20.00	22.00	Festgestein, v*

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden [-]	phi,d [°]	c,d [kN/m²]	gamma,d [kN/m³]	Bezeichnung
1	22.61	12.00	20.50	Lösslehm UM, halbfest
2	27.01	0.00	18.00	Sand, SU, mitteldicht
3	31.54	16.00	22.00	Festgestein, v*

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr. [-]	x(links) [m]	y(links) [m]	x(rechts) [m]	y(rechts) [m]	Boden-Nr.
1	47.450	291.280	48.200	290.300	1
2	48.200	290.300	50.000	290.300	1
3	50.000	290.300	50.500	290.800	1
4	50.500	290.800	51.400	290.800	1
5	51.400	290.800	52.100	291.500	1
6	52.100	291.500	52.900	291.500	1
7	52.900	291.500	53.600	292.300	1
8	53.600	292.300	55.700	292.300	1
9	55.700	292.300	56.200	291.700	1
10	56.200	291.700	56.900	291.700	1
11	56.900	291.700	57.500	291.000	1
12	57.500	291.000	58.300	291.000	1
13	58.300	291.000	58.900	290.300	1
14	58.900	290.300	59.700	290.300	1
15	59.700	290.300	60.300	289.500	1
16	60.300	289.500	61.100	289.500	1
17	61.100	289.500	61.600	289.000	1
18	61.600	289.000	63.500	289.000	1
19	63.500	289.000	64.200	289.700	1
20	50.000	290.300	58.900	290.300	2
21	0.000	280.000	100.000	280.000	3

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr. [-]	x [m]	y [m]
1	0.000	280.000
2	100.000	280.000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00
Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

ROMAG.
Rolf Mang Geo- und Umweltberatung

Ergebnisse
Suchbereich
Art Suchradius
"Senkrechte" Tangenten
x / y (Anfang): 43.2149 291.4035
x / y (Ende): 47.8771 279.9109
Anzahl Radien = 40

Kreis [-]	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	µ [-]
1	33.6959	309.8046	29.6214	100	0.0829
Zähler = 15177.173 Nenner = 183022.503					
M(Ti) = 183022.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 15177.2 / M(S) = 0.0					
2	33.6959	308.0247	27.9720	100	0.0896
Zähler = 15283.800 Nenner = 170544.323					
M(Ti) = 170544.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 15283.8 / M(S) = 0.0					
3	33.6959	306.2448	26.0126	101	0.0955
Zähler = 14245.410 Nenner = 149108.115					
M(Ti) = 149108.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 14245.4 / M(S) = 0.0					
4	33.6959	304.4649	24.3632	101	0.0958
Zähler = 13091.886 Nenner = 136726.841					
M(Ti) = 136726.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 13091.9 / M(S) = 0.0					
5	33.6959	302.6850	22.4038	101	0.0982
Zähler = 11482.138 Nenner = 116978.638					
M(Ti) = 116978.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 11482.1 / M(S) = 0.0					
6	33.6959	300.9051	20.7545	102	0.1009
Zähler = 10597.488 Nenner = 105071.329					
M(Ti) = 105071.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 10597.5 / M(S) = 0.0					
7	33.6959	299.1251	19.1051	104	0.1045
Zähler = 9730.154 Nenner = 93112.807					
M(Ti) = 93112.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 9730.2 / M(S) = 0.0					
8	33.6959	297.3452	17.1457	107	0.1085
Zähler = 8272.787 Nenner = 76246.410					
M(Ti) = 76246.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 8272.8 / M(S) = 0.0					
9	33.6959	295.5653	15.4963	112	0.1155
Zähler = 7532.737 Nenner = 65215.129					
M(Ti) = 65215.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 7532.7 / M(S) = 0.0					
10	33.6959	293.7854	13.5369	120	0.1171
Zähler = 5936.078 Nenner = 50687.391					
M(Ti) = 50687.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 5936.1 / M(S) = 0.0					
11	35.8902	309.8046	29.4166	100	0.0863
Zähler = 15261.408 Nenner = 176804.816					
M(Ti) = 176804.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 15261.4 / M(S) = 0.0					
12	35.8902	308.0247	27.1472	100	0.0898
Zähler = 13250.596 Nenner = 147605.102					
M(Ti) = 147605.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 13250.6 / M(S) = 0.0					
13	35.8902	306.2448	25.8079	100	0.0970
Zähler = 14006.840 Nenner = 144427.756					
M(Ti) = 144427.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 14006.8 / M(S) = 0.0					
14	35.8902	304.4649	24.1585	100	0.1040
Zähler = 13802.179 Nenner = 132711.258					
M(Ti) = 132711.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 13802.2 / M(S) = 0.0					
15	35.8902	302.6850	22.5091	101	0.1055
Zähler = 12706.935 Nenner = 120450.756					
M(Ti) = 120450.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 12706.9 / M(S) = 0.0					
16	35.8902	300.9051	20.8598	101	0.1106
Zähler = 11980.555 Nenner = 108323.306					
M(Ti) = 108323.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 11980.6 / M(S) = 0.0					
17	35.8902	299.1251	18.9004	102	0.1122
Zähler = 10108.916 Nenner = 90107.231					
M(Ti) = 90107.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 10108.9 / M(S) = 0.0					
18	35.8902	297.3452	17.2510	104	0.1143
Zähler = 8956.058 Nenner = 78337.028					
M(Ti) = 78337.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 8956.1 / M(S) = 0.0					
19	35.8902	295.5653	15.2916	108	0.1117
Zähler = 6973.432 Nenner = 62457.872					
M(Ti) = 62457.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 6973.4 / M(S) = 0.0					
20	35.8902	293.7854	13.6422	116	0.1171
Zähler = 6065.035 Nenner = 51794.816					
M(Ti) = 51794.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 6065.0 / M(S) = 0.0					
21	38.0845	309.8046	29.2119	100	0.0820
Zähler = 13948.478 Nenner = 170070.926					
M(Ti) = 170070.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 13948.5 / M(S) = 0.0					
22	38.0845	308.0247	27.8726	100	0.0899
Zähler = 15051.802 Nenner = 167365.634					
M(Ti) = 167365.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 15051.8 / M(S) = 0.0					
23	38.0845	306.2448	25.2931	100	0.0956
Zähler = 12584.654 Nenner = 131635.513					
M(Ti) = 131635.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 12584.7 / M(S) = 0.0					
24	38.0845	304.4649	23.9538	100	0.1034

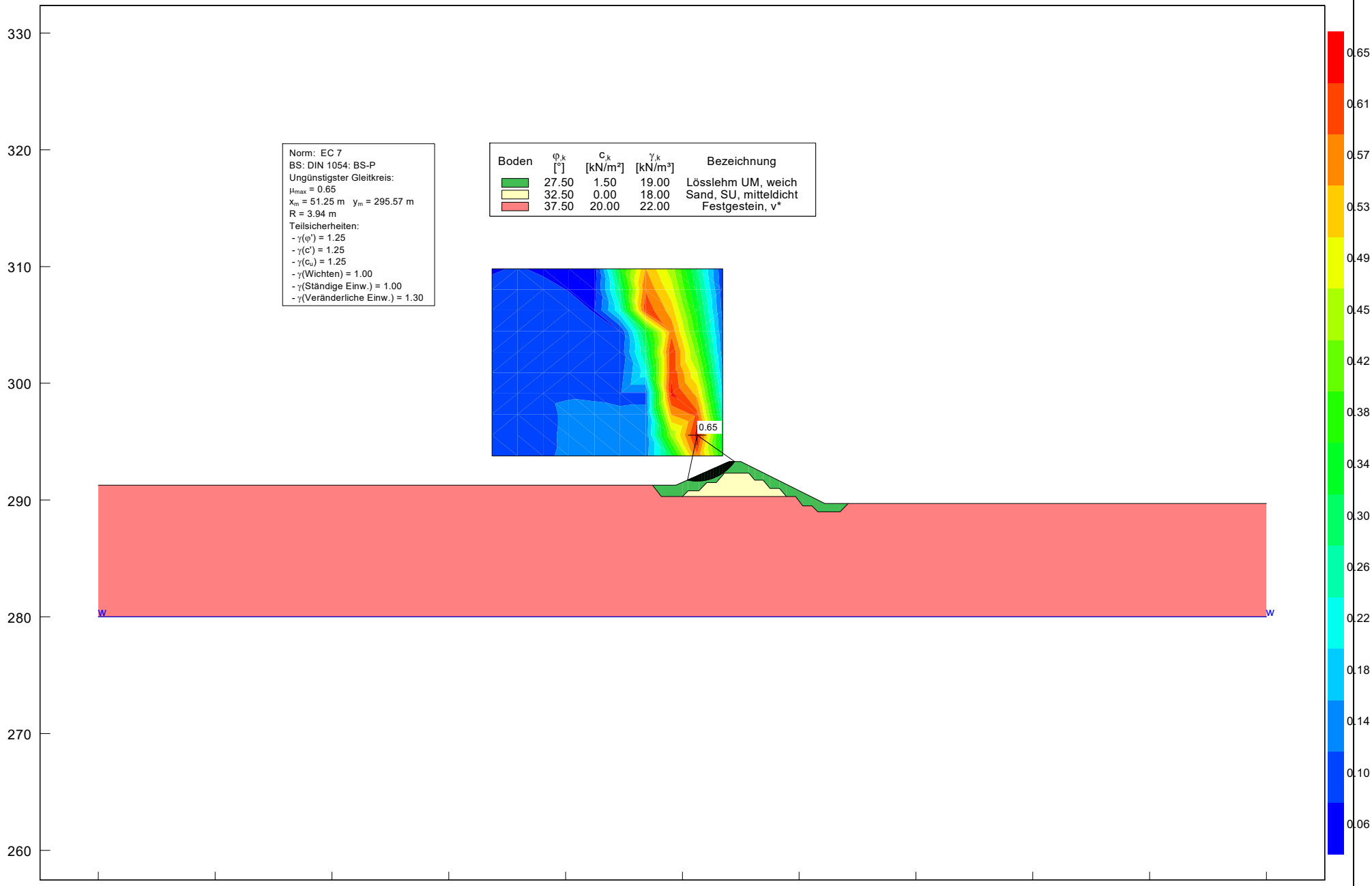
```
Zähler = 13246.362   Nenner = 128061.479
M(Ti) = 128061.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 13246.4 / M(S)  = 0.0
 25      38.0845    302.6850    22.6144     100      0.1112
Zähler = 13734.971   Nenner = 123506.426
M(Ti) = 123506.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 13735.0 / M(S)  = 0.0
 26      38.0845    300.9051    20.6550     100      0.1140
Zähler = 11972.990   Nenner = 105002.434
M(Ti) = 105002.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 11973.0 / M(S)  = 0.0
 27      38.0845    299.1251    19.0057     101      0.1200
Zähler = 11204.548   Nenner = 93346.054
M(Ti) = 93346.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 11204.5 / M(S)  = 0.0
 28      38.0845    297.3452    17.0463     101      0.1178
Zähler = 8999.922   Nenner = 76407.967
M(Ti) = 76408.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 8999.9 / M(S)  = 0.0
 29      38.0845    295.5653    15.3969     104      0.1188
Zähler = 7710.417   Nenner = 64928.761
M(Ti) = 64928.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 7710.4 / M(S)  = 0.0
 30      38.0845    293.7854    13.7475     110      0.1202
Zähler = 6439.550   Nenner = 53570.176
M(Ti) = 53570.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 6439.6 / M(S)  = 0.0
 31      40.2788    309.8046    29.0071     100      0.0747
Zähler = 12143.024   Nenner = 162526.106
M(Ti) = 162526.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 12143.0 / M(S)  = 0.0
 32      40.2788    308.0247    27.3578     100      0.0842
Zähler = 12778.758   Nenner = 151744.326
M(Ti) = 151744.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 12778.8 / M(S)  = 0.0
 33      40.2788    306.2448    24.7783     100      0.0918
Zähler = 10937.317   Nenner = 119175.804
M(Ti) = 119175.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 10937.3 / M(S)  = 0.0
 34      40.2788    304.4649    23.4390     100      0.1002
Zähler = 11637.913   Nenner = 116158.228
M(Ti) = 116158.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 11637.9 / M(S)  = 0.0
 35      40.2788    302.6850    22.0996     100      0.1089
Zähler = 12193.633   Nenner = 111961.674
M(Ti) = 111961.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 12193.6 / M(S)  = 0.0
 36      40.2788    300.9051    19.5201     100      0.1147
Zähler = 9650.714   Nenner = 84120.705
M(Ti) = 84120.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 9650.7 / M(S)  = 0.0
 37      40.2788    299.1251    18.1808     100      0.1222
Zähler = 9707.852   Nenner = 79472.906
M(Ti) = 79472.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 9707.9 / M(S)  = 0.0
 38      40.2788    297.3452    17.1516     100      0.1284
Zähler = 10130.080   Nenner = 78886.425
M(Ti) = 78886.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 10130.1 / M(S)  = 0.0
 39      40.2788    295.5653    15.5022     101      0.1285
Zähler = 8653.247   Nenner = 67331.307
M(Ti) = 67331.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 8653.2 / M(S)  = 0.0
 40      40.2788    293.7854    13.5428     103      0.1279
Zähler = 6616.070   Nenner = 51712.997
M(Ti) = 51713.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 6616.1 / M(S)  = 0.0
 41      42.4731    309.8046    27.5622     100      0.0656
Zähler = 8105.823   Nenner = 123473.605
M(Ti) = 123473.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 8105.8 / M(S)  = 0.0
 42      42.4731    308.0247    27.1530     100      0.0746
Zähler = 10779.180   Nenner = 144513.811
M(Ti) = 144513.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 10779.2 / M(S)  = 0.0
 43      42.4731    306.2448    24.5735     100      0.0839
Zähler = 9504.971   Nenner = 113293.120
M(Ti) = 113293.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 9505.0 / M(S)  = 0.0
 44      42.4731    304.4649    21.9940     100      0.0932
Zähler = 8084.263   Nenner = 86758.678
M(Ti) = 86758.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 8084.3 / M(S)  = 0.0
 45      42.4731    302.6850    20.3446     100      0.1034
Zähler = 8135.911   Nenner = 78712.280
M(Ti) = 78712.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 8135.9 / M(S)  = 0.0
 46      42.4731    300.9051    19.0053     100      0.1123
Zähler = 8476.708   Nenner = 75503.916
M(Ti) = 75503.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 8476.7 / M(S)  = 0.0
 47      42.4731    299.1251    17.6660     100      0.1211
Zähler = 8653.548   Nenner = 71463.445
M(Ti) = 71463.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 8653.5 / M(S)  = 0.0
 48      42.4731    297.3452    16.3267     100      0.1293
Zähler = 8604.774   Nenner = 66549.815
M(Ti) = 66549.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 8604.8 / M(S)  = 0.0
 49      42.4731    295.5653    14.0572     100      0.1320
Zähler = 6504.438   Nenner = 49268.796
M(Ti) = 49268.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 6504.4 / M(S)  = 0.0
 50      42.4731    293.7854    13.6481     100      0.1367
Zähler = 7345.925   Nenner = 53720.290
M(Ti) = 53720.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 7345.9 / M(S)  = 0.0
 51      44.6675    309.8046    20.2261     100      0.0841
Zähler = 927.912   Nenner = 11031.291
M(Ti) = 11031.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 927.9 / M(S)  = 0.0
 52      44.6675    308.0247    18.5768     100      0.0817
```

```
Zähler = 858.748   Nenner = 10507.752
M(Ti) = 10507.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 858.7 / M(S)  = 0.0
 53      44.6675    306.2448    17.2375     100      0.0783
Zähler = 927.598   Nenner = 11842.238
M(Ti) = 11842.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 927.6 / M(S)  = 0.0
 54      44.6675    304.4649    19.3088     100      0.0856
Zähler = 3883.508   Nenner = 45372.513
M(Ti) = 45372.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 3883.5 / M(S)  = 0.0
 55      44.6675    302.6850    18.8997     100      0.0965
Zähler = 5450.857   Nenner = 56496.445
M(Ti) = 56496.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 5450.9 / M(S)  = 0.0
 56      44.6675    300.9051    16.3201     100      0.1083
Zähler = 4298.043   Nenner = 39696.702
M(Ti) = 39696.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 4298.0 / M(S)  = 0.0
 57      44.6675    299.1251    15.6009     100      0.1187
Zähler = 5260.554   Nenner = 44327.544
M(Ti) = 44327.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 5260.6 / M(S)  = 0.0
 58      44.6675    297.3452    13.9516     100      0.1286
Zähler = 4910.459   Nenner = 38193.121
M(Ti) = 38193.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 4910.5 / M(S)  = 0.0
 59      44.6675    295.5653    12.3022     100      0.1362
Zähler = 4353.806   Nenner = 31957.320
M(Ti) = 31957.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 4353.8 / M(S)  = 0.0
 60      44.6675    293.7854    11.5830     100      0.1403
Zähler = 4622.897   Nenner = 32959.645
M(Ti) = 32959.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 4622.9 / M(S)  = 0.0
 61      46.8618    309.8046    18.4711     100      0.1446
Zähler = 195.915   Nenner = 1355.143
M(Ti) = 1355.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 195.9 / M(S)  = 0.0
 62      46.8618    308.0247    16.8217     100      0.1540
Zähler = 204.464   Nenner = 1327.340
M(Ti) = 1327.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 204.5 / M(S)  = 0.0
 63      46.8618    306.2448    15.1724     100      0.1619
Zähler = 201.931   Nenner = 1247.199
M(Ti) = 1247.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 201.9 / M(S)  = 0.0
 64      46.8618    304.4649    14.4532     100      0.1286
Zähler = 659.624   Nenner = 5130.700
M(Ti) = 5130.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 659.6 / M(S)  = 0.0
 65      46.8618    302.6850    12.8038     100      0.1247
Zähler = 584.057   Nenner = 4682.606
M(Ti) = 4682.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 584.1 / M(S)  = 0.0
 66      46.8618    300.9051    11.4645     100      0.1147
Zähler = 609.831   Nenner = 5317.827
M(Ti) = 5317.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 609.8 / M(S)  = 0.0
 67      46.8618    299.1251    10.7453     100      0.1204
Zähler = 962.102   Nenner = 7990.511
M(Ti) = 7990.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 962.1 / M(S)  = 0.0
 68      46.8618    297.3452    10.3362     100      0.1316
Zähler = 1559.317   Nenner = 11853.303
M(Ti) = 11853.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1559.3 / M(S)  = 0.0
 69      46.8618    295.5653     9.3070     100      0.1409
Zähler = 1722.456   Nenner = 12221.980
M(Ti) = 12222.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1722.5 / M(S)  = 0.0
 70      46.8618    293.7854    10.1381     100      0.1452
Zähler = 3214.491   Nenner = 22142.633
M(Ti) = 22142.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 3214.5 / M(S)  = 0.0
 71      49.0561    309.8046    18.5764     100      0.1981
Zähler = 474.552   Nenner = 2395.850
M(Ti) = 2395.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 474.6 / M(S)  = 0.0
 72      49.0561    308.0247    16.6170     100      0.2131
Zähler = 348.350   Nenner = 1634.996
M(Ti) = 1635.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 348.4 / M(S)  = 0.0
 73      49.0561    306.2448    14.9676     100      0.2376
Zähler = 369.048   Nenner = 1553.448
M(Ti) = 1553.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 369.0 / M(S)  = 0.0
 74      49.0561    304.4649    13.6283     100      0.2102
Zähler = 501.695   Nenner = 2386.272
M(Ti) = 2386.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 501.7 / M(S)  = 0.0
 75      49.0561    302.6850    11.3589     100      0.2179
Zähler = 240.518   Nenner = 1104.023
M(Ti) = 1104.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 240.5 / M(S)  = 0.0
 76      49.0561    300.9051    10.3296     100      0.2309
Zähler = 444.285   Nenner = 1923.918
M(Ti) = 1923.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 444.3 / M(S)  = 0.0
 77      49.0561    299.1251     8.6803     100      0.2363
Zähler = 383.939   Nenner = 1624.922
M(Ti) = 1624.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 383.9 / M(S)  = 0.0
 78      49.0561    297.3452     7.0309     100      0.2287
Zähler = 294.262   Nenner = 1286.590
M(Ti) = 1286.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 294.3 / M(S)  = 0.0
 79      49.0561    295.5653     5.6916     100      0.1759
Zähler = 262.759   Nenner = 1493.647
M(Ti) = 1493.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 262.7 / M(S)  = 0.0
 80      49.0561    293.7854     6.5227     100      0.1610
```

ROMAG.
Rolf Mang Geo- und Umweltberatung

```
Zähler = 914.123   Nenner = 5678.251
M(Ti) = 5678.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 914.1 / M(S)  = 0.0
 81      51.2504    309.8046    18.3717     100      0.1687
Zähler = 326.980   Nenner = 1937.838
M(Ti) = 1937.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 327.0 / M(S)  = 0.0
 82      51.2504    308.0247    16.7223     100      0.1853
Zähler = 349.623   Nenner = 1886.731
M(Ti) = 1886.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 349.6 / M(S)  = 0.0
 83      51.2504    306.2448    15.0729     100      0.2027
Zähler = 367.998   Nenner = 1815.179
M(Ti) = 1815.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 368.0 / M(S)  = 0.0
 84      51.2504    304.4649    13.1135     100      0.2227
Zähler = 296.661   Nenner = 1332.280
M(Ti) = 1332.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 296.7 / M(S)  = 0.0
 85      51.2504    302.6850    11.4642     100      0.2474
Zähler = 304.700   Nenner = 1231.550
M(Ti) = 1231.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 304.7 / M(S)  = 0.0
 86      51.2504    300.9051     9.8148     100      0.2749
Zähler = 303.925   Nenner = 1105.590
M(Ti) = 1105.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 303.9 / M(S)  = 0.0
 87      51.2504    299.1251     8.1655     100      0.3015
Zähler = 290.562   Nenner = 963.641
M(Ti) = 963.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 290.6 / M(S)  = 0.0
 88      51.2504    297.3452     6.2060     100      0.3367
Zähler = 202.080   Nenner = 600.264
M(Ti) = 600.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 202.1 / M(S)  = 0.0
 89      51.2504    295.5653     4.8667     100      0.3822
Zähler = 206.224   Nenner = 539.573
M(Ti) = 539.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 206.2 / M(S)  = 0.0
 90      51.2504    293.7854     3.2379     100      0.3692
Zähler = 118.274   Nenner = 320.349
M(Ti) = 320.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 118.3 / M(S)  = 0.0
 91      53.4447    309.8046    18.4770     100      0.0552
Zähler = 120.955   Nenner = 2192.145
M(Ti) = 2192.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 121.0 / M(S)  = 0.0
 92      53.4447    308.0247    16.8276     100      0.0591
Zähler = 127.627   Nenner = 2160.571
M(Ti) = 2160.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 127.6 / M(S)  = 0.0
 93      53.4447    306.2448    14.8682     100      0.0646
Zähler = 109.050   Nenner = 1689.317
M(Ti) = 1689.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 109.0 / M(S)  = 0.0
 94      53.4447    304.4649    13.2188     100      0.0722
Zähler = 113.675   Nenner = 1574.978
M(Ti) = 1575.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 113.7 / M(S)  = 0.0
 95      53.4447    302.6850    11.5695     100      0.0800
Zähler = 116.317   Nenner = 1454.776
M(Ti) = 1454.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 116.3 / M(S)  = 0.0
 96      53.4447    300.9051     9.6101     100      0.0886
Zähler = 96.307   Nenner = 1086.738
M(Ti) = 1086.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 96.3 / M(S)  = 0.0
 97      53.4447    299.1251     7.9607     100      0.1024
Zähler = 94.806   Nenner = 926.281
M(Ti) = 926.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 94.8 / M(S)  = 0.0
 98      53.4447    297.3452     6.0013     100      0.1247
Zähler = 72.488   Nenner = 581.146
M(Ti) = 581.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 72.5 / M(S)  = 0.0
 99      53.4447    295.5653     3.7318     100      0.1511
Zähler = 38.143   Nenner = 252.354
M(Ti) = 252.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 38.1 / M(S)  = 0.0
100      53.4447    293.7854     2.5508     101      0.2048
Zähler = 43.351   Nenner = 211.637
M(Ti) = 211.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 43.4 / M(S)  = 0.0

Ungünstigster Gleitkreis
Kreis     xm          ym        Radius   Lamellen      µ
          [m]         [m]        [m]        [-]        [-]
 89      51.2504    295.5653     4.8667     100      0.3822
Zähler = 206.224   Nenner = 539.573
```

Berechnungen

ROMAG.
Rolf Mang Geo- und Umweltberatung