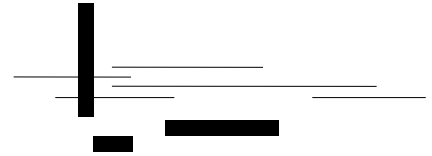


# **Anhang 10**

## **Fachgutachten zur Standsicherheit**

Umtec



**Prof. Biener I  
Sasse I Konertz**

**Partnerschaft  
Beratender Ingenieure  
und Geologen mbB**

## **Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West**

### **Fachgutachten zur Standsicherheit**

erstellt im Auftrag der



**Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH**

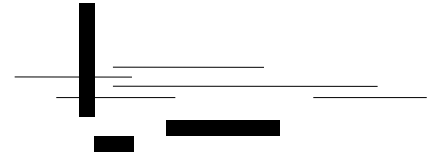
durch

**Umtec  
Prof. Biener I Sasse I Konertz  
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB**

im April 2022

Partner  
**Prof. Dr.-Ing. Ernst Biener  
Dipl.-Ing. Torsten Sasse  
Dr. Klaus Konertz  
Dipl.-Geol. Christoph Meyer  
Dr. Tobias von Mücke**

Haferwende 7  
28357 Bremen  
Telefon  
0421 20 75 9-0  
Telefax  
0421 20 75 9-999  
info@umtec-partner.de  
www.umtec-partner.de



## Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West Fachgutachten zur Standsicherheit

### Inhaltsverzeichnis

Kapitel		Seite
1	Veranlassung	1
2	Unterlagen	2
3	Maßgebende Berechnungsschnitte und Kontaktfugen	3
4	Standsicherheitsberechnungen	4
4.1	Berechnungsgrundlagen	4
4.1.1	Versagensmechanismen	4
4.1.2	Teilsicherheitskonzept und Bemessungssituation	5
4.1.3	Kennwerte	6
4.1.4	Verkehrslasten und Porenwasserdruck	8
4.2	Ergebnisse	8
5	Spreizsicherheit	10
6	Fazit und weiterführende Hinweise	14

**Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West  
Fachgutachten zur Standsicherheit**

**Anlagenverzeichnis**

**Anlage 1 Lage der maßgeblichen Berechnungsschnitte; M 1 : 2.000**

**Anlage 2 Betrachtungen zum Böschungsbruch und -gleiten „Detailschnitt c“**

Anlage 2.1 Kontaktfuge zwischen Entwässerungsschicht und Schutzmatte;  
Teileinstau der Entwässerungsschicht

Anlage 2.2 Kontaktfuge zwischen Schutzmatte und KDB;  
Teileinstau der Entwässerungsschicht

Anlage 2.3 Kontaktfuge zwischen KDB und Mineralischer Dichtung;

Anlage 2.4 Gleitkreis durch den Deponiekörper und den Randdamm

Anlage 2.5 Gleitkreis durch die OFAD und den Randdamm

**Anlage 3 Betrachtungen zum Böschungsbruch und -gleiten „Detailschnitt d“**

Anlage 3.1 Kontaktfuge zwischen Entwässerungsschicht und Schutzmatte;  
Teileinstau der Entwässerungsschicht

Anlage 3.2 Kontaktfuge zwischen Schutzmatte und KDB;  
Teileinstau der Entwässerungsschicht

Anlage 3.3 Kontaktfuge zwischen KDB und Mineralischer Dichtung;

Anlage 3.4 Gleitkreis durch den Deponiekörper und den Randdamm

Anlage 3.5 Gleitkreis durch die OFAD und den Randdamm

## **Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West Fachgutachten zur Standsicherheit**

### **1 Veranlassung**

Die IAG - Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH (IAG) beabsichtigt die Erschließung von 2 Basisbauabschnitten auf dafür bereits vorgesehenen Flächen. Der „BA 7/8 Süd“ soll in südlicher Fortsetzung der bestehenden BA 7 und BA 8 errichtet werden. Der „BA 7 West“ ist im Bereich der temporär für die Reifenwäsche (RW) West genutzten Fläche geplant, welche sich im Westen des BA 7 befindet.

Mit Ingenieurvertrag vom 06.07.2017 beauftragte die IAG die Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB mit den erforderlichen Planungsleistungen zu o.g. Vorhaben.

Im Rahmen der Genehmigungsplanung sind Standsicherheitsuntersuchungen für die geplante Basisabdichtung durchzuführen.

Die Basisabdichtung soll aus folgenden Einzelkomponenten (von oben nach unten) bestehen:

- Abfall DK III
- $\geq 30$  cm Schutzschicht bei  $\leq 10$  % Böschungsneigung,  
 $\geq 50$  cm Schutzschicht bei  $> 10$  % Böschungsneigung
- PP-Vlies als Trennlage (nach Erfordernis)
- $\geq 30$  cm mineralische Entwässerungsschicht bei  $> 10$  % Böschungsneigung,  
 $\geq 50$  cm mineralische Entwässerungsschicht bei  $\leq 10$  % Böschungsneigung
- Schutzschicht (z.B. Sandschutzmatte) gemäß BAM-Richtlinie mit BAM-Zulassung
- 2,5 mm PEHD-Kunststoffdichtungsbahn (KDB) mit BAM-Zulassung
- $\geq 50$  cm mineralische Dichtung, 2-lagig à 25 cm ( $k \leq 5 \times 10^{-10}$  m/s)
- $\geq 360$  cm vorhandene (z.T. technisch verbesserte) geologische Barriere

Unter Berücksichtigung der vorgesehenen Böschungsneigungen und der Winkel der inneren Reibung / der Verbundreibungswinkel sowie der Kohäsion / Adhäsion der einzelnen Abdichtungskomponenten wird im Folgenden die Standsicherheit der Basisabdichtung für zwei maßgebliche Schnitte rechnerisch betrachtet.

Die Standsicherheitsnachweise der herzustellenden Basisabdichtung werden im vorliegenden Fall zunächst auf Grundlage von vereinzelt vorliegenden bodenmechanischen Laborversuchen sowie auf Grundlage von Erfahrungswerten für den Winkel der inne-

## **Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West Fachgutachten zur Standsicherheit**

ren Reibung / Verbundreibungswinkel und der Kohäsion / Adhäsion der einzelnen Abdichtungskomponenten geführt.

Insofern soll der grundsätzliche Nachweis geführt werden, dass das vorgesehene Basisabdichtungssystem mit den derzeit am Markt vorhandenen Materialien standsicher ausgebildet werden kann. Bei den im Rahmen der hier vorliegenden Standsicherheitsberechnungen angenommenen Kennwerten der Abdichtungsmaterialien (inneren Reibung / Verbundreibungswinkel und der Kohäsion / Adhäsion der einzelnen Abdichtungskomponenten) handelt es sich um Mindestanforderungen.

Darüber hinaus erfolgen eine Betrachtung zur Spreizsicherheit der Deponiebasis und zum Gelände- und Böschungsbruch des südlichen Randdamm im BA 7/8 Süd und für den Bereich des BA 7 West.

## **2 Unterlagen**

- [1] Deponie Ihlenberg,; Plan 2550GP420, Regeldetail Randanbindung Teil II – Regeldetail (c) und (d) (M 1 : 50) (Anhang 2.1 der Antragsunterlagen); erstellt im Auftrag der IAG – Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH, durch Umtec Prof Biener I Sasse I Konertz, Partnerschaft beratender Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, April 2022
- [2] Deponie Ihlenberg,; Plan 2550GP400, Detail Basisabdichtungssystem (M 1 : 25) (Anhang 2.1 der Antragsunterlagen); erstellt im Auftrag der IAG – Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH, durch Umtec Prof Biener I Sasse I Konertz, Partnerschaft beratender Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, April 2022.
- [3] Deponie Ihlenberg,; Plan 2550GP120, Lageplan OK Kunststoffdichtungsbahn (Anhang 2.1 der Antragsunterlagen); erstellt im Auftrag der IAG – Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH, durch Umtec Prof Biener I Sasse I Konertz, Partnerschaft beratender Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, April 2022.
- [4] Geotechnischer Untersuchungsbericht D29618/1 zur Deponie Ihlenberg – Basiserweiterung BA 7/8 Süd (Anhang 8.1 der Antragsunterlagen); erstellt im Auftrag der IAG - Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH, durch Dr.-Ing. Christoph Lehnert + Dipl.-Ing. Niels Wittorf, Lübeck, 23.05.2018.

## **Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West Fachgutachten zur Standsicherheit**

- [5] Geotechnischer Untersuchungsbericht D29618/7 zur Deponie Ihlenberg – Basiserweiterung BA 7/8 Süd, Geotechnische Standortuntersuchung für den Bereich der temporären Reifenwäsche West (Anhang 8.2 der Antragsunterlagen); erstellt im Auftrag der IAG - Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH, durch Dr.-Ing. Christoph Lehnert + Dipl.-Ing. Niels Wittorf, Lübeck, 18.06.2018.

### **3 Maßgebende Berechnungsschnitte und Kontaktfugen**

Dem den Antragsunterlagen in Anhang 2.1 beigefügten Plan [1]<sup>1</sup> zufolge sollen im Zuge der Errichtung der Basisabdichtung im BA 7/8 Süd Innenböschungen mit Neigung 1 : 3 angelegt werden. Zudem sollen den uns vorliegenden Ergebnissen der geotechnischen Erkundungen [4] zufolge einige Bereiche des vorhandenen Untergrundes bzw. der geologischen Barriere technisch verbessert werden. Im Hinblick auf die unterschiedlich geplanten Längen der Böschungen, die technisch zu verbessernden Bereiche sowie die südlich des Randdammes befindliche Ausgleichsvorlage und das Langzeitlager werden im Folgenden der „Detailschnitt c“ und der „Detailschnitt d“ als maßgebend bewertet. Eine Darstellung zur Lage dieser Schnitte findet sich in Anlage 1.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass für den BA 7 West (temporäre Reifenwäsche West) geringere Böschungsneigungen bzw. geringere Böschungslängen mit vergleichbaren Untergrundverhältnissen vorliegen (gemäß [5], jedoch ohne notwendige Austausch von tieferliegenden Sandlinsen). Insofern können die Ergebnisse der Berechnungen zu den „Detailschnitten c und d“ des BA 7/8 Süd auf der sicheren Seite liegend auch auf den BA 7 West übertragen werden.

Gemäß GDA E2-07<sup>2</sup> sind für Standsicherheitsberechnungen mit geschichteten Systemen charakteristische Kontaktreibungswinkel für die zu betrachtenden Scherfugen anzusetzen. Für den Nachweis gegen Gleiten des Dichtungssystems ist die Scherfuge mit dem geringsten mobilisierbaren Kontaktreibungswinkel / Gesamtreibungswiderstand maßgebend. Zum Nachweis der Gleitsicherheit der Basisabdichtung werden die Berechnungsschnitte „Detailschnitt c“ und „Detailschnitt d“ daher wie folgt betrachtet:

---

<sup>1</sup> Die in eckige Klammern gesetzten Ziffern, wie z.B. [1], beziehen sich auf das Unterlagenverzeichnis in Kapitel 2.

<sup>2</sup> Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponiebauwerke“ der DGGT e.V.: E 2-7 „Standsicherheit von Dichtungssystemen“, Bautechnik 9/2008, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, Überarbeitung 8/2015.

## **Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West Fachgutachten zur Standsicherheit**

- Kontaktfuge zwischen teileingestauter Entwässerungsschicht und Schutzmatte
- Kontaktfuge zwischen Schutzmatte und KDB
- Kontaktfuge zwischen KDB und Mineralischer Dichtung

Zudem wurde an der Südböschung des BA 7/8 Süd die Sicherheit gegenüber Böschungs- bzw. Geländebruch betrachtet. Hierbei wurde die Annahme getroffen, dass nach Errichtung der Basisabdichtung zu einem späteren Zeitpunkt bereichsweise zur Verbesserung der geologischen Barriere geböschte Baugruben ab den südlichen Randdämmen mit einer Neigung 1 : 2 hergestellt werden. Die Böschungsbruchberechnungen erfolgen ebenfalls für die Berechnungsschnitte „Detailschnitt c“ und „Detailschnitt d“.

Vor dem Hintergrund einer ausreichenden Sicherheit der Randdämme gegenüber Böschungsbruch im geplanten Endzustand, d.h. nach Errichtung der Oberflächenabdichtung (OFAD) wurden für diesen Fall zusätzliche Böschungsbruchberechnungen für die Schnitte „Detailschnitt c“ und „Detailschnitt d“ durchgeführt.

## **4 Standsicherheitsberechnungen**

### **4.1 Berechnungsgrundlagen**

#### **4.1.1 Versagensmechanismen**

Zum Nachweis einer ausreichenden Standsicherheit gegen hangparalleles Gleiten wurden Böschungsbruchberechnungen nach DIN 4084<sup>3</sup> mit polygonalen Gleitflächen nach dem Verfahren von JANBU durchgeführt.

Zum Nachweis einer ausreichenden Standsicherheit gegen Böschungsbruch werden Böschungsbruchberechnungen nach DIN 4084 mit Kreisgleitflächen nach dem Verfahren von BISHOP durchgeführt.

---

<sup>3</sup> DIN 4084:2009-01; Baugrund – Geländebruchberechnungen; DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.



## **Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West Fachgutachten zur Standsicherheit**

Die Berechnungen erfolgen mit dem Software-Programm STABILITY (Böschungsbruch mit Kreisgleitflächen und polygonalen Gleitflächen nach DIN 4084) der Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH (GGU), Braunschweig.

### **4.1.2 Teilsicherheitskonzept und Bemessungssituation**

Die Berechnungen werden nach dem Teilsicherheitskonzept unter Ansatz entsprechender (bemessungssituationsabhängiger) Teilsicherheitsbeiwerte durchgeführt.

Der Nachweis einer ausreichenden Standsicherheit ist erfüllt, wenn für alle in Frage kommenden Versagensmechanismen die Grenzzustandsbedingungen mit den Teilsicherheitsbeiwerten für den geotechnischen Grenzzustand GEO-3 (Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit) eingehalten sind bzw. wenn der (bemessungssituationsunabhängige) Ausnutzungsgrad  $\mu \leq 1$  ist.

Der Nachweis ergibt sich wie folgt:

$$\mathbf{E_d \leq R_d}$$

oder

$$\mathbf{\mu = E_d / R_d \leq 1}$$

Darin bedeutet:

$E_d$  = Bemessungswert der resultierenden Beanspruchung parallel zur Gleitfläche bzw. der Bemessungswert des Momentes der Einwirkungen um den Gleitkreismittelpunkt

$R_d$  = Bemessungswert des Widerstandes parallel zur Gleitfläche bzw. der Bemessungswert des Momentes der Widerstände um den Gleitkreismittelpunkt

Zu den Beanspruchungen zählen die ständigen Einwirkungen aus dem Eigengewicht des Gleitkörpers sowie veränderlichen Einwirkungen aus dem Einbau- und Deponiebetrieb, die nur dann angesetzt werden, wenn sie ungünstig wirken.

Widerstände sind die Scherwiderstände des Bodens in der Gleitfläche aus der Reibung und Kohäsion.

## **Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West Fachgutachten zur Standsicherheit**

Die Bemessungswerte werden ermittelt, in dem die charakteristischen Kennwerte mit entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten belegt werden. In Abhängigkeit von der Bemessungssituation sind, ausgenommen bei den ständigen Einwirkungen, unterschiedliche Teilsicherheitsbeiwerte in Ansatz zu bringen.

Nach Aufbringung der Basisabdichtung erfolgt die Abfalleinlagerung. Der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegen Gleiten wird daher im Rahmen der Bemessungssituation BS-T (Transient situations bzw. vorübergehende Bemessungssituation) gemäß DIN 1054<sup>4</sup> geführt. Der Nachweis der Sicherheit gegen Böschungsbruch der Basisabdichtung nach Aufbringen der Oberflächenabdichtung wird im Rahmen der Bemessungssituation BS-P (Persistent situations bzw. ständige Bemessungssituation) geführt.

Bei der Ermittlung der maßgebenden Gleitfläche innerhalb der entsprechenden Bodenschichten wurden jeweils zwei „extreme“ Gleitflächen vorgegeben, zwischen denen anschließend mit Hilfe des Programms iterativ der maßgebende Zwischengleitkörper berechnet wurde.

Die jeweilige Kontaktfuge wurde bei den Berechnungen mit ca. „10 cm“ angesetzt. Der Annahme liegt zugrunde, dass auf diese Weise eindeutig erkannt werden kann, ob die berechnete und maßgebende Gleitfuge tatsächlich innerhalb dieser „Schicht“ liegt. Die „Schicht“ entspricht dabei der jeweils betrachteten Kontaktfuge, für die die entsprechenden maßgebenden Kennwerte Verbundreibungswinkel  $\delta_k'$  und Adhäsion  $a_k'$  eingegeben wurden. Die gewählte Dicke der Kontaktfuge hat keinen maßgeblichen Einfluss auf die Berechnungsergebnisse.

### **4.1.3 Kennwerte**

Den uns gemachten Angaben zufolge soll voraussichtlich Kupferhüttenschlacke für die Schutzschicht und die Entwässerungsschicht verwendet werden. Für die Schutzschicht ist Kupferhüttenschlacke der Körnung 0/11 und für die Entwässerungsschicht Schlacke der Körnung 11/100 vorgesehen.

Als Mineralische Dichtung sollen die flächig ausgehobenen anstehenden Geschiebemergel bzw. Geschiebelehme verwendet werden.

---

<sup>4</sup> DIN 1054: 2010-12; Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Deutsches Institut für Normung, Berlin.

**Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West  
Fachgutachten zur Standsicherheit**

Die standsicherheitsrelevanten Kennwerte der einzelnen Elemente der Basisabdichtung wurden zum einen auf Basis von vorliegenden Laborversuchen [4], [5] sowie auf Basis von Erfahrungswerten festgelegt. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der sukzessiv durchgeführten Standsicherheitsberechnungen sind sie zum anderen gleichzeitig als nachzuweisende Mindestanforderungen zu verstehen. Zusammenfassend werden folgende Kennwerte festgelegt:

**Tabelle 1:** Mindestanforderungen an die charakteristischen Kennwerte der Materialien der Basisabdichtung

Bodenart / Kontaktfuge	Wichte über Wasser	Wichte unter Wasser	Innerer- / Verbund- reibungswinkel	Kohäsion / Adhäsion
	$\gamma_k$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'_k$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_k / \delta'_k$ °	$c'_k / a'_k$ kN/m <sup>2</sup>
Oberboden	18	10	27,5	-
Schutzschicht 0/11	25	12	39,5	-
Entwässerungsschicht 11/100	25	12	39,5	-
Mineralische Dichtung	22	12	25	25
Geschiebemergel, eingebaut	22	12	25	25
Geschiebemergel, anstehend	22	12	25	25
Entwässerungsschicht - Schutzmatte Neigung: 1 : 3	-	-	19*	-
Schutzmatte - KDB Neigung: 1 : 3	-	-	19*	-
KDB – Mineralische Dichtung Neigung: 1 : 3	-	-	21*	-

\*Anmerkung: Ersatzreibungswinkel bezogen auf eine Auflast von ca. 16 kN/m<sup>2</sup>

## **Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West Fachgutachten zur Standsicherheit**

### **4.1.4 Verkehrslasten und Porenwasserdruck**

Bei den vorliegenden Böschungsbruchberechnungen wurde eine Verkehrslast von 33,3 kN/m<sup>2</sup> angesetzt (entspricht SLW 60).

Bei den Berechnungen zur Gleitsicherheit der Basisabdichtung muss entsprechend der untersuchten Kontaktfugen ein unterschiedlicher Ansatz des Porenwasserdruckes angesetzt werden. Für die Kontaktfugen Entwässerungsschicht – Schutzmatte und Schutzmatte – KDB, d.h. für die oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn liegenden Kontaktfugen, wurde die auf der sicheren Seite liegende Annahme getroffen, dass innerhalb der Kontaktfuge ein geringer, konstanter Wasserstand vorliegt (Annahme einer 2 cm eingestauten Entwässerungsschicht in der Böschung).

Für die Kontaktfuge KDB – Mineralische Dichtung, d.h. für die auf der Unterseite der Kunststoffdichtungsbahn liegende Kontaktfuge, wird die Annahme getroffen, dass kein Porenwasserdruck unterhalb der KDB vorliegt.

### **4.2 Ergebnisse**

Die Ergebnisse der durchgeführten Standsicherheitsberechnungen für die Basisabdichtung befinden sich jeweils in Form einer grafischen Gesamtdarstellung (Systemschnitt, charakteristische Kennwerte, Teilsicherheitsbeiwerte, Ausnutzungsgrad) in Anlage 2 (Detailschnitt c) und in Anlage 3 (Detailschnitt d) und stellen sich wie folgt dar:

**Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West  
Fachgutachten zur Standsicherheit**

**Tabelle 2:** Ermittelter Ausnutzungsgrad  $\mu$  für „Detailschnitt c“

Anlage	Neigung	Kontakt- / Gleitfuge	$\mu$
Anlage 2.1	1 : 3	Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge Entwässerungsschicht - Schutzmatte Teileinstau der Entwässerungsschicht	0,71
Anlage 2.2	1 : 3	Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge Schutzmatte - KDB Teileinstau der Entwässerungsschicht	0,71
Anlage 2.3	1 : 3	Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge KDB – Mineralische Dichtung	0,63
Anlage 2.4	1 : 3	Gleitkreis durch den Abfallkörper und die temporäre Böschung	0,40
Anlage 2.5	1 : 3	Gleitkreis durch die OFAD und den Randdamm	0,33

**Tabelle 3:** Ermittelter Ausnutzungsgrad  $\mu$  für „Detailschnitt d“

Anlage	Neigung	Kontakt- / Gleitfuge	$\mu$
Anlage 3.1	1 : 3	Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge Entwässerungsschicht - Schutzmatte Teileinstau der Entwässerungsschicht	0,95
Anlage 3.2	1 : 3	Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge Schutzmatte - KDB Teileinstau der Entwässerungsschicht	0,95
Anlage 3.3	1 : 3	Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge KDB – Mineralische Dichtung	0,83
Anlage 3.4	1 : 3	Gleitkreis durch den Abfallkörper und die temporäre Böschung	0,41
Anlage 3.5	1 : 3	Gleitkreis durch die OFAD und den Randdamm	0,25

## **Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West Fachgutachten zur Standsicherheit**

Sämtliche Ausnutzungsgrade  $\mu$  sind  $\leq 1,0$ . Der Nachweis einer gemäß DIN 4084 ausreichenden Sicherheit gegen hangparalleles Gleiten sowie gegen Böschungsbruch für das geplante Basisabdichtungssystem ist somit unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.1.3 angegebenen Mindestanforderungen an den Winkel der inneren Reibung / Verbundreibungswinkel und die Kohäsion / Adhäsion der Materialien der Basisabdichtung erfüllt.

Gemäß der GDA – Empfehlung E2–07 wird für den Fall, dass langfristig der Eintrag von Kräften in das Dichtungselement und hieraus resultierende Zwangsverformungen nicht ausgeschlossen werden kann, empfohlen, die Forderung  $\tan \varphi_{u,k} \geq 1,1 \cdot \tan \varphi_{o,k}$  an die Gesamtscherfestigkeit im relevanten Spannungsniveau zu erfüllen.

Bei der Festlegung der Mindestanforderungen für die Verbundreibungswinkel des Basisabdichtungssystems wurde die o.g. Forderung entsprechend berücksichtigt (vgl. Tabelle 1). Die Empfehlung der GDA – Empfehlung E2–07 für den Fall etwaiger Zwangsverformungen wird hiernach erfüllt und der Nachweis, dass etwaige Schubkräfte langfristig schadlos übertragen werden können, ist erbracht.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Betrachtungen zur Standsicherheit ausschließlich einen abschätzenden Charakter haben. Die hier angesetzten Parameter für Böden, Geokunststoffe sind als Mindestwerte anzusehen. Abweichungen sind mit Nachweis möglich. Liegen geringere Scherfestigkeiten für die Böden und Kontaktflächen des Dichtungssystems vor, so ist eine erneute Nachweisführung mit ggf. Anpassung der Geometrien vor der Bauausführung durch die Baufirma auf Basis der tatsächlich zum Einsatz kommenden Baustoffe erforderlich.

### **5 Spreizsicherheit**

Durch die einzulagernden Abfälle können am Böschungsfuß der Basisabdichtung Schubspannungen entstehen, die zu Spreizverformungen der Dichtungselemente führen können. Um unzulässige Schubspannungen, die die Dichtungselemente der Basis nicht aufnehmen können, zu vermeiden, ist gemäß GDA-Empfehlung 2-07 und GDA-Empfehlung 2-21<sup>5</sup> der Nachweis gegen Spreizen erforderlich.

---

<sup>5</sup> GDA-Empfehlung E2-21 Spreizsicherheitsnachweis und Verformungsabschätzung für die Deponiebasis; 1997.

**Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West  
Fachgutachten zur Standsicherheit**

Der Nachweis kann für die zu betrachtenden Kontaktfugen mittels vereinfachten Nachweis nach BRAUNS<sup>6</sup> geführt werden. Da es sich bei dem Deponat um überwiegend kohäsionslose Abfälle wie z.B. Schlacke, Sande, Schotter oder Bauschutt handelt, wurde eine bereichsweise geringfügig vorhandene Kohäsion auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.

Unter Berücksichtigung einer geböschten Abfalleinlagerung, der geplanten Sohlneigung der Deponieaufstandsfläche und dem inneren Reibungswinkel des Abfallmaterials ist der erforderliche Sohlreibungswinkel der einzelnen Abdichtungselemente der Basisabdichtung einzuhalten. Die Ermittlung des erforderlichen Sohlreibungswinkels  $\delta_{\text{erf}}$  für geneigte Aufstandsflächen erfolgt nach BRAUNS mittels folgender Gleichung:

$$\tan \delta_{\text{erf}} = \frac{\sin \phi \cdot \sin \left[ \arcsin \left( \frac{\sin \beta}{\sin \phi} \right) - \beta + 2\varepsilon \right]}{1 + \sin \phi \cdot \cos \left[ \arcsin \left( \frac{\sin \beta}{\sin \phi} \right) - \beta + 2\varepsilon \right]}$$

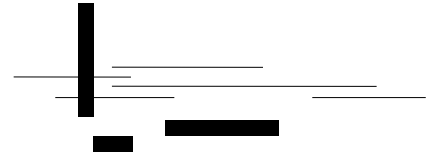
Gl.(1)

Darin bedeutet:

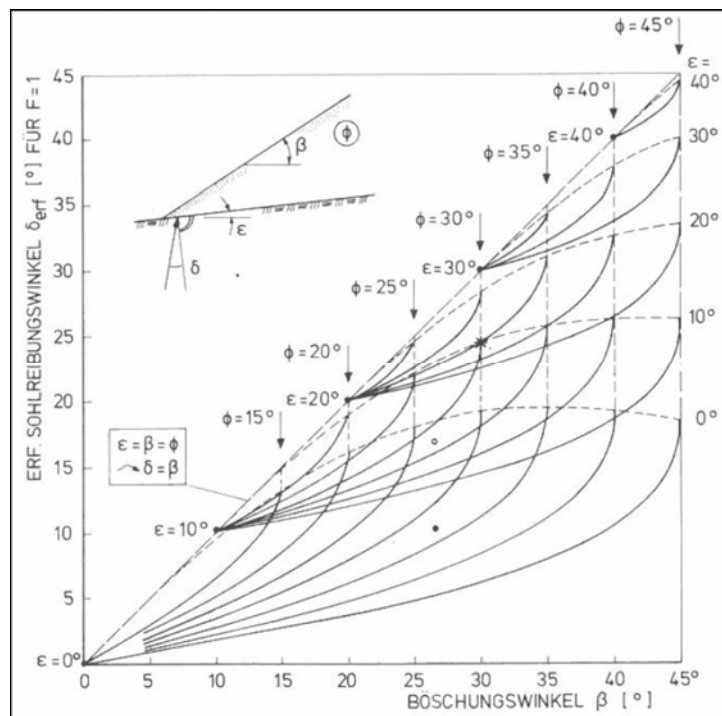
- $\phi$  = Innerer Reibungswinkel des Deponats
- $\beta$  = Neigung des geböschten Deponats
- $\varepsilon$  = Sohlneigung der Aufstandsfläche

Der Zusammenhang zwischen Böschungswinkel, Reibungswinkel der geböschten Schüttung und Sohlreibungswinkel bei geneigter Aufstandsfläche nach BRAUNS ist im folgenden Bild 1 dargestellt:

<sup>6</sup> J. BRAUNS (1980): Spreizsicherheit von Böschungen auf geneigtem Gelände. Bauingenieur 55, S. 433-436. Springer-Verlag, Heidelberg.



**Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West  
Fachgutachten zur Standsicherheit**



**Bild 1:** Abhängigkeit zwischen Böschungswinkel, Reibungswinkel der geböschten Schüttung und Sohlreibungswinkel bei geneigter Aufstandsfläche (aus BRAUNS, 1980)

Die maßgeblichen Sohlneigungen  $\epsilon$  des Aufstandsereich des BA 7/8 Süd und BA 7 West betragen zwischen  
 – 1,2 % und 1,5 % in Entwässerungslängsrichtung sowie  
 – 4 % in Entwässerungsquerrichtung. Bei den folgenden Berechnungen zum erforderlichen Sohlreibungswinkel wurde eine auf der sicheren Seite liegenden Sohlneigung von 4 % (entspricht ca. 2,29°) berücksichtigt.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Hinweis: im BA 7 West beträgt die Sohlneigung 5 %. Diese ist jedoch „nach innen“ (nach Osten) geneigt, wirkt daher der Spreizspannung positiv entgegen (siehe auch Bild 1) und kann daher vernachlässigt werden.



## **Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West Fachgutachten zur Standsicherheit**

Der innere (charakteristische) Reibungswinkel des Deponats wurde gemäß Kapitel 4.1.3 mit  $\varphi = 25^\circ$  angenommen. Im Hinblick auf die in Gleichung (1) anzusetzende Böschungsneigung des einzulagernden Deponats und den zuvor genannten inneren Reibungswinkel des Deponats ist eine Böschungsneigung im Endzustand (Bemessungssituation BS-P) sowie während der Abfalleinlagerung (Bemessungssituation BS-T) von nicht steiler als 1 : 2,5 zulässig.

Die Berechnungen nach BRAUNS berücksichtigen den Fall einer Sicherheit von  $\eta = 1,0$  ( $F = 1$ ) nach dem ehemaligen Globalsicherheitskonzept. Unter Berücksichtigung der GDA-Empfehlung 2-07 sowie des gültigen Teilsicherheitskonzeptes ist der nach BRAUNS ermittelte Sohlreibungswinkel mit entsprechenden Sicherheiten zu belegen. Hiernach muss der Bemessungswert des mobilisierbaren Reibungswinkels  $\varphi_d$  in allen Schichtfugen größer sein, als der nach BRAUNS ermittelte charakteristische Sohlreibungswinkel.

Da zudem nicht ausgeschlossen werden kann, dass für die nachzuweisenden Sohlreibungswinkel der einzelnen Abdichtungskomponenten ggf. lediglich ein Laborversuch zugrunde liegt, ist zusätzlich die Anforderung der GDA-Empfehlung 2-07 zur Ermittlung charakteristischer Scherparameter  $\tan \varphi_k = \tan \varphi / 1,1$  bzw.  $\tan \delta_k = \tan \delta / 1,1$  zu berücksichtigen.

Zur schadlosen Aufnahme etwaiger Schubspannungen kann der erforderliche Sohlreibungswinkel  $\delta_{\text{erf}}$  der Abdichtungskomponenten der Basis für den Endzustand nach Gleichung (1) gemäß BRAUNS für eine Sohlneigung von 4 % und einem charakteristischen Reibungswinkel des Deponats von  $\varphi = 25$  sowie unter Berücksichtigung der Vorgaben der GDA-Empfehlung 2-07 wie folgt angegeben werden:

**Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West  
Fachgutachten zur Standsicherheit**

**Tabelle 4:** Erforderlicher Sohlreibungswinkel  $\delta_{\text{erf}}$

Böschungsneigung $\beta$ des Deponats	$\delta$ nach BRAUNS für Globalsicherheit $\eta = 1,0$ nach Gl. (1)	erforderlicher, charakteristischer Sohlreibungswinkel $\delta_{\text{erf}}$
1 : 2,5	12,8	17,4
1 : 3	10,1	13,8

**6 Fazit und weiterführende Hinweise**

Für die geplante Errichtung der Basisabdichtung im BA 7/8 Süd und BA 7 West konnte mit den vorliegenden Berechnungen gezeigt werden, dass unter Berücksichtigung der vorgesehenen Böschungsneigungen und der angenommenen Winkel der inneren Reibung / der Verbundreibungswinkel sowie der Kohäsion / Adhäsion der einzelnen Abdichtungskomponenten eine ausreichende Standsicherheit der Basisabdichtung gegenüber Gleiten, Böschungsbruch und Spreizen vorliegt.

Vor der endgültigen Ausführung der Maßnahme ist durch projektbezogene Laborversuche sowie ggf. Feldversuche nachzuweisen, dass die in den Berechnungen angenommenen Winkel der inneren Reibung / Verbundreibungswinkel und die Kohäsion / Adhäsion der gewählten Abdichtungsmaterialien auch tatsächlich eingehalten werden. Weiterhin ist nachzuweisen, dass der erforderliche Sohlreibungswinkel eingehalten wird.

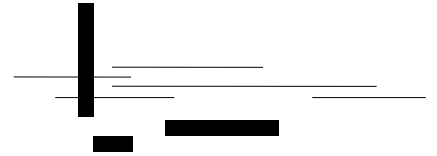
Bearbeiter:  
M.Sc. V. Hendrich  
Dipl.-Ing. T. Wemhoff

Bremen, April 2022



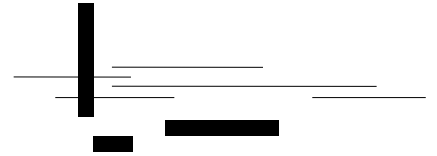
(Sasse)

**Umtec**



**Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West  
Fachgutachten zur Standsicherheit**

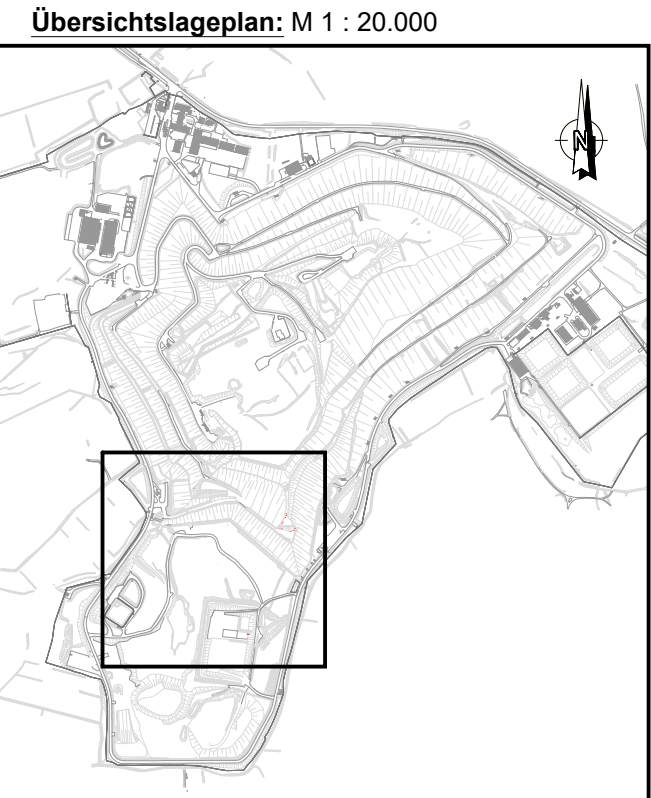
**Anlagen**



**Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West  
Fachgutachten zur Standsicherheit**

**Anlage 1**

**Lage der maßgeblichen Berechnungsschnitte; M 1 : 2.000**



Übersichtslageplan: M 1 : 20.000

**Legende Planung**

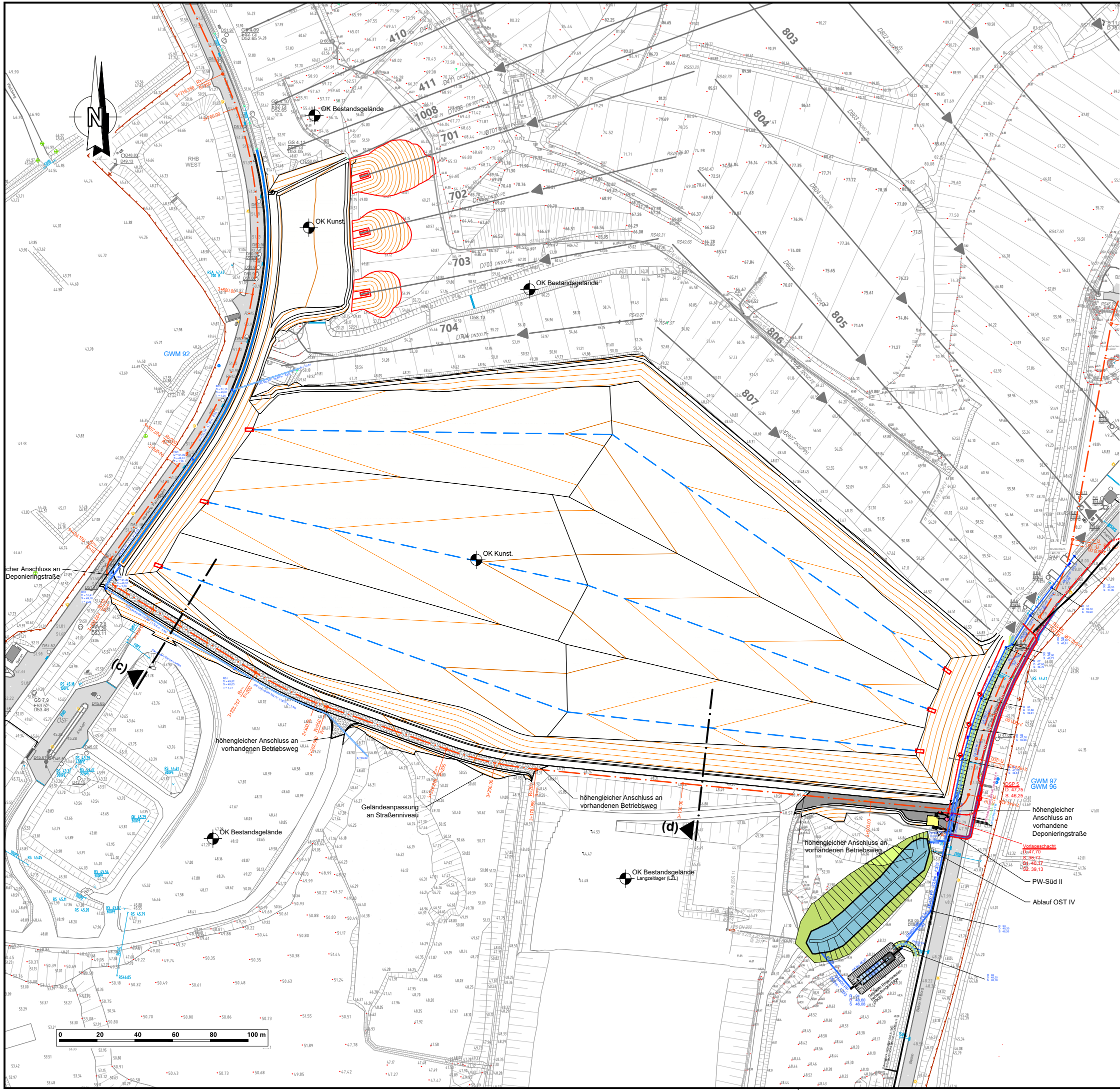
- OK Kunst. Dargestelltes Höhenniveau
- 5,00 m - Höhenlinien Planungshorizont
- 1,00 m - Höhenlinien Planungshorizont
- Geländebruchkanten Planungshorizont
- Entwässerungsgraben (Beton-Sohlschale, 60 x 40 x 20)
- (c) Detailschnitt

**Hinweis**

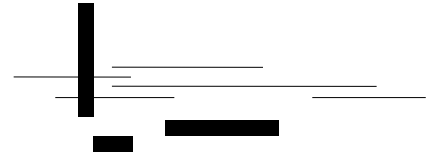
Grundlage der Darstellung ist der Bestandslageplan der IAG "aktuelle\_Topografie\_Jan\_2023.dwg".

Höhenbezug: HN76, Lagestatus: lokales Netz

<p>Projekt</p> <p style="text-align: center;"><b>Deponie Ihlenberg - I 14/04</b> Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West</p>		
<p>Auftraggeber Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH</p> <p style="text-align: right;"> Ihlenberg 1 23923 Selmsdorf Tel. 038823/300 Fax 038823/30105</p>		
<p>Planverfasser <b>Umtec   Prof. Biener   Sasse   Konertz</b> Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen Haferwende 7      Telefon: 0421 / 20759 - 0 28357 Bremen      E-Mail: info@umtec-partner.de</p>		
<p>Projekt-Nr <b>U255017</b></p>	<p>Leistungsphase <b>Fachgutachten zur Standsicherheit</b></p>	<p>Datum <b>21.08.2023</b></p>
<p>bearbeitet <b>Becker</b></p>		<p>Maßstab <b>1 : 2.000</b></p>
<p>gezeichnet <b>Böe</b></p>	<p>Planarstellung <b>Lage der maßgeblichen Berechnungsschnitte</b></p>	<p>Blatt <b>02 - 09/34</b></p>
<p>geprüft GS <b>ros</b></p>	<p>geprüft vP/PL <b>ts</b></p>	



U:\25h\U255017\_IAG\_Basis\_BA\_7\_8\04\_Plane\CAD\03\_EP\_GPI2550GP100.dwg



**Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West  
Fachgutachten zur Standsicherheit**

**Anlage 2**

**Betrachtungen zum Böschungsbruch und -gleiten „Detailschnitt c“**

# Detailschnitt c

**Berechnungsgrundlagen**  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.15$   
 -  $\gamma(c') = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Gleitkörper Nr. 8:  $\mu = 0.71$   
 Datei: U255017\_AnI\_2.1\_Basis\_KF\_Entw\_Schutzmatte.boe

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	0.00	18.00	Oberboden
	39.50	0.00	25.00	Schutzschicht 0/11
	39.50	0.00	25.00	Entwässerungsschicht 11/100
	19.00	0.00	0.00	KF Entwässerungsschicht / Schutzmatte
	25.00	25.00	22.00	mineralische Dichtung
	25.00	25.00	22.00	anstehender Geschiebemergel
	35.00	0.00	19.00	Deponieweg

60  
58  
56  
54  
52  
50  
48  
46  
44  
42  
40  
38  
36

35

40

45

50

55

60

65

1 : 3

Projekt		
Deponie Ihlenberg - Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd		
Auftraggeber		
Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH		
23923 Selmsdorf, Ihlenberg 1 Telefon (038823) 300 Telefax (038823) 30105		
Umttec   Prof. Biener   Sasse   Konertz		
Haferwende 7 28357 Bremen		
Telefon: 0421 / 20759-0 E-Mail: info@umtec-partner.de www.umtec-partner.de		
Projekt-Nr.	Leistungsphase	Datum
U255017	Genehmigungsplanung	04 / 2022
bearbeitet		Maßstab
vh		1 : 100
gezeichnet	Plandarstellung	Blatt
vh	Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge Entwässerungsschicht / Schutzmatte; Teileinstau der Entwässerungsschicht	Anlage 2.1
geprüft QS	geprüft vPPL	

# Detailschnitt c

**Berechnungsgrundlagen**  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.15$   
 -  $\gamma(c') = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Gleitkörper Nr. 8:  $\mu = 0.71$   
 Datei: U255017\_AnI\_2.2\_Basis\_KF\_Schutzmatte\_KDB.boe

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	0.00	18.00	Oberboden
	39.50	0.00	25.00	Schutzschicht 0/11
	39.50	0.00	25.00	Entwässerungsschicht 11/100
	19.00	0.00	0.00	KF Schutzmatte / KDB
	25.00	25.00	22.00	mineralische Dichtung
	25.00	25.00	22.00	anstehender Geschiebemergel
	35.00	0.00	19.00	Deponieweg

60  
58  
56  
54  
52  
50  
48  
46  
44  
42  
40  
38  
36

35 40 45 50 55 60 65

1 : 3

Projekt <b>Deponie Ihlenberg - Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd</b>		
Auftraggeber <b>Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH</b> 23923 Selmsdorf, Ihlenberg 1 Telefon (038823) 300 Telefax (038823) 30105		
<b>Umtec   Prof. Biener   Sasse   Konertz</b> Haferwende 7 28357 Bremen Telefon: 0421 / 20759-0 E-Mail: info@umtec-partner.de www.umtec-partner.de		
Projekt-Nr. U255017	Leistungsphase <b>Genehmigungsplanung</b>	Datum 04 / 2022
bearbeitet vh	Plandarstellung Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge Schutzmatte / KDB; Teileinstau der Entwässerungsschicht	Maßstab 1 : 100
gezeichnet vh		Blatt Anlage 2.2
geprüft QS	geprüft vPPL	



# Detailschnitt c

**Berechnungsgrundlagen**  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.15$   
 -  $\gamma(c') = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Gleitkörper Nr. 8:  $\mu = 0.63$   
 Datei: U255017\_AnI\_2.3\_Basis\_KF\_KDB\_MineralischeDichtung.boe

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	0.00	18.00	Oberboden
	39.50	0.00	25.00	Schutzschicht 0/11
	39.50	0.00	25.00	Entwässerungsschicht 11/100
	21.00	0.00	0.00	KF KDB / Mineral. Dichtung
	25.00	25.00	22.00	Mineralische Dichtung
	25.00	25.00	22.00	anstehender Geschiebemergel
	35.00	0.00	19.00	Deponieweg

60  
58  
56  
54  
52  
50  
48  
46  
44  
42  
40  
38  
36

35 40 45 50 55 60 65

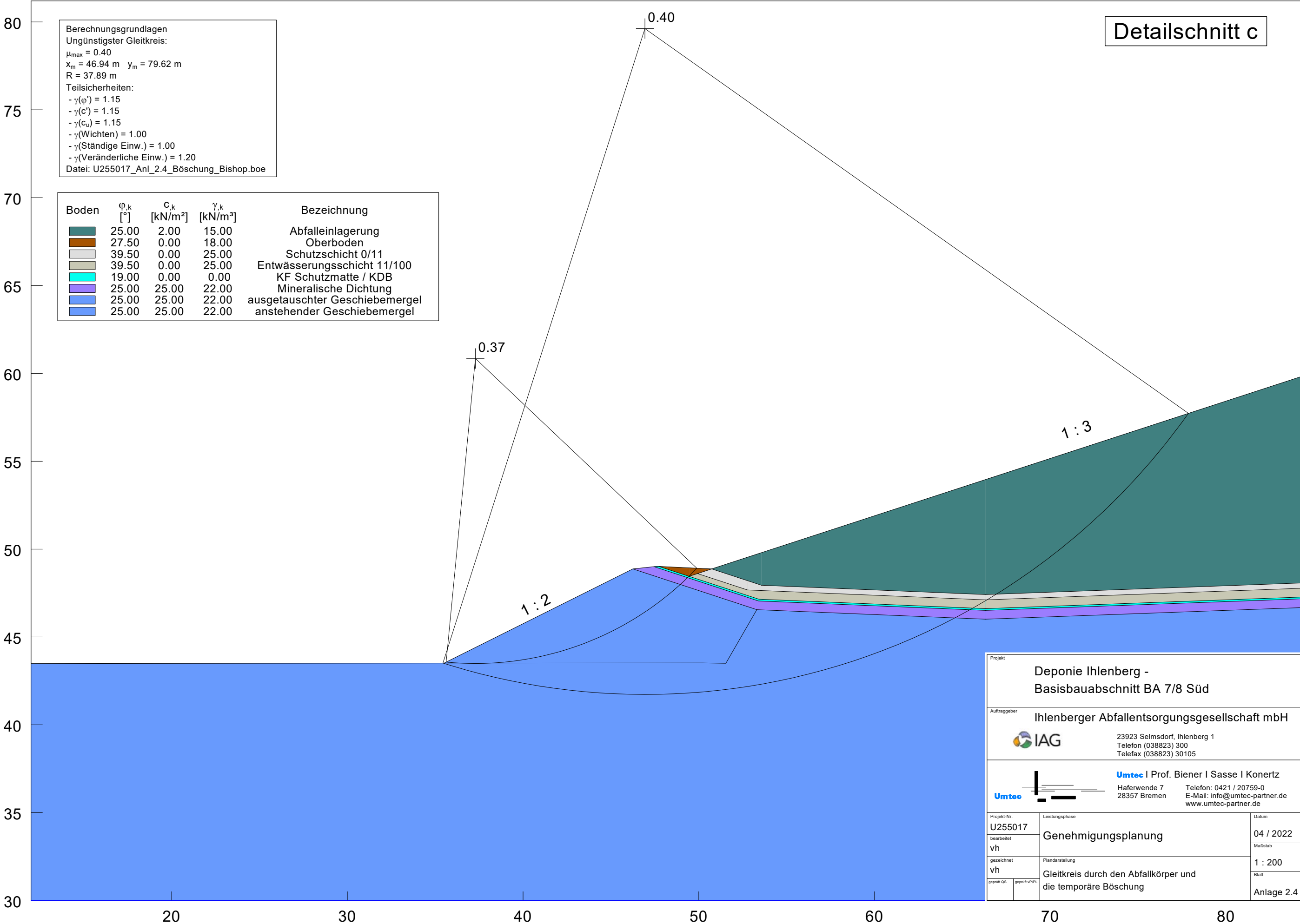
1 : 3



Projekt <b>Deponie Ihlenberg - Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd</b>		
Auftraggeber <b>Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH</b> 23923 Selmsdorf, Ihlenberg 1 Telefon (038823) 300 Telefax (038823) 30105		
<b>Umtec   Prof. Biener   Sasse   Konertz</b> Haferwende 7 28357 Bremen Telefon: 0421 / 20759-0 E-Mail: info@umtec-partner.de www.umtec-partner.de		
Projekt-Nr. U255017	Leistungsphase Genehmigungsplanung	Datum 04 / 2022
bearbeitet vh	Plandarstellung Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge KDB / Mineralische Dichtung	Maßstab 1 : 100
gezeichnet vh		Blatt Anlage 2.3
geprüft QS	geprüft vPPL	

# Detailschnitt c

**Berechnungsgrundlagen**  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.40$   
 $x_m = 46.94 \text{ m}$   $y_m = 79.62 \text{ m}$   
 $R = 37.89 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Datei: U255017\_An1\_2.4\_Böschung\_Bishop.boe













Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m²]	$\gamma_k$ [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	2.00	15.00	Abfalleinlagerung
	27.50	0.00	18.00	Oberboden
	39.50	0.00	25.00	Schutzschicht 0/11
	39.50	0.00	25.00	Entwässerungsschicht 11/100
	19.00	0.00	0.00	KF Schutzmatte / KDB
	25.00	25.00	22.00	Mineralische Dichtung
	25.00	25.00	22.00	ausgetauschter Geschiebemergel
	25.00	25.00	22.00	anstehender Geschiebemergel

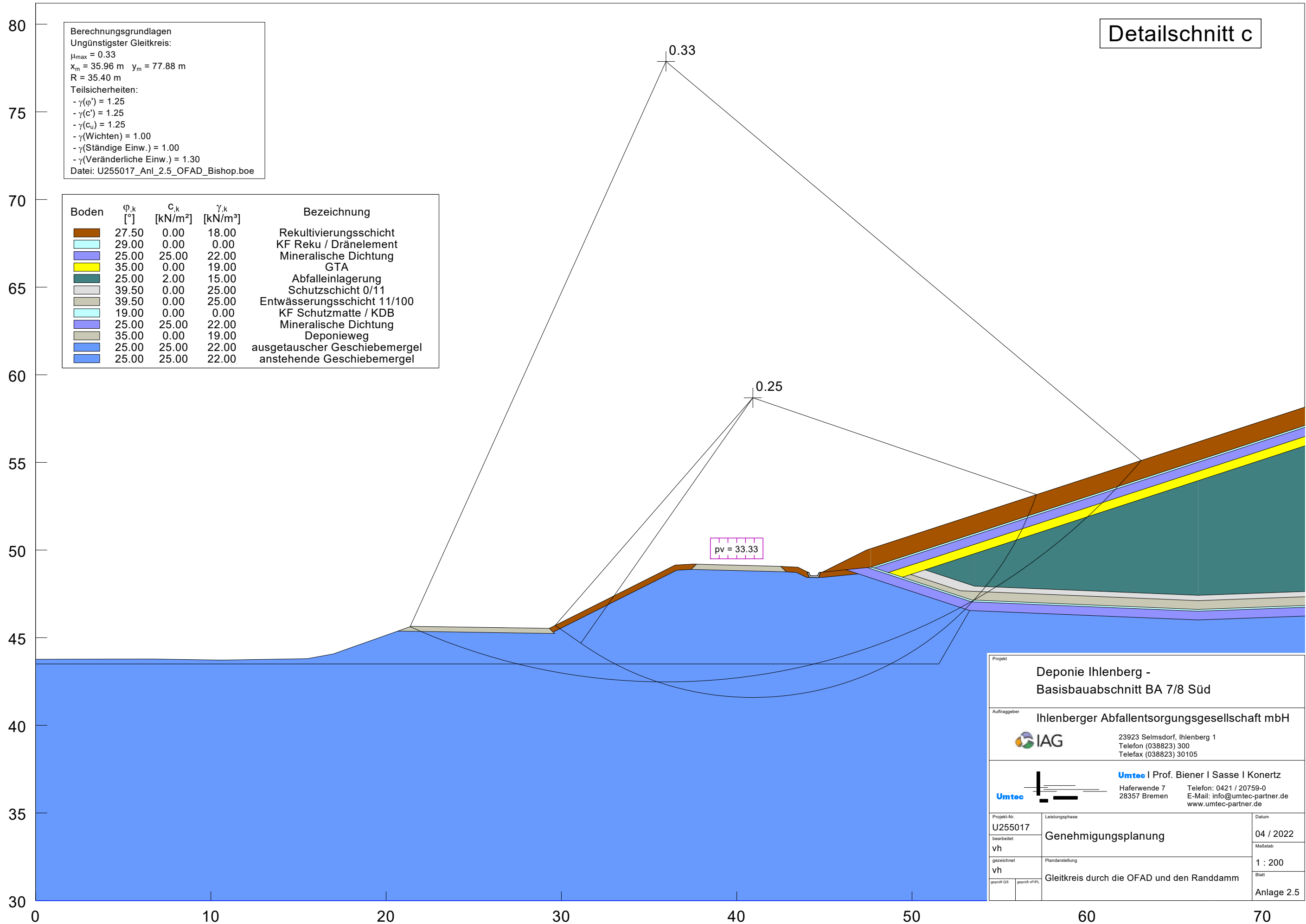




<b>Projekt</b> Deponie Ihlenberg - Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd		
<b>Auftraggeber</b> Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH  23923 Selmsdorf, Ihlenberg 1 Telefon (038823) 300 Telefax (038823) 30105		
 <b>Umtec</b>   Prof. Biener   Sasse   Konertz Haferwende 7 28357 Bremen Telefon: 0421 / 20759-0 E-Mail: info@umtec-partner.de www.umtec-partner.de		
Projekt-Nr. U255017	Leistungsphase Genehmigungsplanung	Datum 04 / 2022
bearbeitet vh	Planerstellung Gleitkreis durch den Abfallkörper und die temporäre Böschung	Maßstab 1 : 200
gezeichnet vh		Blatt Anlage 2.4
geprüft QS	geprüft vP/PL	

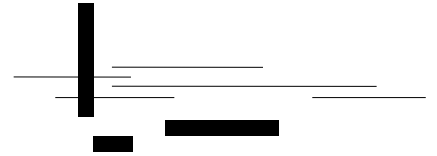
# Detailschnitt c

**Berechnungsgrundlagen**  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.33$   
 $x_m = 35.96 \text{ m}$   $y_m = 77.88 \text{ m}$   
 $R = 35.40 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: U255017\_An1\_2.5\_OFAD\_Bishop.boe

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	0.00	18.00	Rekultivierungsschicht
	29.00	0.00	0.00	KF Reku / Dränelement
	25.00	25.00	22.00	Mineralische Dichtung
	35.00	0.00	19.00	GTA
	25.00	2.00	15.00	Abfalleinlagerung
	39.50	0.00	25.00	Schutzschicht 0/11
	39.50	0.00	25.00	Entwässerungsschicht 11/100
	19.00	0.00	0.00	KF Schutzmatte / KDB
	25.00	25.00	22.00	Mineralische Dichtung
	35.00	0.00	19.00	Deponieweg
	25.00	25.00	22.00	ausgetauschter Geschiebemergel
	25.00	25.00	22.00	anstehende Geschiebemergel



<b>Projekt</b> Deponie Ihlenberg - Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd		
<b>Auftraggeber</b> Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH  23923 Selmsdorf, Ihlenberg 1 Telefon (038823) 300 Telefax (038823) 30105		
 <b>Umtec</b>   Prof. Biener   Sasse   Konertz Haferwende 7 28357 Bremen Telefon: 0421 / 20759-0 E-Mail: info@umtec-partner.de www.umtec-partner.de		
Projekt-Nr. U255017	Leistungsphase Genehmigungsplanung	Datum 04 / 2022
bearbeitet vh		Maßstab 1 : 200
gezeichnet vh	Plandarstellung Gleitkreis durch die OFAD und den Randdamm	Blatt Anlage 2.5
geprüft QS geprüft vP/PL		



**Deponie Ihlenberg, Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd und BA 7 West  
Fachgutachten zur Standsicherheit**

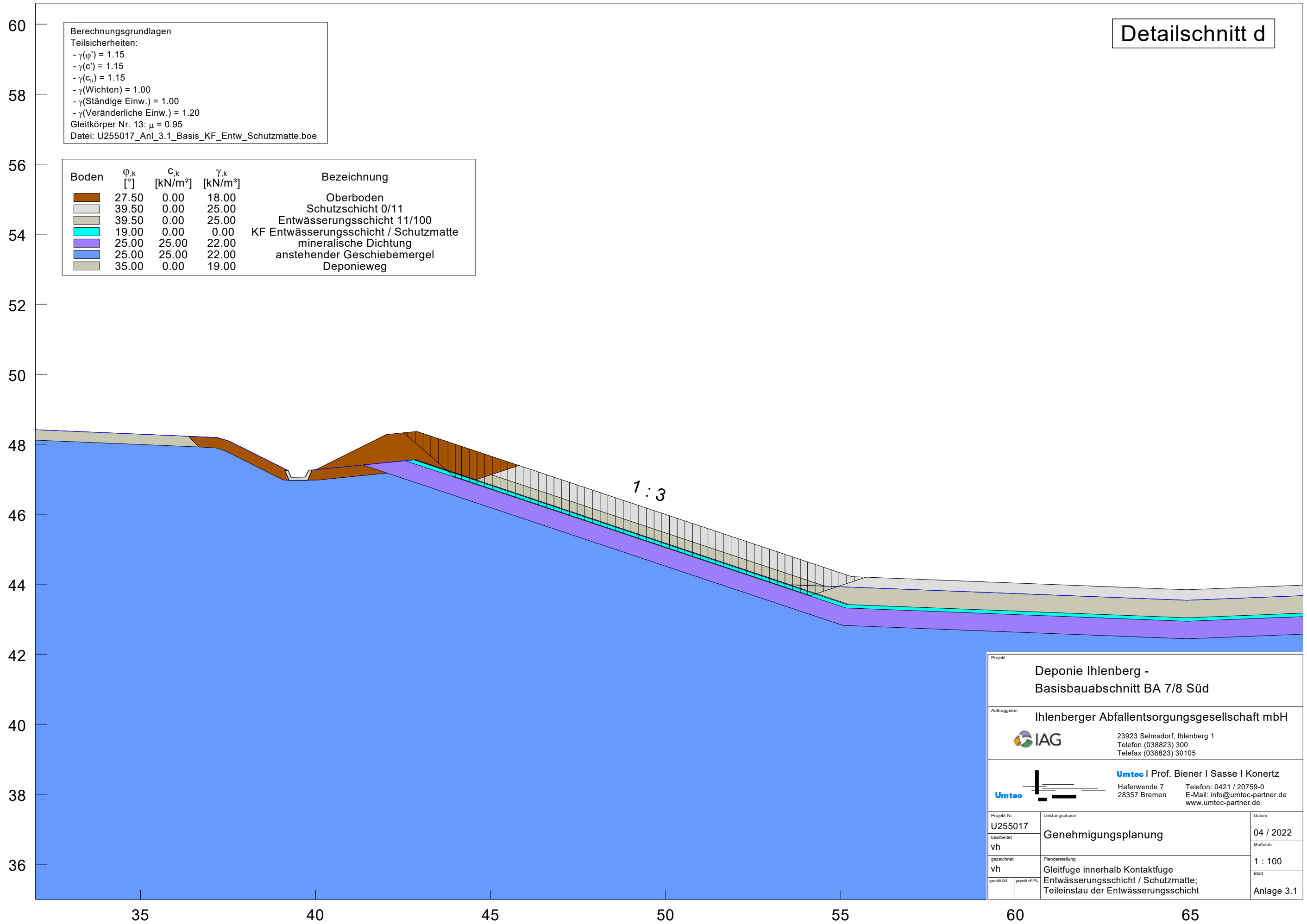
**Anlage 3**

**Betrachtungen zum Böschungsbruch und -gleiten „Detailschnitt d“**

# Detailschnitt d

**Berechnungsgrundlagen**  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c') = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Gleitkörper Nr. 13:  $\mu = 0.95$   
 Datei: U255017\_AnI\_3.1\_Basis\_KF\_Entw\_Schutzmatte.boe

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	0.00	18.00	Oberboden
	39.50	0.00	25.00	Schutzschicht 0/11
	39.50	0.00	25.00	Entwässerungsschicht 11/100
	19.00	0.00	0.00	KF Entwässerungsschicht / Schutzmatte
	25.00	25.00	22.00	mineralische Dichtung
	25.00	25.00	22.00	anstehender Geschiebemergel
	35.00	0.00	19.00	Deponieweg

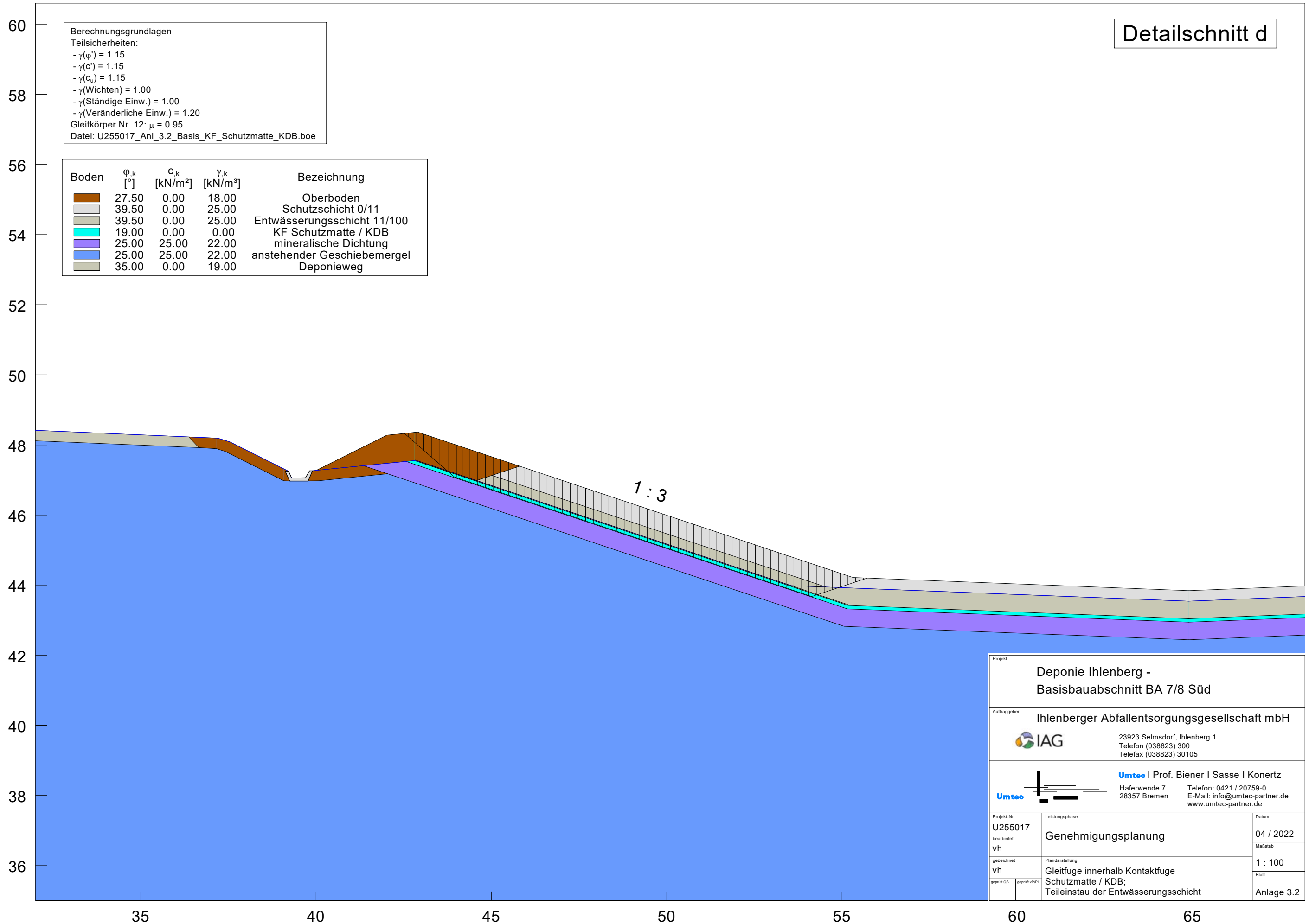


Projekt <b>Deponie Ihlenberg - Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd</b>		
Auftraggeber <b>Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH</b> 23923 Selmsdorf, Ihlenberg 1 Telefon (038823) 300 Telefax (038823) 30105		
<b>Umtec   Prof. Biener   Sasse   Konertz</b> Haferwende 7 28357 Bremen Telefon: 0421 / 20759-0 E-Mail: info@umtec-partner.de www.umtec-partner.de		
Projekt-Nr. <b>U255017</b>	Leistungsphase <b>Genehmigungsplanung</b>	Datum <b>04 / 2022</b>
bearbeitet <b>vh</b>	Planerstellung <b>Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge Entwässerungsschicht / Schutzmatte; Teileinstau der Entwässerungsschicht</b>	Maßstab <b>1 : 100</b>
gezeichnet <b>vh</b>		Blatt <b>Anlage 3.1</b>
geprüft QS	geprüft vP/PL	

# Detailschnitt d

**Berechnungsgrundlagen**  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c') = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Gleitkörper Nr. 12:  $\mu = 0.95$   
 Datei: U255017\_AnI\_3.2\_Basis\_KF\_Schutzmatte\_KDB.boe

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	0.00	18.00	Oberboden
	39.50	0.00	25.00	Schutzschicht 0/11
	39.50	0.00	25.00	Entwässerungsschicht 11/100
	19.00	0.00	0.00	KF Schutzmatte / KDB
	25.00	25.00	22.00	mineralische Dichtung
	25.00	25.00	22.00	anstehender Geschiebemergel
	35.00	0.00	19.00	Deponieweg

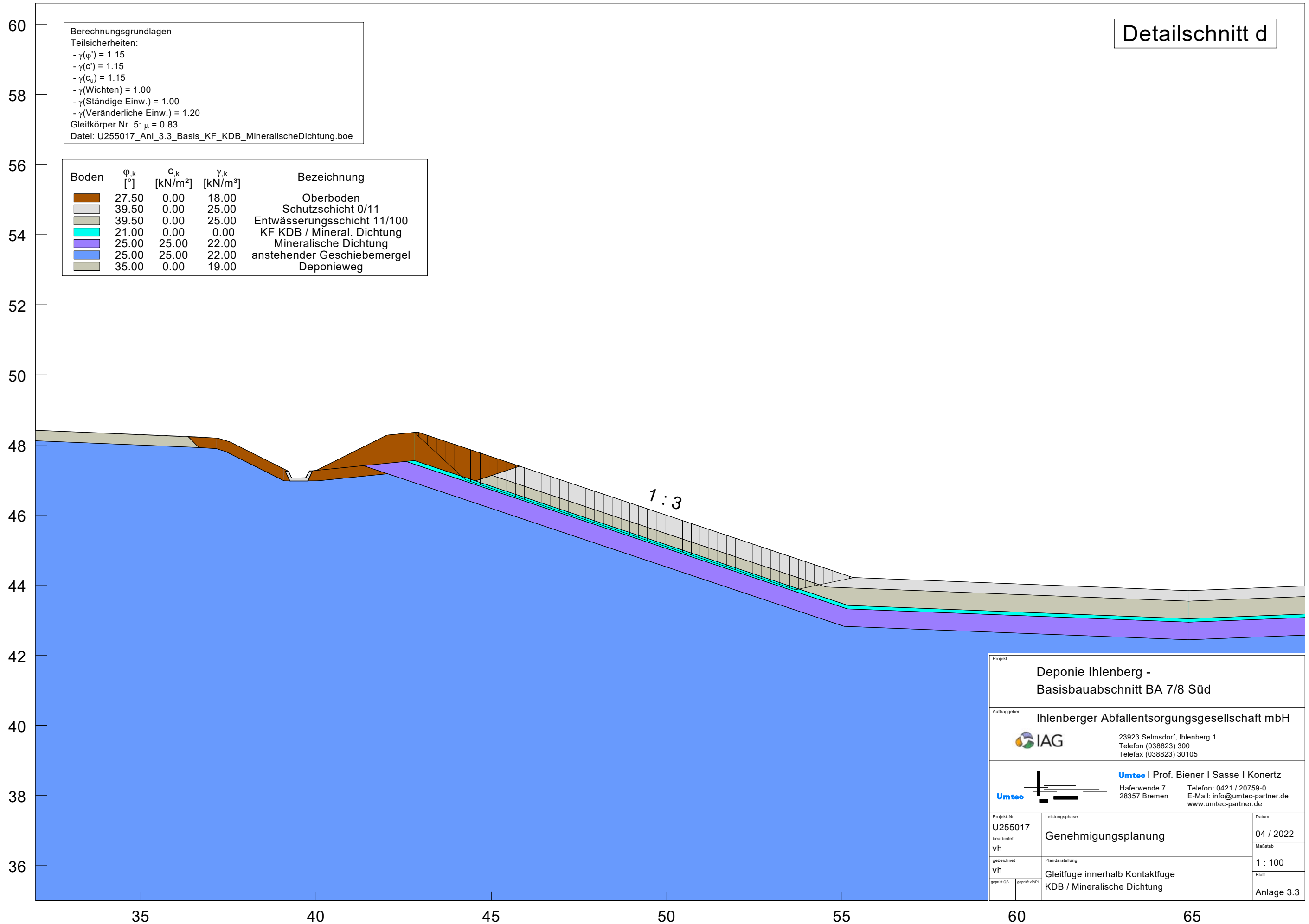


<b>Projekt</b> Deponie Ihlenberg - Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd		
<b>Auftraggeber</b> Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH 23923 Selmsdorf, Ihlenberg 1 Telefon (038823) 300 Telefax (038823) 30105		
<b>Umtec</b>   Prof. Biener   Sasse   Konertz Haferwende 7 28357 Bremen Telefon: 0421 / 20759-0 E-Mail: info@umtec-partner.de www.umtec-partner.de		
Projekt-Nr. U255017	Leistungsphase Genehmigungsplanung	Datum 04 / 2022
bearbeitet vh	Plandarstellung Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge Schutzmatte / KDB; Teileinstau der Entwässerungsschicht	Maßstab 1 : 100
gezeichnet vh		Blatt Anlage 3.2
geprüft QS	geprüft vP/PL	

# Detailschnitt d

**Berechnungsgrundlagen**  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c') = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Gleitkörper Nr. 5:  $\mu = 0.83$   
 Datei: U255017\_AnI\_3.3\_Basis\_KF\_KDB\_MineralischeDichtung.boe









Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	0.00	18.00	Oberboden
	39.50	0.00	25.00	Schutzschicht 0/11
	39.50	0.00	25.00	Entwässerungsschicht 11/100
	21.00	0.00	0.00	KF KDB / Mineral. Dichtung
	25.00	25.00	22.00	Mineralische Dichtung
	25.00	25.00	22.00	anstehender Geschiebemergel
	35.00	0.00	19.00	Deponieweg

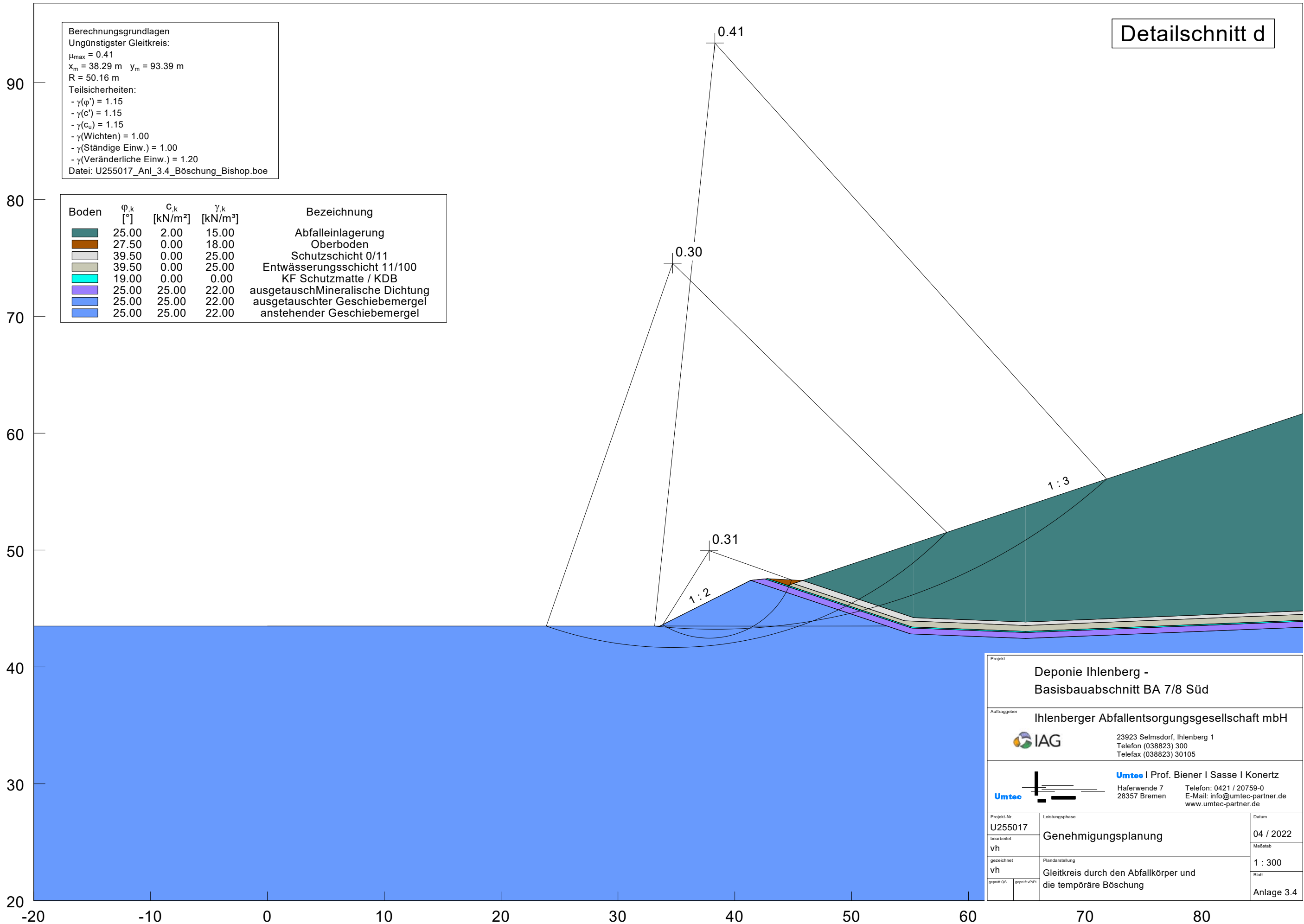




Projekt <b>Deponie Ihlenberg - Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd</b>		
Auftraggeber <b>Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH</b> 23923 Selmsdorf, Ihlenberg 1 Telefon (038823) 300 Telefax (038823) 30105		
<b>Umtec</b>   Prof. Biener   Sasse   Konertz Haferwende 7 28357 Bremen Telefon: 0421 / 20759-0 E-Mail: info@umtec-partner.de www.umtec-partner.de		
Projekt-Nr. <b>U255017</b>	Leistungsphase <b>Genehmigungsplanung</b>	Datum <b>04 / 2022</b>
bearbeitet <b>vh</b>		Maßstab <b>1 : 100</b>
gezeichnet <b>vh</b>	Planarstellung <b>Gleitfuge innerhalb Kontaktfuge KDB / Mineralische Dichtung</b>	Blatt <b>Anlage 3.3</b>
geprüft QS	geprüft vP/PL	

# Detailschnitt d

**Berechnungsgrundlagen**  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.41$   
 $x_m = 38.29 \text{ m}$   $y_m = 93.39 \text{ m}$   
 $R = 50.16 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Datei: U255017\_An1\_3.4\_Böschung\_Bishop.boe

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	25.00	2.00	15.00	Abfalleinlagerung
	27.50	0.00	18.00	Oberboden
	39.50	0.00	25.00	Schutzschicht 0/11
	39.50	0.00	25.00	Entwässerungsschicht 11/100
	19.00	0.00	0.00	KF Schutzmatte / KDB
	25.00	25.00	22.00	ausgetauschte Mineralische Dichtung
	25.00	25.00	22.00	ausgetauschter Geschiebemergel
	25.00	25.00	22.00	anstehender Geschiebemergel



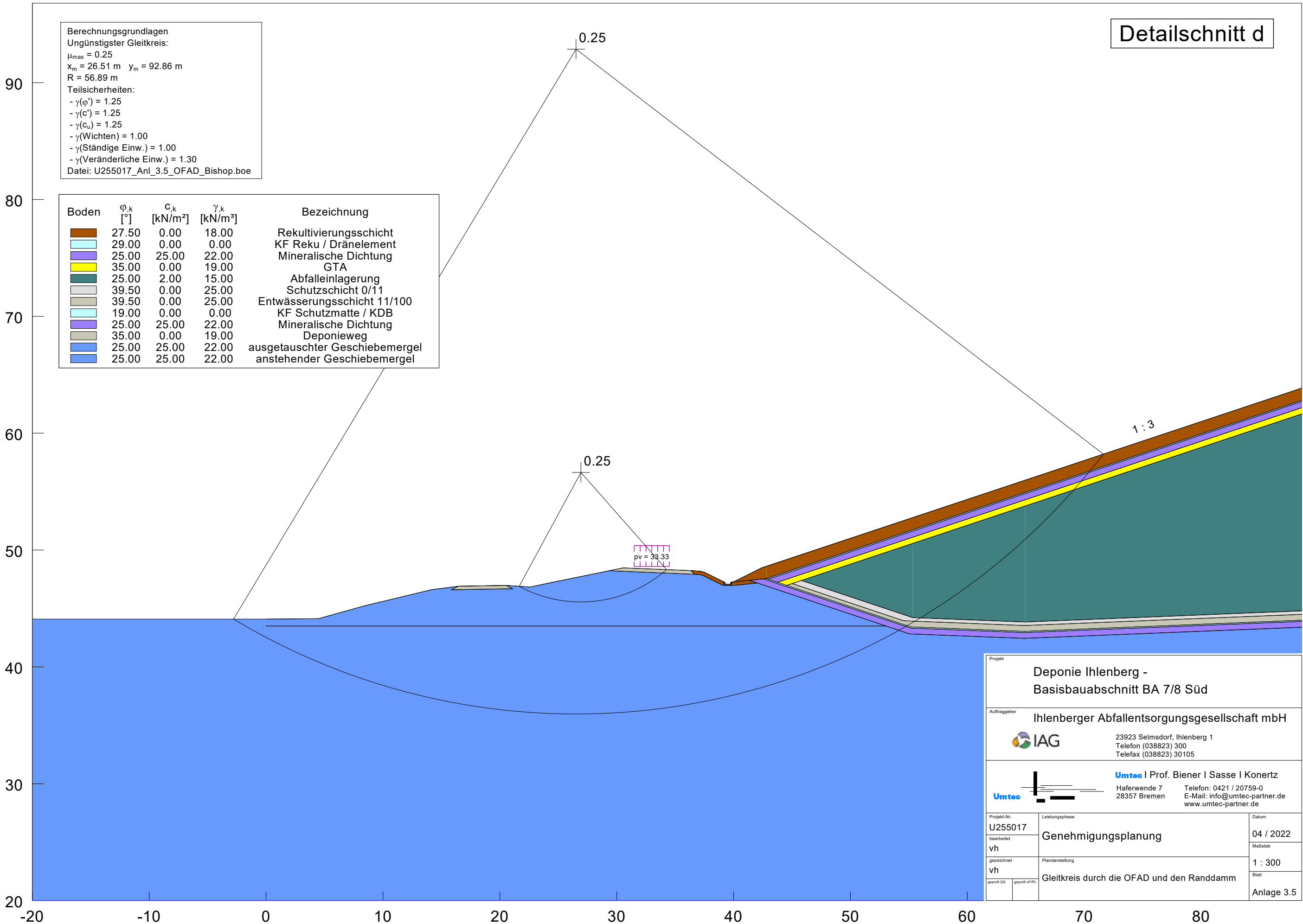
Projekt <b>Deponie Ihlenberg - Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd</b>		
Auftraggeber <b>Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH</b>		
		23923 Selmsdorf, Ihlenberg 1 Telefon (038823) 300 Telefax (038823) 30105
		<b>Umtec</b>   Prof. Biener   Sasse   Konertz Haferwende 7 28357 Bremen Telefon: 0421 / 20759-0 E-Mail: info@umtec-partner.de www.umtec-partner.de
Projekt-Nr. <b>U255017</b>	Leistungsphase <b>Genehmigungsplanung</b>	Datum <b>04 / 2022</b>
bearbeitet <b>vh</b>	Planerstellung <b>Gleitkreis durch den Abfallkörper und die temporäre Böschung</b>	Maßstab <b>1 : 300</b>
gezeichnet <b>vh</b>		Blatt <b>Anlage 3.4</b>
geprüft QS	geprüft vP/PL	



# Detailschnitt d

**Berechnungsgrundlagen**  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.25$   
 $x_m = 26.51 \text{ m}$   $y_m = 92.86 \text{ m}$   
 $R = 56.89 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: U255017\_An1\_3.5\_OFAD\_Bishop.boe

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	0.00	18.00	Rekultivierungsschicht
	29.00	0.00	0.00	KF Reku / Dränelement
	25.00	25.00	22.00	Mineralische Dichtung
	35.00	0.00	19.00	GTA
	25.00	2.00	15.00	Abfalleinlagerung
	39.50	0.00	25.00	Schutzschicht 0/11
	39.50	0.00	25.00	Entwässerungsschicht 11/100
	19.00	0.00	0.00	KF Schutzmatte / KDB
	25.00	25.00	22.00	Mineralische Dichtung
	35.00	0.00	19.00	Deponieweg
	25.00	25.00	22.00	ausgetauschter Geschiebemergel
	25.00	25.00	22.00	anstehender Geschiebemergel



<b>Projekt</b> Deponie Ihlenberg - Basisbauabschnitt BA 7/8 Süd		
<b>Auftraggeber</b> Ihlenberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH 23923 Selmsdorf, Ihlenberg 1 Telefon (038823) 300 Telefax (038823) 30105		
<b>Umtec</b>   Prof. Biener   Sasse   Konertz Haferwende 7 28357 Bremen Telefon: 0421 / 20759-0 E-Mail: info@umtec-partner.de www.umtec-partner.de		
Projekt-Nr. U255017	Leistungsphase Genehmigungsplanung	Datum 04 / 2022
bearbeitet vh	Plandarstellung Gleitkreis durch die OFAD und den Randdamm	Maßstab 1 : 300
gezeichnet vh		Blatt Anlage 3.5
geprüft QS	geprüft vP/PL	