

# Baugrundgutachten

Bauvorhaben : Erweiterung des Gewerbestandortes  
Erfurt - Südost  
Erschließung/Versickerung

Auftraggeber : LEG - Landesentwicklungsgesellschaft  
Thüringen mbH  
Mainzerhofstraße 12  
99084 Erfurt

Projektnummer : 003818

aufgestellt:

Weimar, 26.09.2011

Dr.-Ing. D. Fricke  
-Geschäftsführer-

## Gliederung

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Unterlagen und Untersuchungen</b> .....	<b>5</b>
2.1	Unterlagen	
2.2	Untersuchungen	
<b>3</b>	<b>Baugrund</b> .....	<b>8</b>
3.1	Regionalgeologische Übersicht	
3.2	Baugrunderkundung	
3.2.1	Allgemeines	
3.2.2	Kleinrammbohrungen	
3.2.3	Hydrogeologische Verhältnisse	
3.3	Bodenmechanische Laborversuche	
3.4	Bautechnische Beschreibung der Bodenschichten	
3.4.1	Bautechnische Eigenschaften	
3.4.2	Bodenmechanische Kennwerte	
3.4.3	Boden- und Frostempfindlichkeits- und Verdichtbarkeitsklassen	
3.4.4	Zusammenfassende Darstellung der untersuchten Baugrundsichten	
3.5	Versickerung von Niederschlagswasser	
<b>4</b>	<b>Erschließungsmaßnahmen</b> .....	<b>18</b>
4.1	Straßenbau	
4.1.1	Allgemeines	
4.1.2	Frostsicherer Straßenaufbau	
4.1.3	Tragfähigkeit und Entwässerung	
4.1.4	Hinweise zur Bauausführung	
4.2	Kanalverlegung	
4.2.1	Allgemeines	
4.2.2	Baugruben und Wasserhaltung	
<b>5</b>	<b>Abschließende Bemerkungen</b> .....	<b>26</b>

## **Anlagenverzeichnis**

- 1 Lageplan der Erkundungsstellen
- 2 Bodenprofile und Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen (KRB)
- 3 Ingenieurgeologische Schnitte
- 4 Ergebnisse der bodenmechanischen Feld- und Laborversuche
- 5 Ergebnisse der bauchemischen Wasseruntersuchung

## 1 Veranlassung

Die Landesentwicklungsgesellschaft mbH Thüringen plant die Erweiterung des vorhandenen Technologiestandortes „Erfurt - Südost“. Die Erweiterungsfläche befindet sich in der Gemarkung Urbich Flur 3.

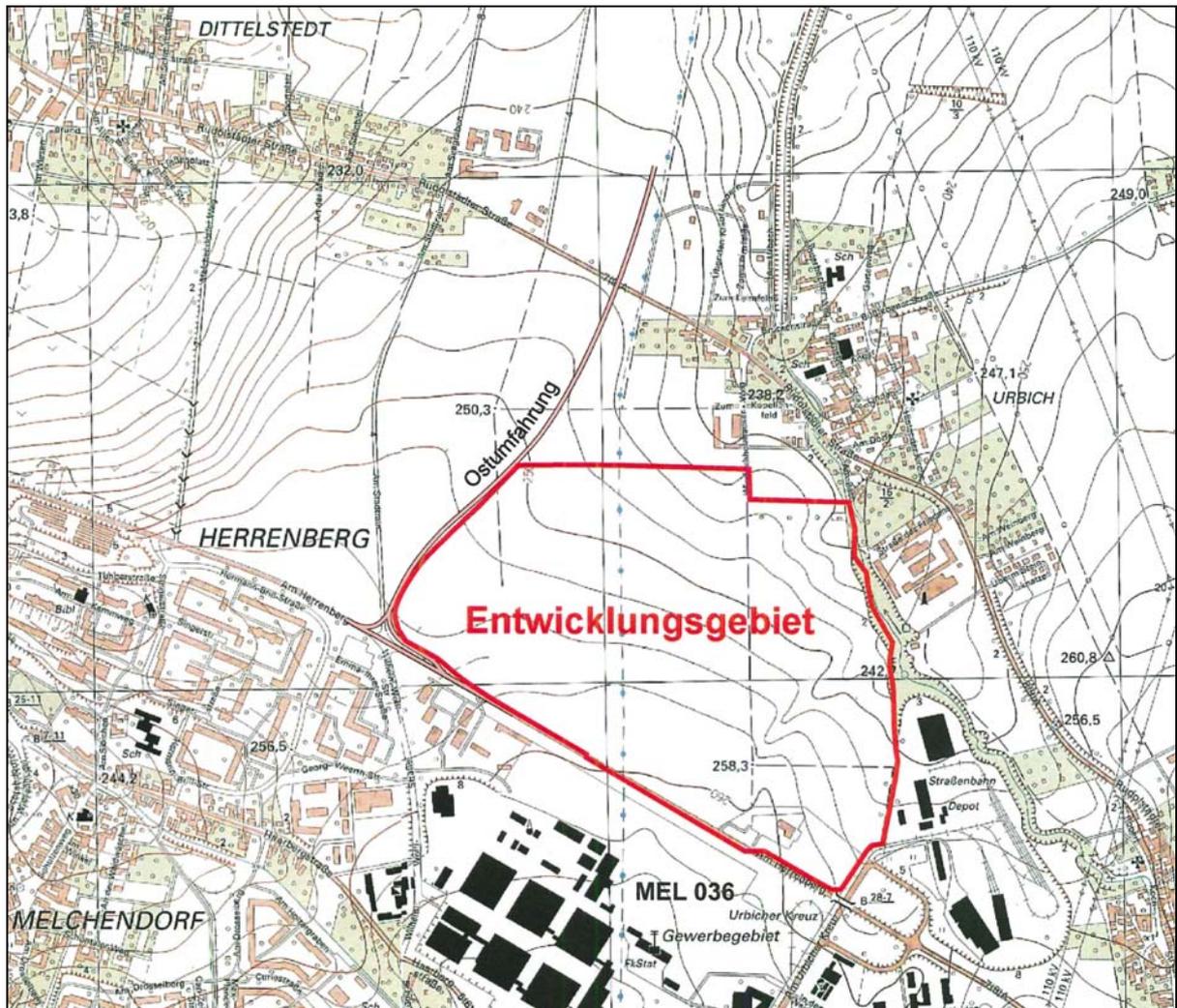


Abb. 1-1: Übersichtsplan mit Entwicklungsgebiet

Das Ingenieurbüro BIGUS GmbH wurde beauftragt, eine Baugrunduntersuchung auf der Grundlage von Kleinrammbohrungen (KRB) und Sickersversuchen einschließlich bodenmechanischen sowie chemischen Laboruntersuchungen auszuführen und die Ergebnisse in einem Baugrundgutachten zusammenzufassen.

## **2        Unterlagen und Untersuchungen**

### **2.1      Unterlagen**

#### Allgemein

- U1    : Geologische Karte von Thüringen, Blatt 5032 Erfurt M 1 : 25 000 einschließlich Erläuterungen
- U2    : Karte der Auslaugungserscheinungen Blatt Erfurt M 1 : 100 000 einschließlich Erläuterungen
- U3    : Karte der Hydroisohypsen Blatt Erfurt/Weimar M 1 : 50 000
- U4    : Unterlagen, übergeben durch die Landesentwicklungsgesellschaft mbH Thüringen
  - Qualifizierter Lage- und Höhenplan M 1 : 2000
  - Erfurt ESO 02 Kataster M ~1 : 5000
  - Erfurt ESO 02 Lagekarte M ~1 : 5000
  - Übersichtsplan Entwicklungsgebiet

#### Normen

- U5    : DIN 1054 Ausgabe Januar 2005 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- U6    : DIN 1055-2 Ausgabe November 2010 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngrößen
- U7    : DIN EN 1610 Ausgabe September 1997 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- U8    : DIN 4020 Ausgabe Dezember 2010 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
- U9    : DIN 4021 Ausgabe Oktober 1990 Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben
- U10   : DIN 4022 Teil 1 Ausgabe September 1987 Benennen und Beschreiben von Boden und Fels
- U11   : DIN 4023 Ausgabe Februar 2006 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen
- U12   : DIN 4124 Ausgabe Oktober 2002 Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- U13   : DIN 4149 Ausgabe April 2005 Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten

- U14 : DIN 18196 Ausgabe Juni 2006 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- U15 : DIN 18299 Ausgabe April 2010 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C. Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art
- U16 : DIN 18300 Ausgabe April 2010 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C. Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Erdarbeiten
- U17 : DIN 18301 Ausgabe April 2010 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C. Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Bohrarbeiten
- U18 : DIN 18303 Ausgabe April 2010 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C. Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Verbauarbeiten
- U19 : DIN 18304 Ausgabe April 2010 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C. Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten
- U20 : DIN 18305 Ausgabe April 2010 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C. Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Wasserhaltungsarbeiten

#### Richtlinien, Merkblätter und Empfehlungen

- U21 : Arbeitsanleitung für die Bemessung des Bodenaustausches bei nicht dauerhaft tragfähigem, frostempfindlichen Planum in Thüringen (AbemBo), Ausgabe 2004
- U22 : DVGW Regelwerk GW 9 Korrosion Rohrleitungen; Beurteilung von Böden hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens auf erdverlegte Rohrleitungen und Behälter aus unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen
- U23 : Leitfaden für den Umgang mit Boden und ungebundenen/gebundenen Straßenbaustoffen hinsichtlich Verwertung oder Beseitigung, Arbeitskreises Straßenbauabfälle Thüringen, Ausgabe 2008
- U24 : Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus, FGSV, Ausgabe 1994
- U25 : Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, FGSV, Ausgabe 2004
- U26 : Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke, FGSV, Ausgabe 1994
- U27 : Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA M 20), Stand November 2003

- U28 : RStO 01 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen
- U29 : TL SoB-StB 04 Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
- U30 : ZTV A-StB 97/06 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
- U31 : ZTV E-StB 09 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- U32 : ZTV SoB-StB 04 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau

## **2.2 Untersuchungen**

- U33 : Ergebnisse von 13 Stück Kleinrammbohrungen (KRB) nach DIN 4021 Tab. 3 bis max. 6,0 m Tiefe unter GOK, ausgeführt vom 25.07.2011 bis 19.08.2011 durch die BIGUS GmbH  
(Anlage 2)
- U34 : Ergebnisse von bodenmechanischen Laborversuchen, ausgeführt durch die BIGUS GmbH
  - 1 Stück Siebanalyse nach DIN 18123
  - 2 Stück kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN 18123
  - 2 Stück Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze (Konsistenzgrenzen) nach DIN 18122(Anlage 4)
- U35 : Ergebnisse von 5 Stück Sickerversuchen nach Schnitter, ausgeführt vom 25.07.2011 bis 19.08.2011 durch die BIGUS GmbH  
(Anlage 4)
- U36 : Ergebnisse von chemischen Laborversuchen, ausgeführt durch das Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG
  - 1 Stück betonangreifende Bestandteile im Grundwasser nach DIN 4030-1(Anlage 5)

### **3 Baugrund**

#### **3.1 Regionalgeologische Übersicht**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich regionalgeologisch betrachtet im Thüringer Becken im Bereich der Erfurter Keupermulde. Im Süden grenzt das Untersuchungsgebiet an die Erfurter Störungszone. Der Festgesteinsuntergrund wird überwiegend von Ton- und Mergelsteinen der Formation des Mittleren Keupers, speziell des Unteren Gipskeupers (kmGU), gebildet. Gips- und Anhydriteinlagerungen sind möglich. Die Festgesteine können in ihren hangenden Partien zu Tonen (Keuperton) zersetzt sein.

Überlagert werden die Locker- und Festgesteine der Keuperformation von quartärem Löß und Lößlehm. An der westlichen Grenze des Entwicklungsgebietes, im Bereich des Linderbaches, sind auch quartärer Schwemmlehm sowie Flussschotter zu erwarten.

Entsprechend den Angaben der DIN 4149 ist dem Untersuchungsgebiet keine Erbebenzone und keine Untergrundklasse zugeordnet, d.h. keine Beeinflussung.

Die triassischen Festgesteine sind als Kluft- und Karstgrundwasserleiter einzustufen.

Nach den Angaben der Karte der Auslaugungserscheinungen ist das Untersuchungsgebiet, zumindest teilweise, dem Subrayon B-b-I-1 zuzuordnen, d.h. eine lokale Bildung von Spalten und kleinen Hohlräumen ist bei geringmächtigen Gipseinschaltungen möglich.

#### **3.2 Baugrunderkundung**

##### **3.2.1 Verwendete Aufschlüsse**

Im Untersuchungsgebiet wurden zur Feststellung der Untergrundverhältnisse und zur Entnahme gestörter Bodenproben 13 Stück Kleinrammbohrungen (KRB) ausgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte ist in dem Lageplan in der Anlage 1 dargestellt. Die Ergebnisse der Erkundungen sind als Bodenprofile, Schichtenverzeichnisse und ingenieurgeologische Schnitte in den Anlagen 2 und 3 aufgeführt. Zur Benennung und Darstellung der Böden wurden die Kurzformen der DIN 4023 herangezogen. Steine und Blöcke wurden zum Teil auf der Grundlage von Erfahrungen mit vergleichbaren Böden bzw. angrenzenden Bauvorhaben berücksichtigt.

Anzumerken sei, dass es sich bei der Baugrunderkundung naturgemäß um punktförmige Aufschlüsse handelt, so dass Abweichungen von den dargestellten Bodenprofilen/Schichtenverläufen in der Örtlichkeit nicht ausgeschlossen werden dürfen.

Tab. 3-1: Liste der verwendeten Aufschlüsse

lfd. Nr.	Aufschluss KRB: Kleinrammbohrung	Ansatzhöhe [m DHHN 92]	Aufschlusstiefe [m]
1	KRB 01	247,35	7,0
2	KRB 02	253,97	4,0
3	KRB 03	257,96	3,7
4	KRB 04	256,29	6,0
5	KRB 05	248,72	3,0
6	KRB 06	259,38	4,0
7	KRB 07	255,22	4,0
8	KRB 08	257,02	3,0
9	KRB 09	249,97	6,0
10	KRB 10	254,94	2,8
11	KRB 11	239,06	3,6
12	KRB 12	245,77	5,0
13	KRB 13	252,74	4,7

### 3.2.2 Kleinrammbohrungen

Entsprechend den in den Anlagen 2 und 3 aufgeführten Erkundungsergebnissen wurden im Untersuchungsgebiet unter einer 0,3 m bis 1,2 m mächtigen Mutterbodenschicht/Oberbodenschicht drei geologische Schichteinheiten angetroffen. Diese sind, von oben nach unten:

- Schichteinheit 1: Löß (qw“Lo)
- Schichteinheit 2: Hangschutt (qw“hg)
- Schichteinheit 3: Ablagerungen der Formation des Mittleren Keupers (kmGU).

### Schichteinheit 1 - Löß

Der kalkhaltige **Löß** wurde, außer bei den KRB 11 und 12, im gesamten Untersuchungsgebiet bis maximal 5,85 m (KRB 01) unter Gelände angetroffen. Im bodenmechanischen Sinn ist er als toniger, schwach sandiger Schluff von vorwiegend weicher bis steifer Konsistenz, gelbbrauner Farbe und leichtplastischen Eigenschaften zu beschreiben. Witterungsbedingt können auch halbfeste oder breiige Konsistenzen auftreten. Nach DIN 18 196 erfolgt die Zuordnung in die Bodengruppen UL und TL.

### Schichteinheit 2 - Hangschutt

Der Löß wird in den KRB 01, 03, 04, 09, 10, 11, 12 und 13 von pleistozänem **Hangschutt** unterlagert. Dieser ist im bodenmechanischen Sinn als schwach sandiger, stark kiesiger Ton bzw. schwach sandiger, toniger bis stark toniger Kies anzusprechen. Nach DIN 18 196 ist der Hangschutt in die Bodengruppen GT, GT\* und GU, GU\*, untergeordnet auch TM, einzuordnen. Die Konsistenz liegt vorwiegend im steifen bis halbfesten Bereich bzw. für die plastizitätslosen Anteile liegen vorwiegend mitteldichte Lagerungsverhältnisse vor. Stein- und Blockeinlagerungen sind auf Grund seiner Genese mehr oder weniger möglich und zu erwarten. Der Hangschutt kann im Untersuchungsgebiet speziell im Nahbereich des „Linderbach“ (Östliches Untersuchungsgebiet) fluviatil umgelagert sein.

### Schichteinheit 3 - Keuperzersatz (VZ-VE)

Die vorher beschriebenen Böden werden im Untersuchungsgebiet von den Böden der Formation des **Unteren Gipskeupers** unterlagert. Hierbei handelt es sich i.d.R. um oberflächennah verwittertes Ton- und Mergelsteinmaterial (Ton) der Keuperformation, dem lokal kompaktere Tonstein-, Mergelstein- und Gipslagen zwischengeschaltet sind.

Der meist grau, graugrün gefärbte Keuperzersatz des Unteren Gipskeupers ist im bodenmechanischen Sinn als schwach kiesiger, sandiger bis stark sandiger, schwach gipssteiniger Ton zu benennen. Die kiesigen Anteile werden neben den Gips-Anteilen aus Ton- und Mergelstein gebildet. Das gewonnene Material zeigt bis zur Endteufe einen fortgeschrittenen Verwitterungsgrad (VZ-VE). Mit zunehmender Tiefe ist mit kompakteren Schichten zu rechnen. Im Sinne der DIN 18 196 erfolgt für die aufgeschlossenen Böden des Unteren Gipskeupers die ersatzweise Zuordnung in die Bodengruppen UM und TM.

Weitere Böden, als die vorher beschriebenen, wurden nicht festgestellt. Die Angaben des geologischen Kartenwerkes können bestätigt werden.

### 3.2.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Untersuchungsgebiet wurde auf Grund der begrenzten Erkundungstiefen kein geschlossener Grundwasserhorizont angetroffen. Grundwasser wurde nur an der KRB 11, welche in unmittelbarer Nähe des „Linderbaches“ abgeteuft wurde, in einer Höhe von 217,36 m DHHN 92 festgestellt.

Auf stauenden Zwischenschichten können, jahreszeitlich bedingt, darüber hinaus Stau- und Schichtwässer auftreten. Mit Hangwasser im Hangschutt bzw. auf dem Keuperzersatz ist ebenfalls zu rechnen. Im Bereich der Festgesteine der Keuperformation sind weitere Grundwasserstockwerke vorhanden. Die Ergiebigkeit ist aber meist gering und stark vom Kluffüge der Festgesteine abhängig.

Aus dem Bohrloch der KRB 11 wurde eine Wasserprobe entnommen und entsprechend DIN 4030 auf betonangreifende Bestandteile untersucht. Die Untersuchungsergebnisse sind als Laborprotokolle dem Gutachten in der Anlage 5 beigefügt. Auf Grund der Analyseergebnisse, Ammonium-Gehalt von 62,6 mg/l, ist für wasserberührende Betonbauteile die Expositions-kategorie XA2 zu berücksichtigen. Erfahrungsgemäß sind zudem Schichtwässer im Löß bzw. im Unteren Gipskeuper sulfathaltig und damit als betonangreifend einzustufen. Zur Betonherstellung werden sulfatbeständige Zemente (HS-Zement) empfohlen.

### 3.3 Bodenmechanische Laborversuche

Zur genaueren Klassifikation der anstehenden Böden sowie zur Feststellung der bautechnischen Eigenschaften wurden an ausgewählten Proben bodenmechanische Laborversuche ausgeführt. An folgenden Proben wurden die Untersuchungen vorgenommen:

Tab. 3-3: Liste der ausgeführten bodenmechanischen Laborversuche

lfd. Nr.	Probe	Benennung	Wassergehalt	Sieb-analyse	Sieb- und Schlämmanalyse	Konsistenzgrenzen
1	KRB 4/6+9/6+10/4+10/5+12/3	Hangschutt	x	x	-	-
2	KRB 5/3+6/2+7/3 +8/3	Löß	x	-	x	x
3	KRB 1/9+7/6+9/8	Keuperzersatz (VZ-VE)	x	-	x	x

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der Anlage 4 als Laborprotokolle aufgeführt. Eine Zusammenstellung der wesentlichen Ergebnisse findet sich in Tabelle 3-4.

Tab. 3-4: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Ifd. Nr.	Probe	Benennung	2,0-63,0 mm	0,063-2,0 mm	<0,063 mm	w <sub>n</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>	Bodenart/ Beimengungen	Boden-gruppe
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]		
1	KRB 4/6+9/6+10/4+10/5+12/3	Hangschutt	57,93	15,45	26,62	5,37	-	-	-	G,s,u*	GU*
2	KRB 5/3+6/2+7/3+8/3	Löß	1,08	3,50	95,42	21,09	26,13	0,92	0,57	U,t	TL,UL
3	KRB 1/9+7/6+9/8	Keuperzersatz (VZ-VE)	6,89	29,14	63,97	20,61	48,82	29,47	1,16	T,s-s*,g'	TM,UM

### 3.4 Bautechnische Beschreibung der Baugrundsichten

#### 3.4.1 Bautechnische Eigenschaften

Für die erkundeten und bewerteten Böden und Festgesteine ist im Sinne der DIN 18 196 bzw. den Angaben im Grundbautaschenbuch von folgenden bautechnischen Eigenschaften auszugehen:

##### Löß

- Scherfestigkeit : mäßig
- Verdichtungsfähigkeit : mäßig bis schlecht
- Zusammendrückbarkeit : groß bis mittel
- Durchlässigkeit : gering bis sehr gering
- Witterungsempfindlichkeit : groß bis sehr groß
- Frostepfindlichkeit : sehr groß

##### Hangschutt

- Scherfestigkeit : mittel bis groß
- Verdichtungsfähigkeit : gut bis mittel
- Zusammendrückbarkeit : gering
- Durchlässigkeit : gering
- Witterungsempfindlichkeit : groß bis mittel
- Frostepfindlichkeit : sehr groß

##### Keuperzersatz (VZ-VE)

- Scherfestigkeit : gering bis mittel
- Verdichtungsfähigkeit : schlecht
- Zusammendrückbarkeit : mäßig
- Durchlässigkeit : gering bis sehr gering
- Witterungsempfindlichkeit : groß
- Frostepfindlichkeit : groß bis sehr groß

### 3.4.2 Bodenmechanische Kennwerte

Auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen kann entsprechend DIN 1055-2 bzw. auf der Grundlage von Versuchswerten der TEV Technische Vorschriften Gesteinseigenschaften bei erdstatischen Berechnungen von folgenden bodenmechanischen Kennwerten (charakteristische Bodenkenngrößen) ausgegangen werden:

#### Löß

Wichte, erdfeucht $\gamma_k$	:	20 kN/m <sup>3</sup>
Wichte, unter Wasser $\gamma'_k$	:	10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel $\varphi'_k$	:	25°
Kohäsion $c'_k$	:	2 kN/m <sup>2</sup>
undr. Kohäsion $c_{u,k}$	:	10 - 20 kN/m <sup>2</sup>
Steifezahl $E_{s,k}$	:	3 - 8 MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeit $k_f$	:	5 x 10 <sup>-6</sup> ... 1 x 10 <sup>-9</sup> m/s

#### Hangschutt

Wichte, erdfeucht $\gamma_k$	:	19 kN/m <sup>3</sup>
Wichte, unter Wasser $\gamma'_k$	:	10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel $\varphi'_k$	:	32,5°
wirks. Kohäsion $c'_k$	:	0 kN/m <sup>2</sup>
Kapillarkohäsion $c_{c,k}$	:	2 kN/m <sup>2</sup>
Steifezahl $E_{s,k}$	:	20 - 40 MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeit $k_f$	:	1 x 10 <sup>-6</sup> ... 1 x 10 <sup>-8</sup> m/s

#### Keuperzersatz (VZ-VE)

Wichte, erdfeucht $\gamma_k$	:	20,5 kN/m <sup>3</sup>
Wichte, unter Wasser $\gamma'_k$	:	10,5 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel $\varphi'_k$	:	22,5°
Kohäsion $c'_k$	:	10 kN/m <sup>2</sup>
undr. Kohäsion $c_{u,k}$	:	30 kN/m <sup>2</sup>
Steifezahl $E_{s,k}$	:	10 ... 25 MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeit $k_f$	:	1 x 10 <sup>-8</sup> ... 1 x 10 <sup>-10</sup> m/s

### 3.4.3 Boden-, Frostempfindlichkeits- und Verdichtbarkeitsklassen

Nach DIN 18300 und 18301 sind die angetroffenen Locker- und Festgesteine folgenden Boden- und Felsklassen sowie nach ZTV E-StB 09 folgenden Frostempfindlichkeitsklassen zuzuordnen:

Tab. 3-5: Boden- und Felsklassen

Boden/Festgestein	Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 „Erdarbeiten“	Boden- und Felsklassen nach DIN 18301 „Bohrarbeiten“	Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 09 Tab. 1	Verdichtbarkeitsklassen nach ZTV A-StB 97/06 Tab. 2
Mutterboden	1	-	-	-
Löß	4 (2) <sup>1</sup>	BB 2 - BB 3 (BB 1) <sup>1</sup>	F3	V3
Hangschutt	Kl. 3 - 5, Blöcke Kl. 6 u.7 (geschätzt 5%)	BN 1 - BN 2 BS 1, BS 3	F2-F3	V1-V2
Keuperzersatz (VZ-VE)	4, 5 (2) <sup>1</sup> (6)	BB 2 - BB 3 (BB 1) <sup>1</sup> BS 1, BS 3, FV 1	F3	V3

<sup>1)</sup> bei Aufweichung

### 3.4.4 Zusammenfassende Darstellung der untersuchten Baugrundschichten

Die festgestellten und bewerteten Böden und Festgesteine werden wie folgt tabellarisch zusammengestellt:

Tab. 3-6: Zusammenfassende Darstellung der untersuchten Baugrundschichten - Mutterboden

Parameter/Bodenkennwerte/Vorschriften/Normen	Mutterboden
Geologische Benennung mit Kurzzeichen/Stratigraphie	Mutterboden, qh/Quartär
Verbreitung/Teufenbereich	gesamtes Untersuchungsgebiet / ca. bis 0,3 ... 1,2 m Tiefe unter GOK
Bodengruppe nach DIN 18 196	OU,OT
Benennung nach DIN 4022 Teil 1/Kurzzeichen	Schluff, tonig, sandig, humos / U, t, s, g' h
Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“	1

Tab. 3-7: Zusammenfassende Darstellung der untersuchten Baugrundsichten - Löß

Parameter/Bodenkennwerte/Vorschriften/Normen	Löß
Geologische Benennung mit Kurzzeichen/Stratigraphie	Löß, qw <sup>Lo</sup> /Quartär
Verbreitung/Teufenbereich bzw. Dicke	fast gesamtes Untersuchungsgebiet (außer KRB 11 und 12) / ca. 1,4 m bis ca. 5,5 m Dicke, i.M. ca. 3,2 m Dicke
Bodengruppe nach DIN 18 196	TL, UL
Benennung nach DIN 4022 Teil 1/Kurzzeichen	Ton/Schluff, schwach sandig / T/U, s'
<u>Bodenkennwerte</u> (Erfahrungswerte bzw. nach DIN 1055 Teil 2): Wichte, erdfeucht $\gamma_k$ Wichte, unter Auftrieb $\gamma'_k$ Reibungswinkel $\varphi'_k$ Kohäsion $c'_k$ undr. Kohäsion $c_{u,k}$ Steifemodul $E_{s,k}$ Durchlässigkeit $k_f$	 20,0 kN/m <sup>3</sup> 10,0 kN/m <sup>3</sup> 27,5° 6 kN/m <sup>2</sup> 20 kN/m <sup>2</sup> bei $\varphi_{u,k} = 0^\circ$ 8 MN/m <sup>2</sup> $5 \times 10^{-6} \dots 1 \times 10^{-9}$ m/s
Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“	4
Boden- und Felsklassen nach DIN 18 301 „Bohrarbeiten“	BB 2, BB 3
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB	F3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB	V3
<u>weiterführende Angaben:</u> Konsistenz	weich bis steif, bei Aufweichung auch breiig

Tab. 3-8: Zusammenfassende Darstellung der untersuchten Baugrundsichten - Hangschutt

Parameter/Bodenkennwerte/Vorschriften/Normen	Hangschutt
Geologische Benennung mit Kurzzeichen/Stratigraphie	Hangschutt, qw <sup>hg</sup> /Quartär
Verbreitung/Teufenbereich bzw. Dicke	KRB 01, 03, 04, 09, 11-13 / 0,1 m bis >2,0 m Dicke, i.M. ca. 1,0 m Dicke
Bodengruppe nach DIN 18 196	GT, GT*, GU, GU*, (TM)
Benennung nach DIN 4022 Teil 1/Kurzzeichen	Kies, schwach sandig, tonig bis stark tonig bzw. schluffig bis stark schluffig / G, s', t-t*, u-u*
<u>Bodenkennwerte</u> (Erfahrungswerte bzw. nach DIN 1055 Teil 2): Wichte, erdfeucht $\gamma_k$ Wichte, unter Auftrieb $\gamma'_k$ Reibungswinkel $\varphi'_k$ Kohäsion $c'_k$ undr. Kohäsion $c_{u,k}$ Steifemodul $E_{s,k}$ Durchlässigkeit $k_f$	 19,0 kN/m <sup>3</sup> 10,0 kN/m <sup>3</sup> 32,5° 0 kN/m <sup>2</sup> 2 kN/m <sup>2</sup> 20 - 40 MN/m <sup>2</sup> 1 x 10 <sup>-6</sup> ... 1 x 10 <sup>-8</sup> m/s
Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“	3 - 5, Blöcke Kl. 6 und 7 (geschätzt 5%)
Boden- und Felsklassen nach DIN 18 301 „Bohrarbeiten“	BN 1 - BN 2, BS 1, BS 3
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB	F2-F3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB	V1-V2
<u>weiterführende Angaben:</u> Lagerungsdichte/Konsistenz	locker bis dicht (i.M. mitteldicht)

Tab. 3-9: Zusammenfassende Darstellung der untersuchten Baugrundsichten - Keuperzersatz

Parameter/Bodenkennwerte/Vorschriften/Normen	Keuperzersatz (VZ-VE)
Geologische Benennung mit Kurzzeichen/Stratigraphie	Keuperzersatz (VZ-VE), kmGU/Unterer Gipskeuper
Verbreitung/Teufenbereich bzw. Dicke	gesamtes Untersuchungsgebiet - auf Grund Erkundungstiefen nicht überall erbohrt
Bodengruppe nach DIN 18 196	UM, TM
Benennung nach DIN 4022 Teil 1/Kurzzeichen	Ton/Schluff, sandig bis stark sandig, schwach kiesig / T/U, s-s*, g'
<u>Bodenkennwerte</u> (Erfahrungswerte bzw. nach DIN 1055 Teil 2): Wichte, erdfeucht $\gamma_k$ Wichte, unter Auftrieb $\gamma'_k$ Reibungswinkel $\varphi'_k$ Kohäsion $c'_k$ undr. Kohäsion $c_{u,k}$ Steifemodul $E_{s,k}$ Durchlässigkeit $k_f$	 20,5 kN/m <sup>3</sup> 10,5 kN/m <sup>3</sup> 22,5° 10 kN/m <sup>2</sup> 30 kN/m <sup>2</sup> 10 - 25 MN/m <sup>2</sup> 1 x 10 <sup>-8</sup> ... 1 x 10 <sup>-10</sup> m/s
Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“	4, 5, (2), (6)
Boden- und Felsklassen nach DIN 18 301 „Bohrarbeiten“	BB 2 - BB 3 (BB 1), BS 1, BS 3, FV 1
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB	F 3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB	V3
<u>weiterführende Angaben:</u> Konsistenz	steif bis halbfest, witterungsbedingt auch weich bis breiig möglich

### **3.5 Versickerung von Niederschlagswasser**

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurden 5 Stück Feldversuche durchgeführt. Es wurden im anstehenden Löß Versuchsgruben für Versickerungsversuche nach Schnitter angelegt (Anlagen 4.1 bis 4.5). Dabei wurden Durchlässigkeiten von  $2,5E-06$  m/s bis  $1,4E-06$  m/s bestimmt.

Auf der sicheren Seite liegend wird für den anstehenden Untergrund ein  $k_f$ -Wert von  $5,0E-07$  m/s empfohlen.

Damit ist in Versickerungsanlagen nach ATV-A 138 eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht möglich, da der für Versickerungsanlagen erforderliche Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f \geq 1,0 \times 10^{-6}$  m/s unterschritten wird.

Nur in Einzelfällen und bei entsprechenden Nachweisen kann eine Versickerung/Speicherung/Verdunstung/Beseitigung in speziell bemessenen Anlagen möglich sein. Für die Bemessung der Erschließungsanlagen kann dies jedoch nicht berücksichtigt werden.

## **4 Erschließungsmaßnahmen**

### **4.1 Straßenbau**

#### **4.1.1 Allgemeines**

Grundsätzlich sind zur Bemessung der Verkehrsflächenbefestigungen einschließlich der Gehwege die Vorgaben, Richtlinien und Merkblätter der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), z.B. RStO 01, ZTVE-StB, heranzuziehen.

Angaben über die Bauklasse der geplanten Verkehrsflächen sind dem Verfasser nicht bekannt. Aufgrund der zu erwartenden Belastung/Befahrung mittels Schwerverkehr sind nachfolgend für die Bemessung der Anlagen neben den Bauklassen V/ VI und III / IV auch die Bauklassen I / II nach RStO mit aufgeführt.

Das Untersuchungsgebiet ist entsprechend der Karte der Frosteinwirkungszonen des Freistaates Thüringen in die Frosteinwirkungszone F II einzustufen.

Die im Planum anstehenden Böden sind überwiegend sehr frostempfindlich (F3). Wird der im Folgenden beschriebene Bodenaustausch von  $\geq 45$  cm (F1-Material) bzw. 0,30 m qualifizierter Bodenverbesserung ausgeführt, kann bei der Bemessung des frostsicheren Straßenoberbaus von der Frostempfindlichkeitsklasse F2 ausgegangen werden.

#### 4.1.2 Frostsicherer Oberbau

Die Tabelle 4-1 zeigt, unter Berücksichtigung aller Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse, die Minstdicken des frostsicheren Straßenaufbaus für die Bauklassen I / II, III / IV und V / IV (nach RStO 01):

Tab. 4-1: Minstdicken für den frostsicheren Oberbau nach RStO 01

Örtliche Verhältnisse	Dicke in [cm] bei Bauklassen		
	I / II	III / IV	V / IV
Ausgangswert für F2 (nach RStO 01 Tabelle 6)	55	50	40
Frosteinwirkungszone II (nach RStO 01 Tabelle 7)	+5	+5	+5
Lage der Gradienten (nach RStO 01 Tabelle 7)	0	0	0
Wasserverhältnisse gemäß ZTVE-StB	0	0	0
Ausführung der Randbereiche (nach RStO 01, Zeile 4.3)	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>60</b>	<b>55</b>	<b>45</b>

Je nach Ausbildung der Randbereiche kann eine Reduzierung der Minstdicke um 5 bzw. 10 cm erfolgen. Weitere Mehr- oder Minderstärken müssen aus geotechnischer Sicht nicht berücksichtigt werden.

Im Bereich von Geh- und Radwegen kann die Dicke des frostsicheren Aufbaus auf 30 cm reduziert werden.

#### 4.1.3 Tragfähigkeit und Entwässerung

Auf dem Planum sind ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  und die Verdichtungsgrade nach ZTVE-StB nachzuweisen. Mit den angetroffenen Böden (vorwiegend Löß) können diese Forderungen erfahrungsgemäß nicht erreicht werden. Diese Feststellung beruht auf Erfahrungen bei vergleichbaren Verhältnissen.

Bei feuchter Witterung ist zudem ein deutlicher Tragfähigkeitsverlust der meist vorherrschenden feinkörnigen Böden zu erwarten. Im Vorfeld sind deshalb Messungen mittels Lastplattendruckversuchen dringend zu empfehlen, da nur dadurch definitive Aussagen zur Tragfähigkeit möglich und die Notwendigkeit eines Bodenaustausches (teilweiser Bodenaustausch nach ZTVE-StB) abzuleiten sind.

Die Bemessung des erforderlichen Bodenaustausches bei nicht dauerhaft tragfähigem, frostempfindlichem Planum ist im Bundesland Thüringen durch eine Arbeitsanleitung des Landesamtes für Straßenbau (ABemBo) geregelt.

Gemäß ABemBo, Tabelle 2, ist im vorliegenden Fall (Böden der Bodengruppe TL, UM, TM) sowie einem zugeordneten hydrologischen Fall 2 ein Berechnungsmodul von  $E_H = 15 \text{ MN/m}^2$  anzusetzen. Mit einer angenommenen Eigensteifigkeit des Bodenaustauschmaterials von  $E_a = 150 \text{ N/mm}^2$  (ungleichförmige Kiese, z.B. GW, Schotter FSS 0/56) ergibt sich in Abhängigkeit vom Steifemodul  $E_H = 15 \text{ MN/m}^2$  des Erdplanums nach nachstehender Abbildung (ABemBo, Nomogramm, Anlage 3) eine Austauschdicke von 45 cm.

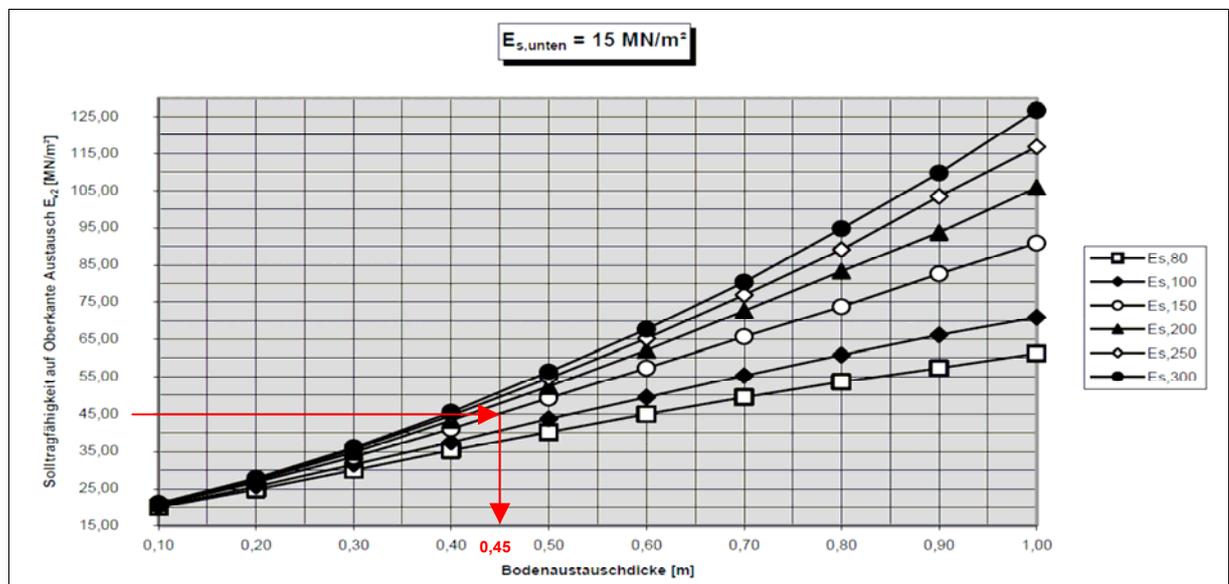


Abb. 4-1: Bodenaustauschdicke für Steifemodul im Erdplanum  $E_H=15 \text{ MN/m}^2$  nach Dr. Köhler

Alternativ zum Bodenaustausch ist eine qualifizierte Bodenverbesserung der anstehenden Böden möglich. Zur Vorbemessung ist von ca. 6% Zement (Bindemittelmenge [Gew.-%], bezogen auf das Trockengewicht des Bodens) nach dem Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemittel (Trockengewicht ca.  $1,65 \text{ t/m}^3$ ) auszugehen. Es wird ausdrücklich Zement als Bindemittel gefordert, da dann auch eine Langzeitbeständigkeit gewährleistet ist. Die genaue Auswahl des Bindemittels und der Zugabemenge muss durch den AN auf der Grundlage von Eignungsuntersuchungen nach den Vorgaben des Merkblattes über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Ausgabe 2004, erfolgen. Nach diesem Merkblatt muss die Dicke der verbesserten Schicht mindestens 25 cm betragen.

Auf der verbesserten Schicht ist ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen (zur Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklasse F2). Vorsorglich ist die Dicke der verbesserten Schicht deshalb auf 30 cm zu erhöhen. Da bei den angetroffenen Böden (Löß, Unterer Gipskeuper), zumindest örtlich, von erhöhten bis hohen Sulfatgehalten ausgegangen werden muss, sind sulfatbeständige Zemente (HS-Zement) zu verwenden.

Zusammenfassend ergeben sich 2 Varianten:

- ca. 0,45 m Bodenaustausch - (ungleichförmige Kiese, z.B. GW, Schotter FSS 0/56) über Geotextil (GRK 3)
- qualifizierte Bodenverbesserung - ca. 0,30 m nach dem Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Ausgabe 2004, mit ca. 6 % HS-Zement, Fräsen sowie ggf. Wasserzugabe erforderlich.

Die Anforderungen an die Tragschichten des Oberbaues sind entsprechend der gewählten Bauweise und Bauklasse nachzuweisen:

Tab. 4-2:  $E_{v2}$ -Mindestwerte auf Tragschichten nach RStO 01

Bauweise (Decke)	$E_{v2}$ -Mindestwert auf Tragschicht in $[\text{MN/m}^2]$		
	Bauklasse I / II	Bauklasse III / IV	Bauklasse V / VI
Asphaltdecke	120	120	100
Betondecke	120	120	-

Es sind Entwässerungseinrichtungen nach der RAS-Ew Richtlinien für die Anlage von Straßen vorzusehen, z.B. Entwässerungsgräben, Drainagen.

#### 4.1.4 Hinweise zur Bauausführung

Zum Schutz des Aushubplanums sind ein rückschreitender Bodenaushub und ein Einbau der Tragschichten bzw. des Bodenaustauschmaterials vor Kopf vorzuschreiben. Das Planum ist am Ende eines jeden Arbeitstages glatt abzuwalzen.

Der Einbau der ungebundenen Frostschutz- und Tragschichten bzw. des Bodenaustauschmaterials muss lagenweise unter lagenweiser Verdichtung und unter Beachtung der im Erdbau gültigen Regeln erfolgen.

Als Bodenaustauschmaterial kommt z.B. Schotter 0/45 der Bodengruppe GW nach DIN 18196 bzw. vergleichbares Material in Frage. Kann die Filterstabilität nicht auf andere Weise nachgewiesen werden, ist zwischen endgültiger Aushubsohle/Untergrund und mineralischer Tragschicht ein geotextiles Trennvlies der GRK 3 zwischenzuschalten.

Das Mineralgemisch für FSS- bzw. STS-Schichten (ungebundene Tragschichten des Oberbaus) muss den Anforderungen nach TL SoB-StB 04 genügen.

Im Rahmen der Bauausführung ist die Durchführung von Verdichtungs- und Dichtekontrollen aller eingebauten Schichten, z.B. Bodenverbesserung, Frostschutzmaterial, durch die Eigenüberwachung des AN vorzusehen. Kontrollprüfungen (AG) sind ca. zu einem Drittel der Eigenüberwachungsprüfungen einzuplanen. Der Umfang der Prüfungen ist nach den Vorgaben der ZTV E-StB 09 vorzunehmen.

Ein längeres „Freiliegen“ bzw. „Offenstehen“ des Aushubplanums ist zu vermeiden, um ein witterungsbedingtes Aufweichen der im Untergrund anstehenden Böden zu verhindern. Bei absehbaren schlechten Witterungsverhältnissen ist das Planum zu schützen (z.B. Folien-, Frostschutzabdeckung) bzw. mit mehr als 0,2 m Überdeckung (Restaushub) stehen zu lassen. Da Niederschläge im anstehenden Untergrund z.T. nur sehr schlecht versickern, sind Tagwasserhaltungen mittels Pumpensämpfen vorzusehen.

Im Rahmen der Verbesserungsmaßnahmen ist auf Grund der hohen Bindemittelmenge bzw. der Bodenbeschaffenheit ein mehrmaliges Fräsen zu berücksichtigen. In aller Regel wird eine Wasserzugabe erforderlich. Im anstehenden Untergrund können Steine und Blöcke vorhanden sein.

Es wird empfohlen, die Tragfähigkeiten  $E_{v2}$  des Bodenaustauschmaterials bzw. der verbesserten Bodenschichten im Rahmen von Probefeldern noch vor der eigentlichen Bauausführung zu überprüfen. Die o.g. Dickenangaben beruhen auf dem geringen Prüfumfang der Baugrunduntersuchung bzw. korrelativ abgeleiteten Kennwerten.

## **4.2 Kanalverlegung**

### **4.2.1 Allgemeines**

Entsprechend dem Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau, Ausgabe 2003, ist Folgendes zu berücksichtigen. Werden Leitungsgräben im Zuge von Straßenneubauten oder grundhaften Erneuerungen hergestellt, gilt die ZTVE-StB in Verbindung mit den ATV DIN 18300 und 18299. Bei Leitungsgräben, die von Dritten an bestehenden Straßen veranlasst werden, sind dem Bauvertrag die ZTVA-StB zugrunde zu legen. Leitungsgräben sind so herzustellen und zu verfüllen, dass an den erdverlegten Leitungen und am Straßenkörper keine Schäden entstehen. Daneben sind die sicherheitstechnischen Vorschriften für Leitungsgräben mit oder ohne Verbau zu beachten.

### **4.2.2 Baugruben und Wasserhaltung**

Gräben für Entsorgungsleitungen können gemäß DIN 4124 bis 1,75 m in mindestens steif plastischen Böden senkrecht abgeschachtet werden, wenn die oberen 50 cm geböscht (45°) oder mit Saumbohlen gesichert werden. Darüber hinaus dürfen nicht verbaute Gräben bis zu einer Tiefe von 3,0 m bei Einhaltung eines Böschungswinkels  $\beta \leq 30^\circ$  frei geböscht ausgeführt werden. Die Böschungsoberflächen sind sorgfältig vor Witterungseinflüssen zu schützen. Für größere, frei geböschte Baugrubentiefen ist die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen.

Alternativ werden Verbaumaßnahmen nach DIN 4124 empfohlen. Hierzu sind vorzugsweise großflächige Verbauplatten, z.B. Gleitschienenverbau, vorzusehen. Bei deren Verwendung ist insbesondere auf den sorgfältigen Ein- und Ausbau zu achten. Auflockerungen hinter der Verbauwand können zur Lageverschiebung von nachbarschaftlich vorhandenen Kanälen und Leitungen führen. Zudem können witterungsbedingt auftretende „Schichtwässer“ oberhalb der Grabensohle Ausspülungen bewirken, die Setzungen/Sackungen der angrenzenden Flächen zur Folge haben können. Die Verbauelemente müssen daher zwingend einen vollflächigen Kontakt zur Grabenwand besitzen. Hohlräume, Ausbrüche etc. sind nicht zulässig! Die ggf. notwendige Hinterfüllung mit zusätzlichem Material (z.B. Sand) ist durch den Baubetrieb einzukalkulieren.

Während der Aushubarbeiten ist zusetzendes Tagwasser bzw. Schichtenwasser ständig an Tiefpunkten zu fassen und abzuleiten. Dafür ist eine offene Wasserhaltung mittels Pumpensümpfen für den kompletten Kanalgraben vorzusehen. Die Pumpensümpfe sind ca. alle 20 .. 40 m anzuordnen. Es ist der Einsatz von Söffelpumpen (Söffel B) mit einer Pumpenleistung von mindestens 15 m<sup>3</sup>/h je Pumpensumpf vorzusehen.

Im östlichen Untersuchungsgebiet (Nahbereich des Linderbaches) sind die Pumpensümpfe ca. alle 15 m anzuordnen und mit Bauhilfsdrainagen zu verbinden. Die Bauhilfsdrainagen sind nach Beendigung der Wasserhaltung rückzubauen oder mit Beton zu verpressen. Es ist der Einsatz von Söffelpumpen (Söffel B) mit einer Pumpenleistung von mindestens 30 m<sup>3</sup>/h je Pumpensumpf vorzusehen.

Es sind die Hinweise und Richtlinien der DIN 4124, insbesondere auch zum Abstand von Verkehrs- und Stapellasten, zu beachten.

Die unmittelbaren Gründungssohlen sind mit einem ungezahnten Greifer freizulegen, um Auflockerungen weitestgehend zu vermeiden. Dennoch auftretende Auflockerungen sind in nicht vernässten Bereichen nachzuverdichten (z.B. mit Grabenwalze). Freigelegte Gründungssohlen sind zügig mit dem Auflager-/Bettungsmaterial zu überdecken und zu überbauen. Es ist in realisierbaren Tagesleistungen vorzugehen, um ein längeres Offenstehen der Gräben zu vermeiden.

Das eigentliche Rohraufleger kann traditionell mit einem Kies-Sand-Gemisch entsprechend Regelausführung nach DIN EN 1610 hergestellt werden. Im Sinne der DIN EN 1610 ist unterhalb der Rohrsohle ein Bodenaustausch (Bettung Typ 1) aus einem Sand bzw. Kies der Bodengruppe SW bzw. GW nach DIN 18 196 mit einem Größtkorn von 22 mm bei DN ≤ 200 bzw. 40 mm bei DN ≤ 600 vorzusehen. Eine Auflagerung direkt auf, im Auflagerbereich ggf. anstehenden, kompakteren Festgesteinslagen, z.B. Bereich Mittlerer Keuper, führt zu punktuellen Belastungen der Rohre. Dies ist durch den Ausbau der kompakteren Schichten zu verhindern. Im Bedarfsfalle ist eine Auflagerung auf mind. 30 cm Mineralgemisch auszuführen und das kompaktere anstehende Material entsprechend auf dieser Dicke auszubauen.

Als Einbaumaterial für die Leitungszone sind Baustoffe nach Abschnitt 5.3 der DIN EN 1610 vorzusehen.

Im Bereich von Verkehrs- und Oberflächenbefestigungen sollte die Hauptverfüllung nur mit Böden nach Tabelle 2 der ZTVE-StB mit den angegebenen Verdichtungsgraden erfolgen. Von den angetroffenen Böden ist nur der Hangschutt (GU\*) geeignet. Bei dessen Einbau ist der Wassergehalt mittels einer Bodenverbesserung (mind. 3% HS-Zement) im optimalen Bereich einzustellen. Gutachterseits werden auf Grund der besseren Verdichtungseigenschaften Böden der Bodengruppen GW und SW nach DIN 18 196 empfohlen.

Die übrige Kanalverfüllung außerhalb der Bereiche von Verkehrs- und Oberflächenbefestigungen kann mit dem anstehenden Löß sowie Hangschutt erfolgen. Dabei ist eine Verdichtung auf mindestens 95%  $D_{Pr}$  (Begrenzung der Sackungen/Setzungen) nachzuweisen.

Der Einbau der Verfüllmaterialien soll lagenweise unter lagenweiser Verdichtung erfolgen. Die Schüttlagen sind an die Verdichtungsleistungen der Geräte anzupassen, sollen jedoch generell 30 cm nicht übersteigen.

Im Rahmen der Wiederverfüllung sind durch die Eigenüberwachung des AN Prüfungen nach der ZTV E-StB 09 Tabelle 8 zwingend vorzusehen. Kontrollprüfungen sollten zusätzlich in einer Größenordnung von ca. 1/3 der Eigenüberwachungsprüfungen eingeplant werden.

Zur Vermeidung einer künstlichen Vorflut sind Dichtungsriegel über den gesamten Kanalquerschnitt auszubilden. Damit soll auch ein Unterspülen der Rohrsohle bzw. Ausspülen des Verfüllmaterials verhindert werden. Die vorhandenen Zersatzmaterialien des Keupers (Tone) sind hierfür geeignet, wenn diese nicht vernässt sind.

Bei der Verlegung sind generell die Angaben und Hinweise der DIN EN 1610 zu beachten.

Für Schachtbauwerke gelten oben gemachte Aussagen zur Auflagerausbildung analog. Ggf. aufgeweichte Böden im Gründungssohlenbereich sind durch Teilbodenaustauschmaßnahmen (z.B. Schotter 0/45, mit  $d_{<0,063} < 10 \%$ ) zu ersetzen. Die Arbeitsraumverfüllungen im Umfeld der Schächte sind sorgsam vorzunehmen. Die Schüttlagenstärke soll an die vorhandene Einbautechnik und das Einbaumaterial angepasst sein. 30 cm sind dabei generell nicht zu überschreiten.

Die mechanische Filterstabilität zwischen Verfüllmaterialien und angrenzenden Böden ist nachzuweisen. Im Bedarfsfalle ist zur Gewährleistung der Filterstabilität ein geotextiles Trennvlies zwischenzuschalten.

## **5 Abschließende Bemerkungen**

Sollten sich bei den Tiefbauarbeiten entgegen den Erwartungen andere, als die beschriebenen, Verhältnisse einstellen, bitten wir um eine entsprechende Benachrichtigung, da dann ggf. Kennwerte angepasst und ergänzende Hinweise gegeben werden müssen.

Das Gutachten beinhaltet keine Untersuchungen und keine Wertung zu einer möglichen Kontamination des Untergrundes.

Die Gründung von Hochbauten üblicher Belastungen ist mittels Streifen- und Einzelfundamenten möglich. Für eine Vorbemessung können die vorgenannten bodenmechanischen Kennwerte herangezogen werden. Es sind standortbezogene Untersuchungen notwendig.

Wir hoffen, Ihnen mit den vorliegenden Informationen vorerst gedient zu haben und stehen für weiterführende Anfragen und Erläuterungen gern zur Verfügung.

Weimar, September 2011

Dipl.-Ing. F. Gewalt  
Projektingenieur

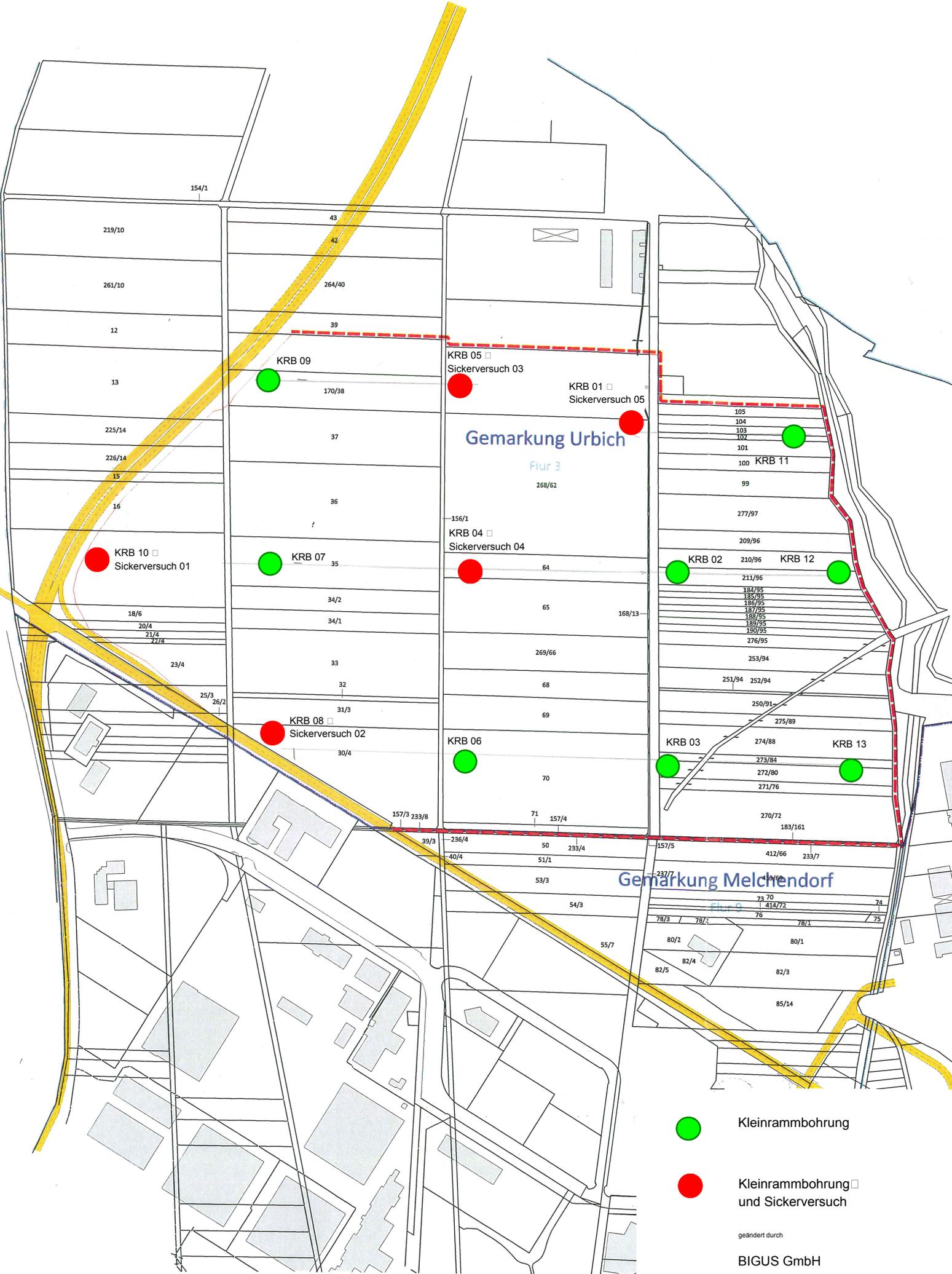
**Anlagen:**

# ANLAGEN

- Anlage 1: Lageplan der Erkundungsstellen**
- Anlage 2: Bodenprofile und Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen (KRB)**
- Anlage 3: Ingenieurgeologische Schnitte**
- Anlage 4: Ergebnisse der bodenmechanischen Feld- und Laborversuche**
- Anlage 5: Ergebnisse der bauchemischen Wasseruntersuchung**

# Anlage 1

## Lageplan der Erkundungsstellen



- Kleinrammbohrung
- Kleinrammbohrung  und Sickerversuch

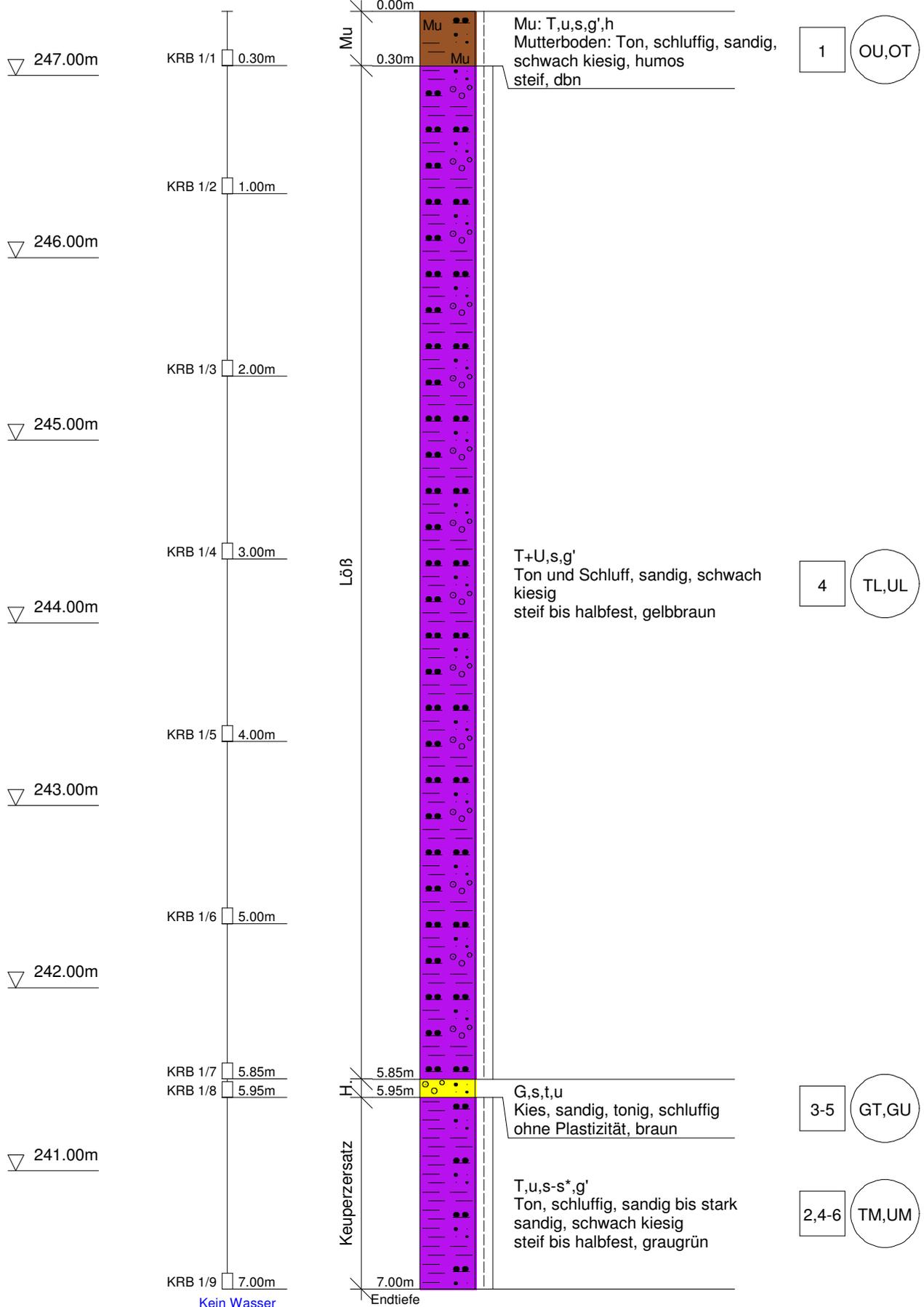
geändert durch  
**BIGUS GmbH**

# **Anlage 2**

## **Bodenprofile und Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen (KRB)**

# KRB 01

247.35 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006    Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes  
Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818  
Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.1

Maßst.: 1: 30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

DC

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 01**

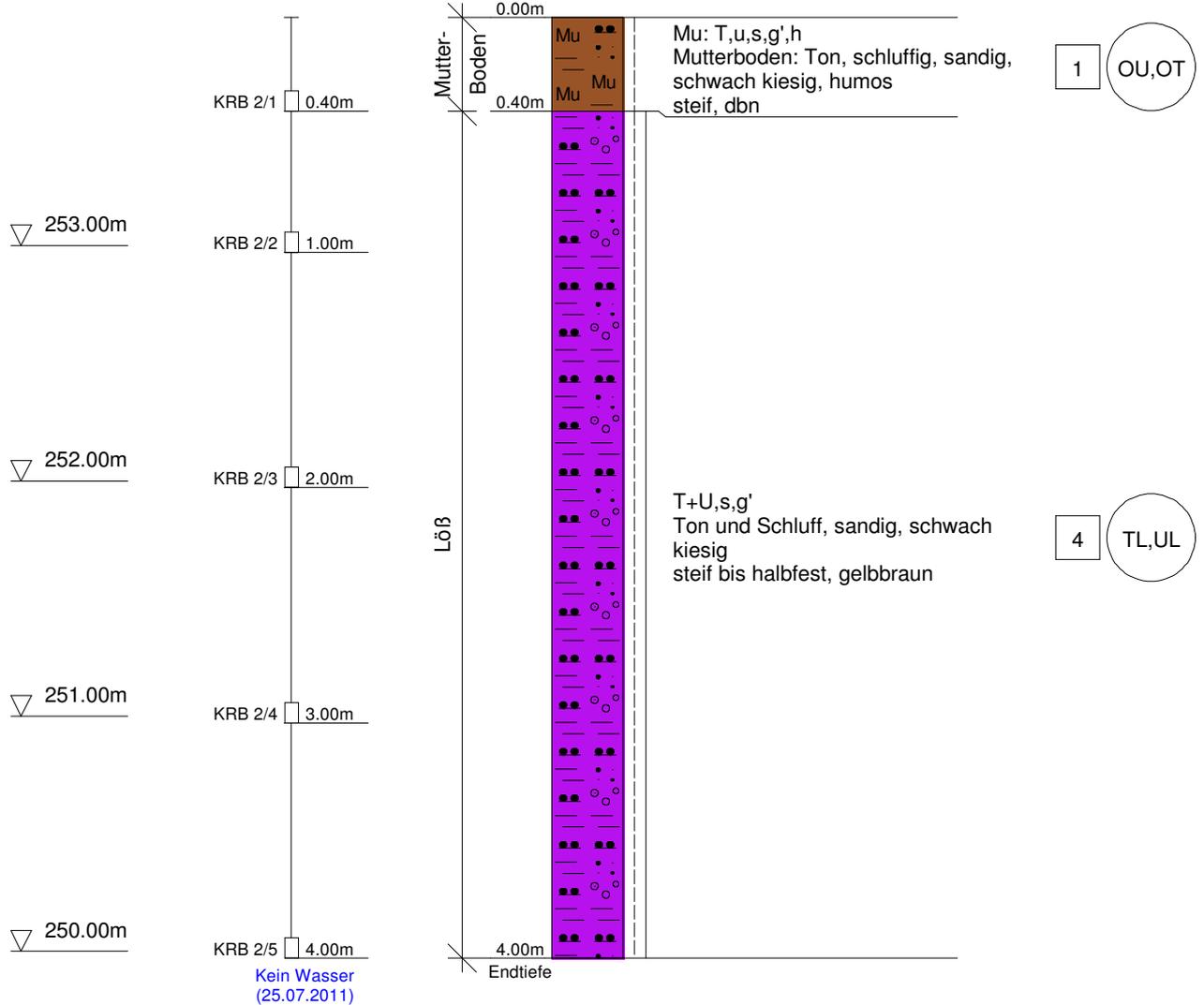
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.30	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos					KRB 1/	1	0.00 -0.30
	b) Quartär							
	c) steif	d) leicht bohrbar	e) dbn					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OU, OT	i) o/+				
5.85	a) Ton und Schluff, sandig, schwach kiesig					KRB 1/	2 3 4 5 6	0.30 -1.00 1.00 -2.00 2.00 -3.00 3.00 -4.00 4.00 -5.00
	b) Quartär							
	c) steif bis halbfest	d) leicht bis mittel bohrbar	e) gelbbraun					
	f) Löß	g) Löß	h) TL, UL	i) +				
5.95	a) Kies, sandig, tonig, schluffig					KRB 1/	8	5.85 -5.95
	b) Quartär							
	c) ohne Plastizität	d) mittel bohrbar	e) braun					
	f) Hangschutt	g) Hangschutt	h) GT, GU	i) +				
7.00 Endtiefe	a) Ton, schluffig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig				kein Wasser 25.07.2011	KRB 1/	9	5.95 -7.00
	b) Mittlerer Keuper							
	c) steif bis halbfest	d) mittel bohrbar	e) graugrün					
	f) Keuperzersatz	g) Keuperzersatz	h) TM, UM	i) o/+				

# KRB 02

253.97 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006 Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes  
Erfurt-Südost  
Projekt-Nr. 003818  
Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.3  
Maßst.: 1:30  
Datum 09.09.2011  
Bearb.: Ge

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 02**

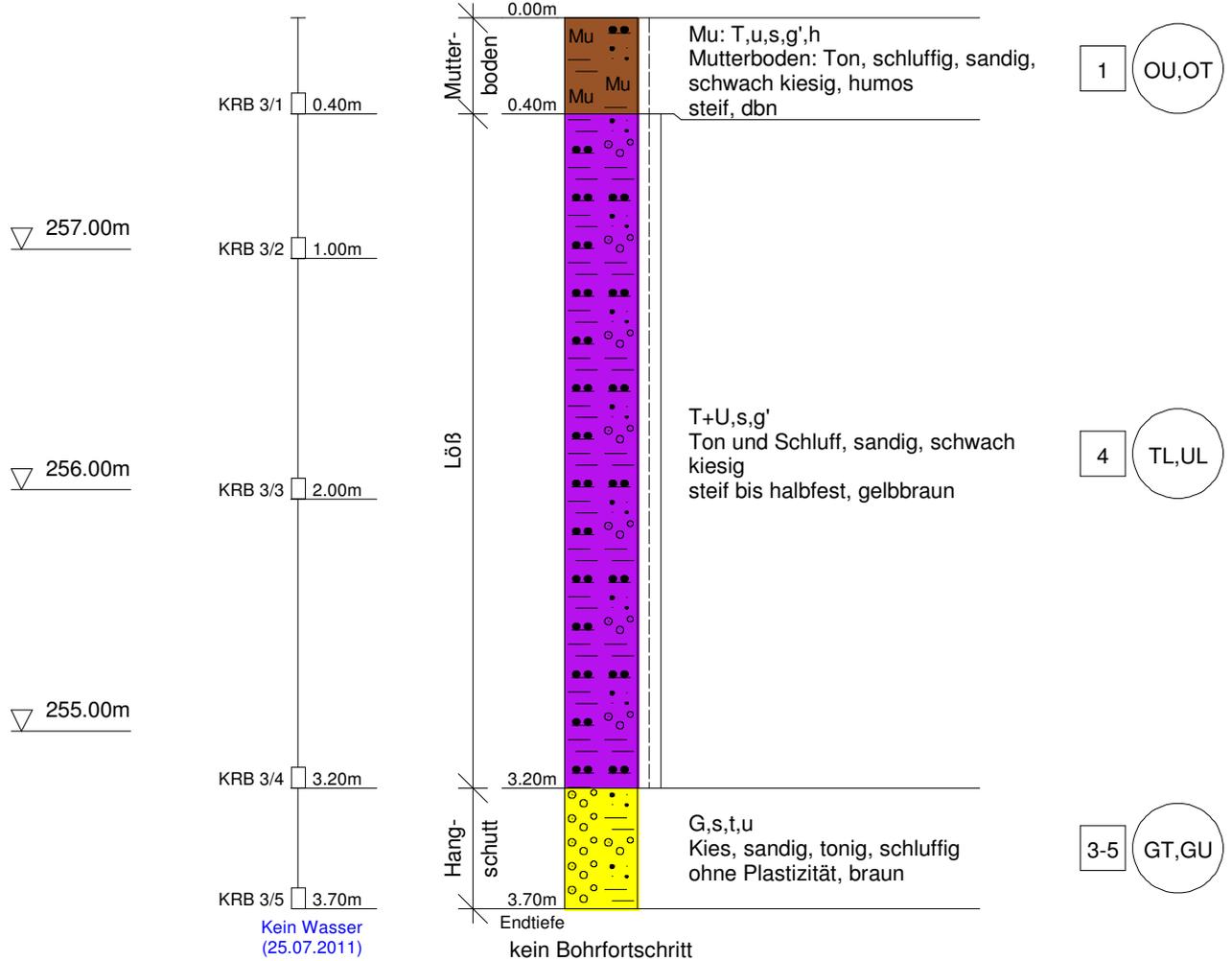
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6		
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe						
f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.40	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos									KRB 2/
	b) Quartär									
	c) steif		d) leicht bohrbar			e) dbn				
	f) Mutterboden		g) Mutterboden			h) OU, OT	i) o/+			
4.00 Endtiefe	a) Ton und Schluff, sandig, schwach kiesig				kein Wasser 25.07.2011	KRB 2/	2	0.40 -1.00 1.00 -2.00 2.00 -3.00 3.00 -4.00		
	b) Quartär									
	c) steif bis halbfest		d) leicht bis mittel bohrbar						e) gelbbraun	
	f) Löß		g) Löß						h) TL, UL	i) +

# KRB 03

257.96 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006    Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes

Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818

Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.5

Maßst.: 1: 30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

DC

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 03**

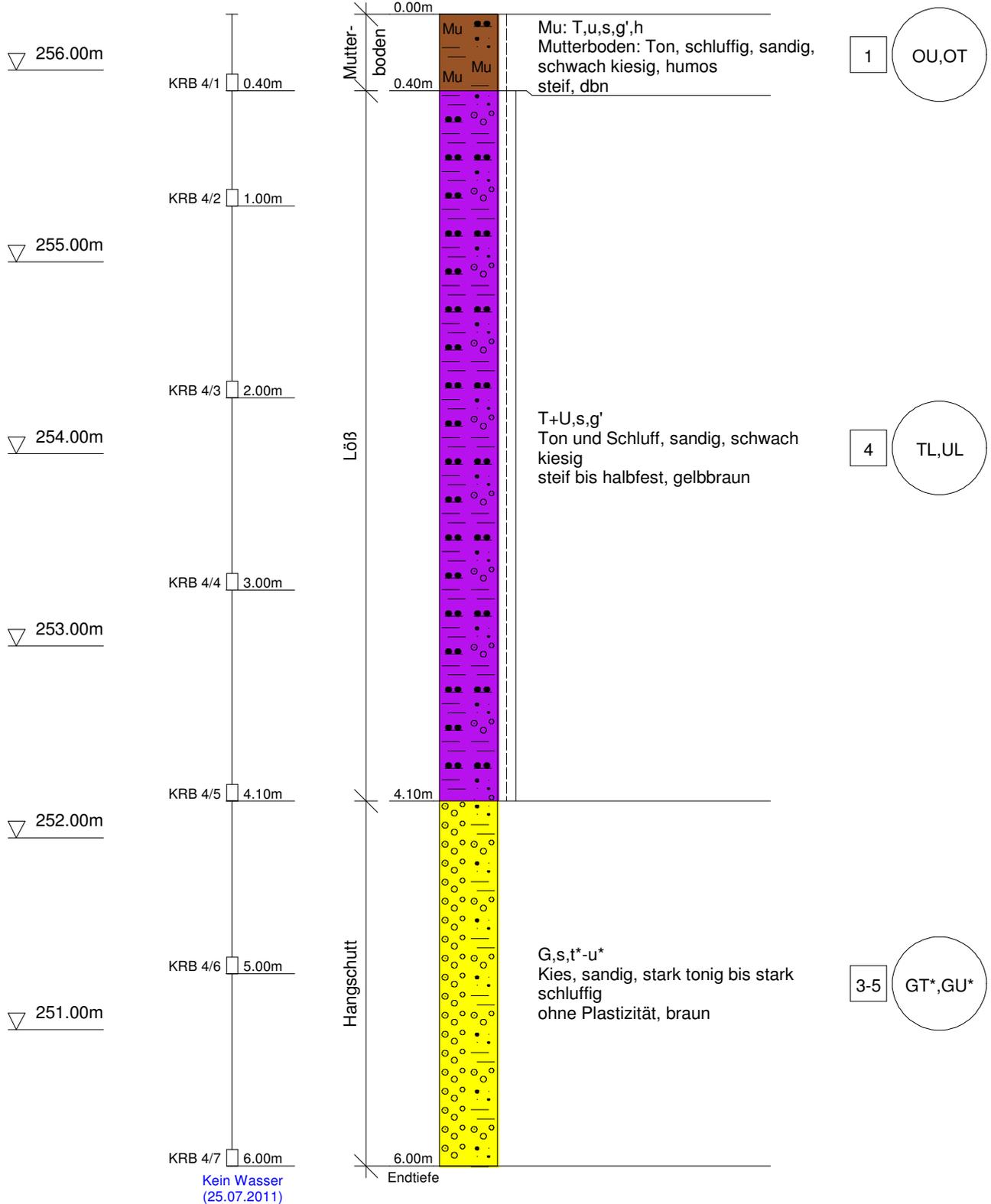
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.40	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos					KRB 3/	1	0.00 -0.40
	b) Quartär							
	c) steif	d) leicht bohrbar	e) dbn					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OU, OT	i) o/+				
3.20	a) Ton und Schluff, sandig, schwach kiesig					KRB 3/	2 3 4	0.40 -1.00 1.00 -2.00 2.00 -3.20
	b) Quartär							
	c) steif bis halbfest	d) leicht bis mittel bohrbar	e) gelbbraun					
	f) Löß	g) Löß	h) TL, UL	i) +				
3.70  Endtiefe	a) Kies, sandig, tonig, schluffig				kein Wasser 25.07.2011	KRB 3/	5	3.20 -3.70
	b) Quartär							
	c) ohne Plastizität	d) schwer bohrbar	e) braun					
	f) Hangschutt	g) Hangschutt	h) GT, GU	i) +				

# KRB 04

256.29 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006 Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes

Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818

Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.7

Maßst.: 1: 30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

DC

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 04**

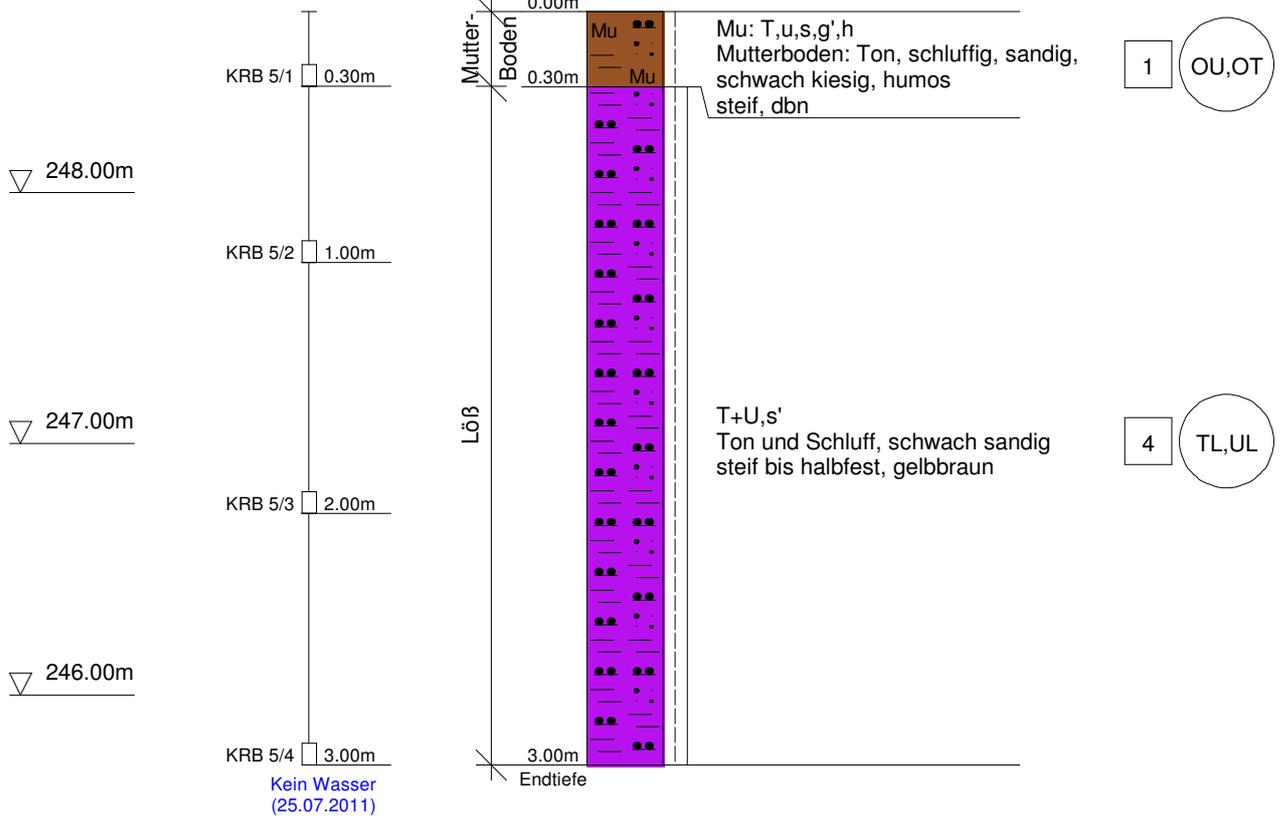
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.40	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos					KRB 4/	1	0.00 -0.40
	b) Quartär							
	c) steif	d) leicht bohrbar	e) dbn					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OU, OT	i) o/+				
4.10	a) Ton und Schluff, sandig, schwach kiesig					KRB 4/	2	0.40 -1.00 1.00 -2.00 2.00 -3.00 3.00 -4.10
	b) Quartär							
	c) steif bis halbfest	d) leicht bis mittel bohrbar	e) gelbbraun					
	f) Löß	g) Löß	h) TL, UL	i) +				
6.00  Endtiefe	a) Kies, sandig, stark tonig bis stark schluffig				kein Wasser 25.07.2011	KRB 4/	6	4.10 -5.00 5.00 -6.00
	b) Quartär							
	c) ohne Plastizität	d) mittel bohrbar	e) braun					
	f) Hangschutt	g) Hangschutt	h) GT*, GU*	i) +				

# KRB 05

248.72 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006 Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar

Schwanseestr. 113 a

Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes  
Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818

Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.9

Maßst.: 1:30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

DC

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 05**

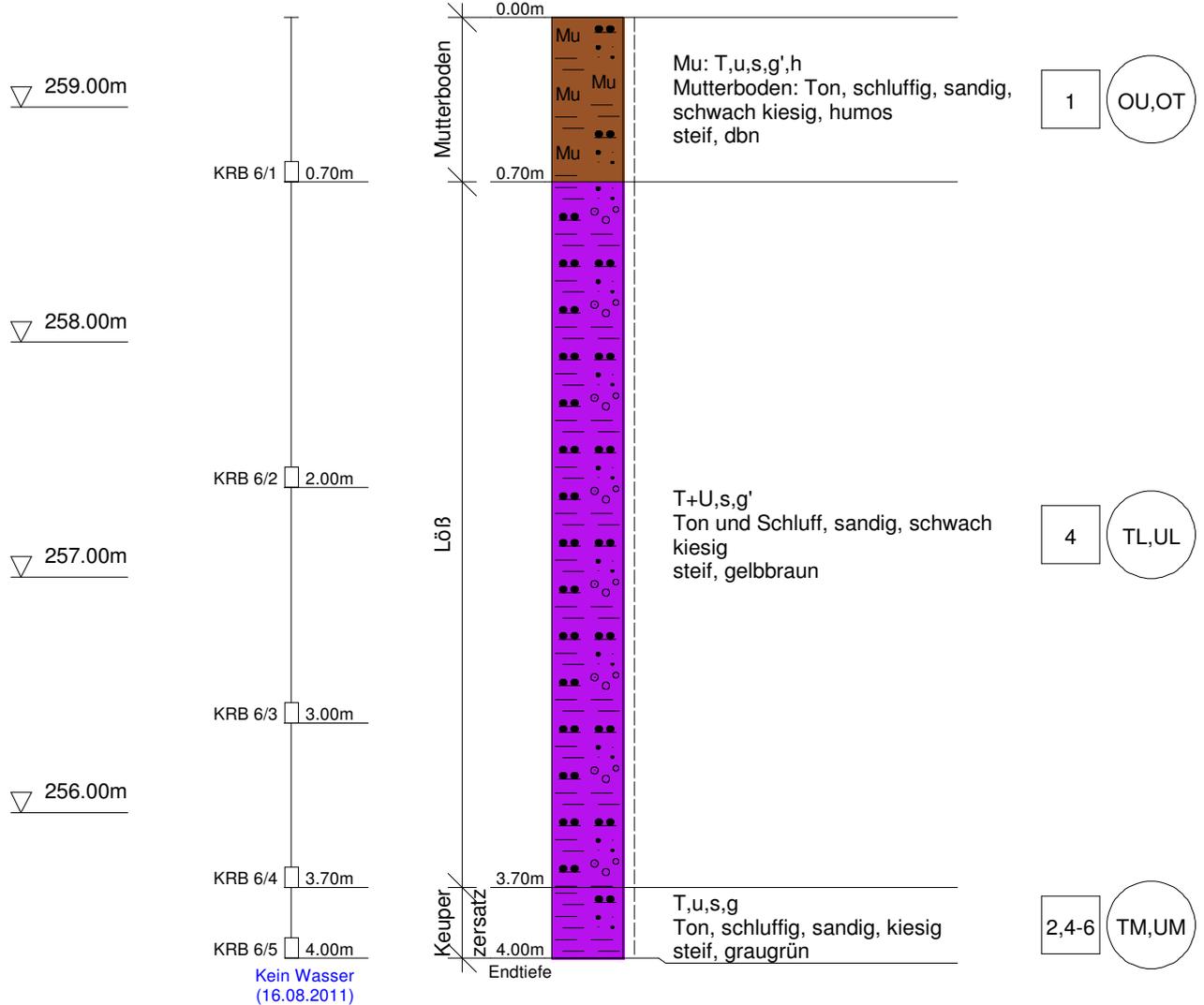
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.30	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos					KRB 5/	1	0.00 -0.30
	b) Quartär							
	c) steif	d) leicht bohrbar	e) dbn					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OU, OT	i) o/+				
3.00  Endtiefe	a) Ton und Schluff, schwach sandig				kein Wasser 25.07.2011	KRB 5/  KRB 5/  KRB 5/	2  3  4	0.30 -1.00 1.00 -2.00 2.00 -3.00
	b) Quartär							
	c) steif bis halbfest	d) leicht bis mittel bohrbar	e) gelbbraun					
	f) Löß	g) Löß	h) TL, UL	i) +				

# KRB 06

259.38 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006    Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes  
Erfurt-Südost  
Projekt-Nr. 003818  
Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.11  
Maßst.: 1: 30  
Datum 09.09.2011  
Bearb.: Ge

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 06**

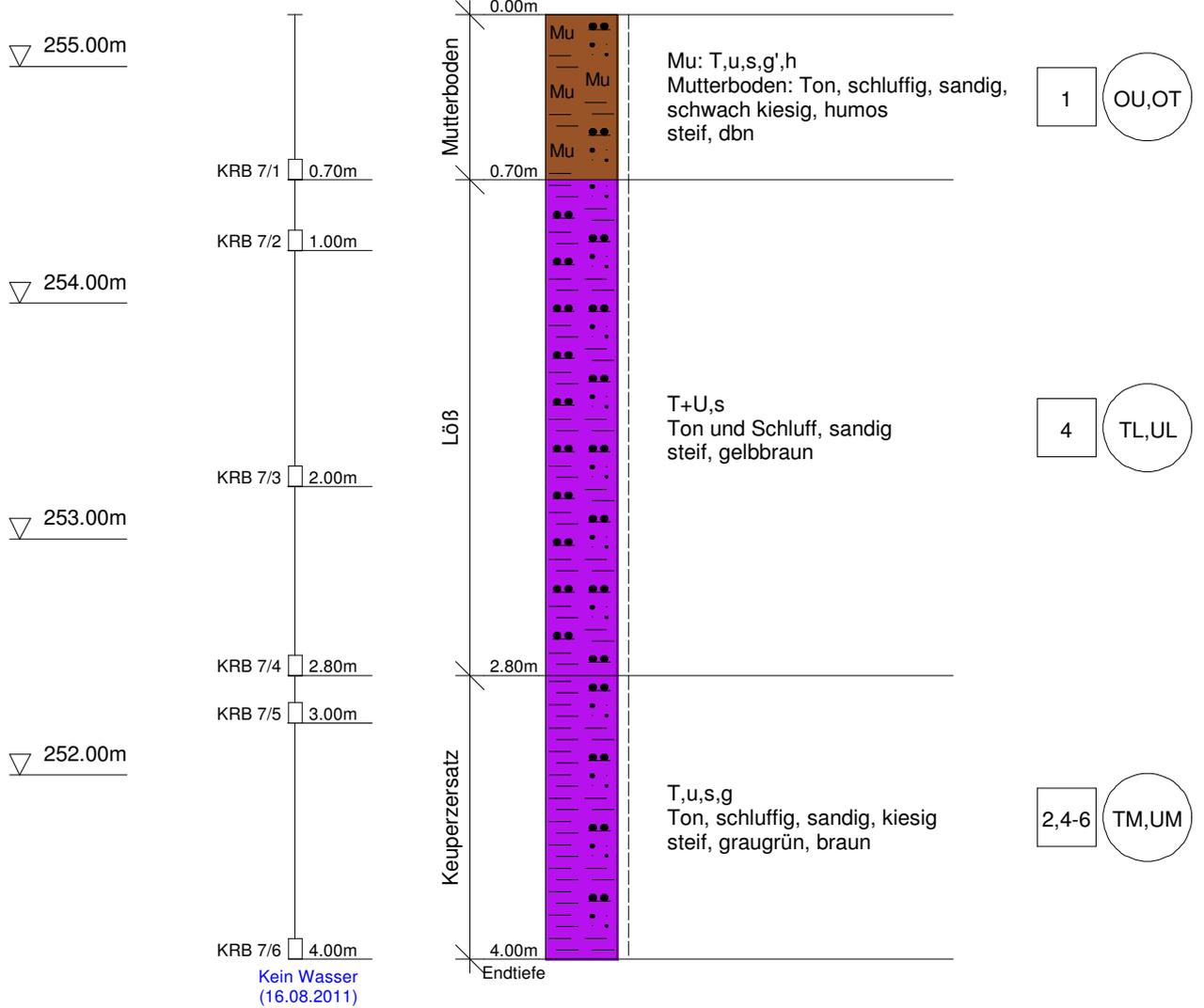
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6		
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung						h) Gruppe	
0.70	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos					KRB 6/	1	0.00 -0.70		
	b) Quartär									
	c) steif		d) leicht bohrbar						e) dbn	
	f) Mutterboden		g) Mutterboden						h) OU, OT	
3.70	a) Ton und Schluff, sandig, schwach kiesig					KRB 6/	2	0.70 -2.00 2.00 -3.00 3.00 -3.70		
	b) Quartär									
	c) steif		d) leicht bis mittel bohrbar						e) gelbbraun	
	f) Löß		g) Löß						h) TL, UL	
4.00  Endtiefe	a) Ton, schluffig, sandig, kiesig				kein Wasser 16.08.2011	KRB 6/	5	3.70 -4.00		
	b) Mittlerer Keuper									
	c) steif		d) mittel bohrbar						e) graugrün	
	f) Keuperzersatz		g) Keuperzersatz						h) TM, UM	

# KRB 07

255.22 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006    Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes

Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818

Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.13

Maßst.: 1: 30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

DC

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 07**

Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.70	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos					KRB 7/	1	0.00 -0.70
	b) Quartär							
	c) steif	d) leicht bohrbar	e) dbn					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OU, OT	i) o/+				
2.80	a) Ton und Schluff, sandig					KRB 7/ KRB 7/ KRB 7/	2 3 4	0.70 -1.00 1.00 -2.00 2.00 -2.80
	b) Quartär							
	c) steif	d) leicht bis mittel bohrbar	e) gelbbraun					
	f) Löß	g) Löß	h) TL, UL	i) +				
4.00  Endtiefe	a) Ton, schluffig, sandig, kiesig				kein Wasser 16.08.2011	KRB 7/ KRB 7/	5 6	2.80 -3.00 3.00 -4.00
	b) Mittlerer Keuper							
	c) steif	d) mittel bohrbar	e) graugrün, braun					
	f) Keuperzersatz	g) Keuperzersatz	h) TM, UM	i) o/+				

# KRB 08

257.02 m DHHN 92

▽ 257.00m

▽ 256.00m

▽ 255.00m

KRB 8/1 0.80m

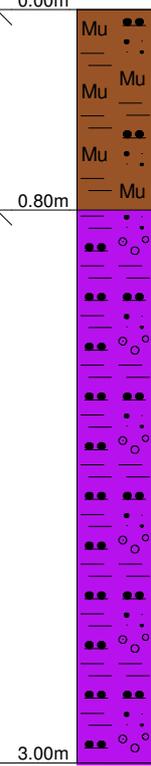
KRB 8/2 2.00m

KRB 8/3 3.00m

Kein Wasser  
(16.08.2011)

Mutterboden

Löß



Mu: T,u,s,g',h  
Mutterboden: Ton, schluffig, sandig,  
schwach kiesig, humos  
steif, dbn

1 OU,OT

T+U,s,g'  
Ton und Schluff, sandig, schwach  
kiesig  
steif, gelbbraun

4 TL,UL

Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006    Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes

Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818

Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.15

Maßst.: 1: 30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

DC

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 08**

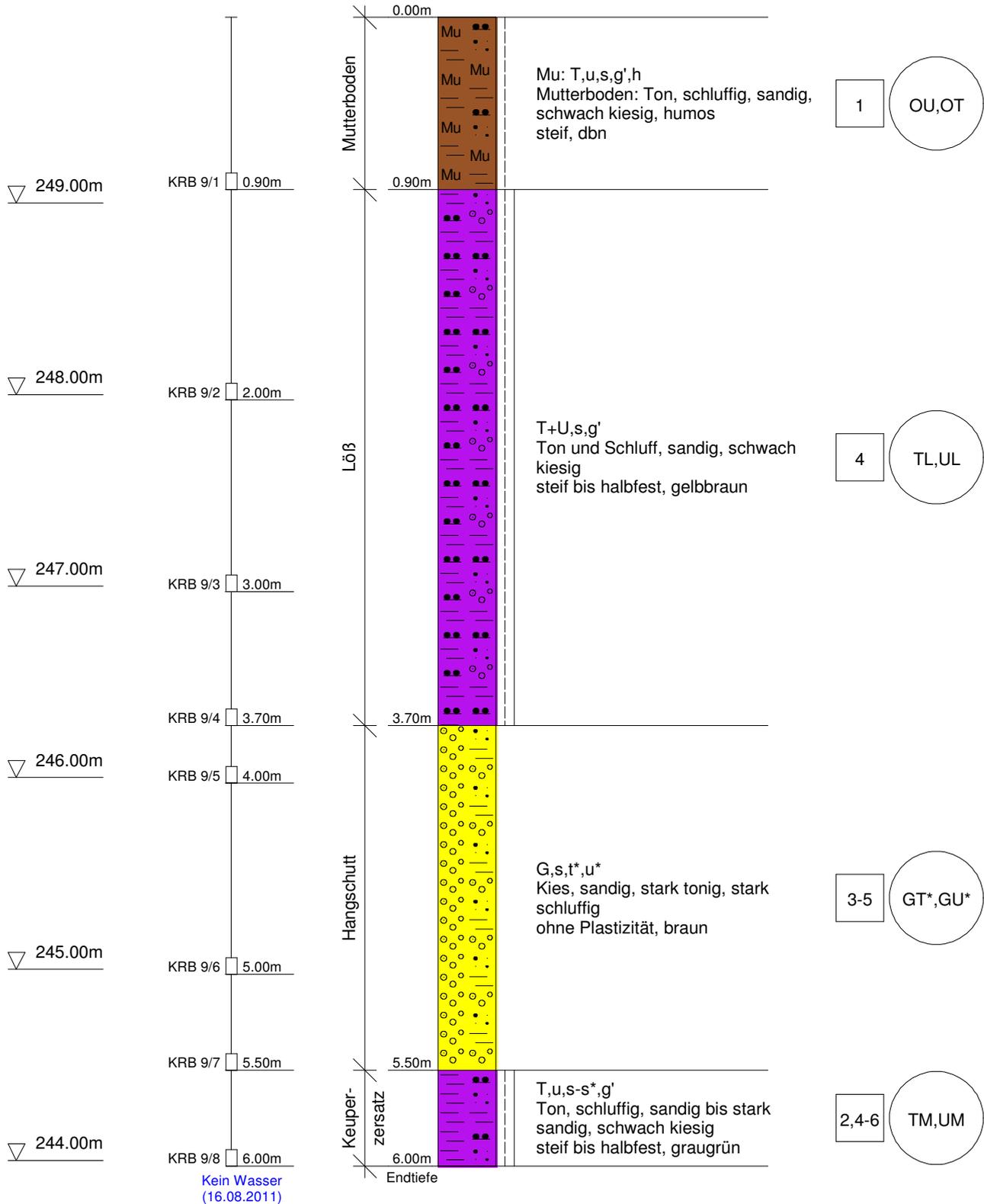
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6		
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe						
f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.80	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos									KRB 8/
	b) Quartär									
	c) steif		d) leicht bohrbar			e) dbn				
	f) Mutterboden		g) Mutterboden			h) OU, OT	i) o/+			
3.00 Endtiefe	a) Ton und Schluff, sandig, schwach kiesig				kein Wasser 16.08.2011	KRB 8/ KRB 8/	2 3	0.80 -2.00 2.00 -3.00		
	b) Quartär									
	c) steif		d) leicht bis mittel bohrbar						e) gelbbraun	
	f) Löß		g) Löß						h) TL, UL	i) +

# KRB 09

249.97 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006    Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes

Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818

Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.17

Maßst.: 1: 30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

DC

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 09**

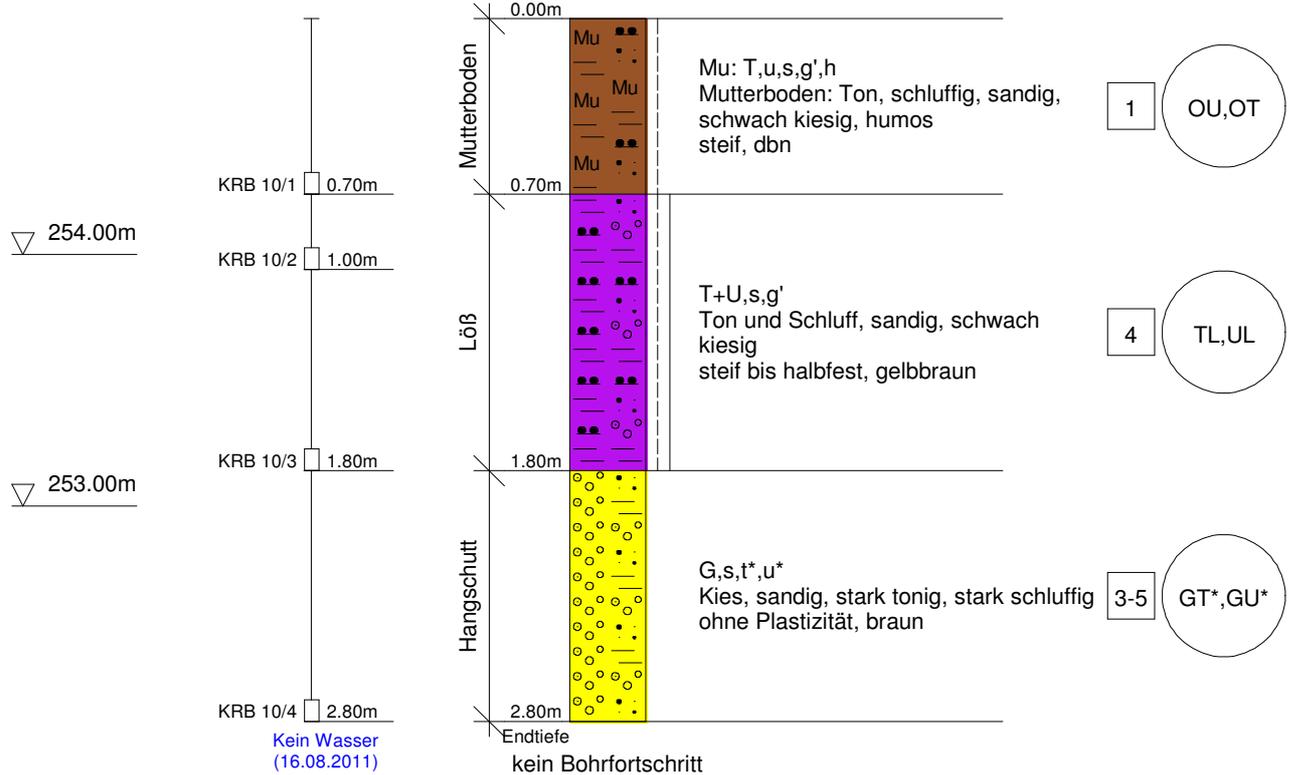
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.90	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos					KRB 9/	1	0.00 -0.90
	b) Quartär							
	c) steif	d) leicht bohrbar	e) dbn					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OU, OT	i) 0/+				
3.70	a) Ton und Schluff, sandig, schwach kiesig					KRB 9/	2 3 4	0.90 -2.00 2.00 -3.00 3.00 -3.70
	b) Quartär							
	c) steif bis halbfest	d) leicht bis mittel bohrbar	e) gelbbraun					
	f) Löß	g) Löß	h) TL, UL	i) +				
5.50	a) Kies, sandig, stark tonig, stark schluffig					KRB 9/	5 6 7	3.70 -4.00 4.00 -5.00 5.00 -5.50
	b) Quartär							
	c) ohne Plastizität	d) mittel bohrbar	e) braun					
	f) Hangschutt	g) Hangschutt	h) GT*, GU*	i) +				
6.00  Endtiefe	a) Ton, schluffig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig				kein Wasser 16.08.2011	KRB 9/	8	5.50 -6.00
	b) Mittlerer Keuper							
	c) steif bis halbfest	d) mittel bohrbar	e) graugrün					
	f) Keuperzersatz	g) Keuperzersatz	h) TM, UM	i) 0/+				

# KRB 10

254.94 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006    Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes

Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818

Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.19

Maßst.: 1: 30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

DC

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 10**

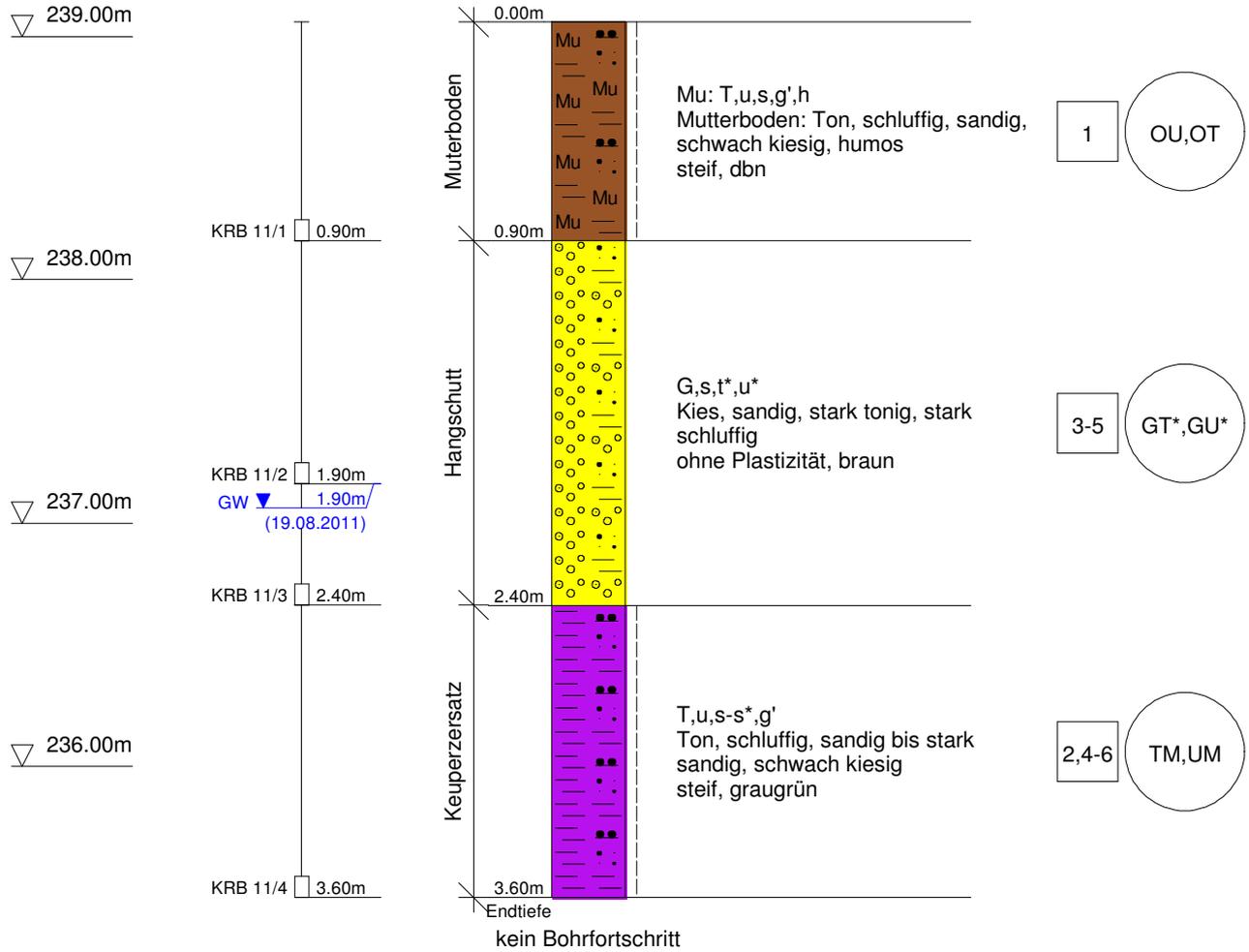
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.70	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos					KRB 10/	1	0.00
	b) Quartär							-0.70
	c) steif	d) leicht bohrbar	e) dbn					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OU, OT	i) o/+				
1.80	a) Ton und Schluff, sandig, schwach kiesig					KRB 10/  KRB 10/	2  3	0.70
	b) Quartär							-1.00
	c) steif bis halbfest	d) leicht bis mittel bohrbar	e) gelbbraun					1.00
	f) Löß	g) Löß	h) TL, UL	i) +				-1.80
2.80  Endtiefe	a) Kies, sandig, stark tonig, stark schluffig				kein Wasser 16.08.2011	KRB 10/	4	1.80
	b) Quartär							-2.80
	c) ohne Plastizität	d) mittel bohrbar	e) braun					
	f) Hangschutt	g) Hangschutt	h) GT*, GU*	i) +				

# KRB 11

239.06 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006 Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes

Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818

Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.21

Maßst.: 1: 30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

DC

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 11**

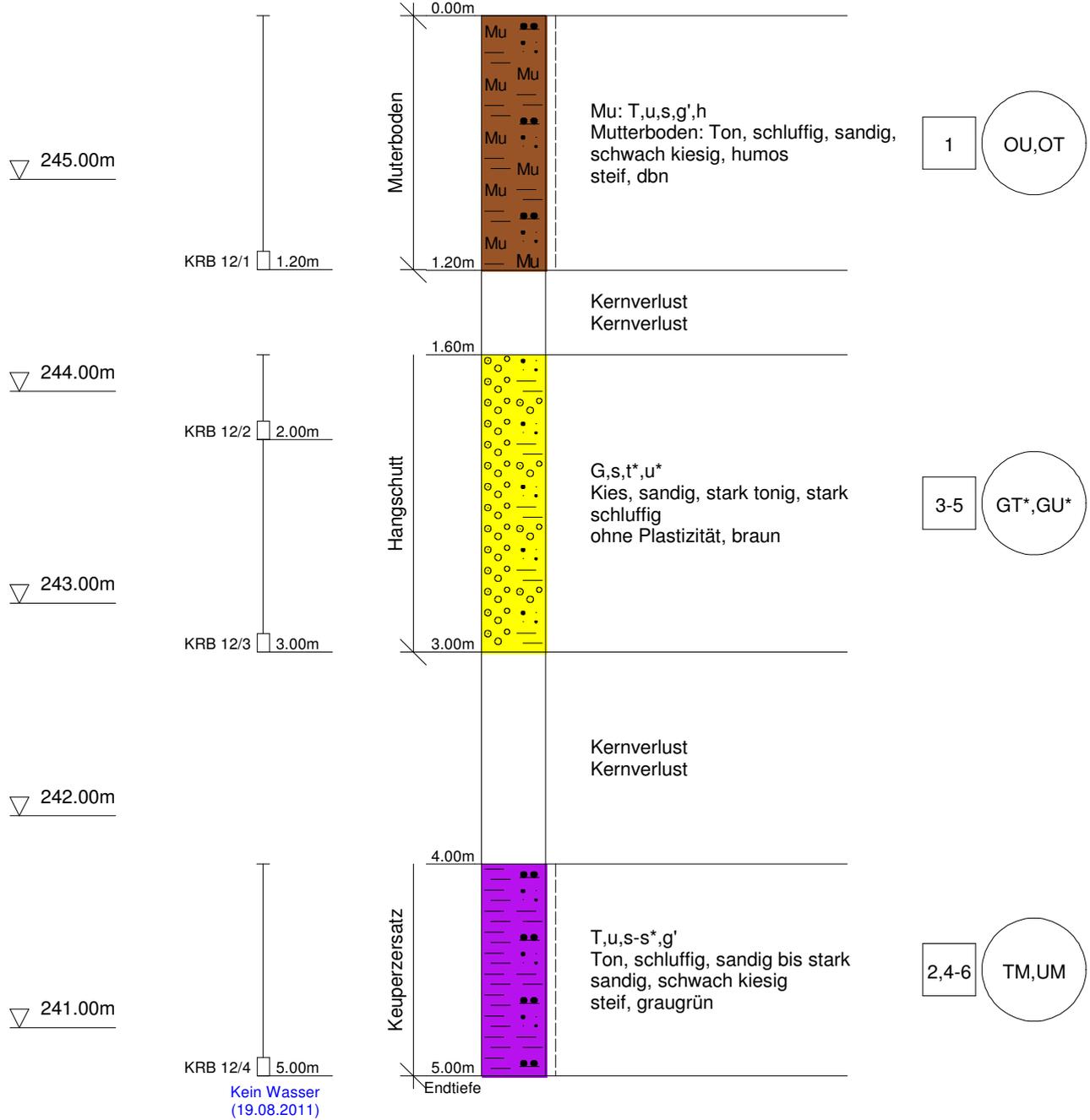
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.90	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos					KRB 11/	1	0.00
	b) Quartär							-0.90
	c) steif	d) leicht bohrbar	e) dbn					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OU, OT	i) o/+				
2.40	a) Kies, sandig, stark tonig, stark schluffig				Ruhewasser 1.90 m u. AP 19.08.2011	KRB 11/  KRB 11/	2  3	0.90
	b) Quartär							-1.90
	c) ohne Plastizität	d) mittel bohrbar	e) braun					1.90
	f) Hangschutt	g) Hangschutt	h) GT*, GU*	i) +				-2.40
3.60  Endtiefe	a) Ton, schluffig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig					KRB 11/	4	2.40
	b) Mittlerer Keuper							-3.60
	c) steif	d) mittel bohrbar	e) graugrün					
	f) Keuperzersatz	g) Keuperzersatz	h) TM, UM	i) o/+				

# KRB 12

245.77 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006    Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
 Schwanseestr. 113 a  
 Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes

Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818

Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.23

Maßst.: 1: 30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 12**

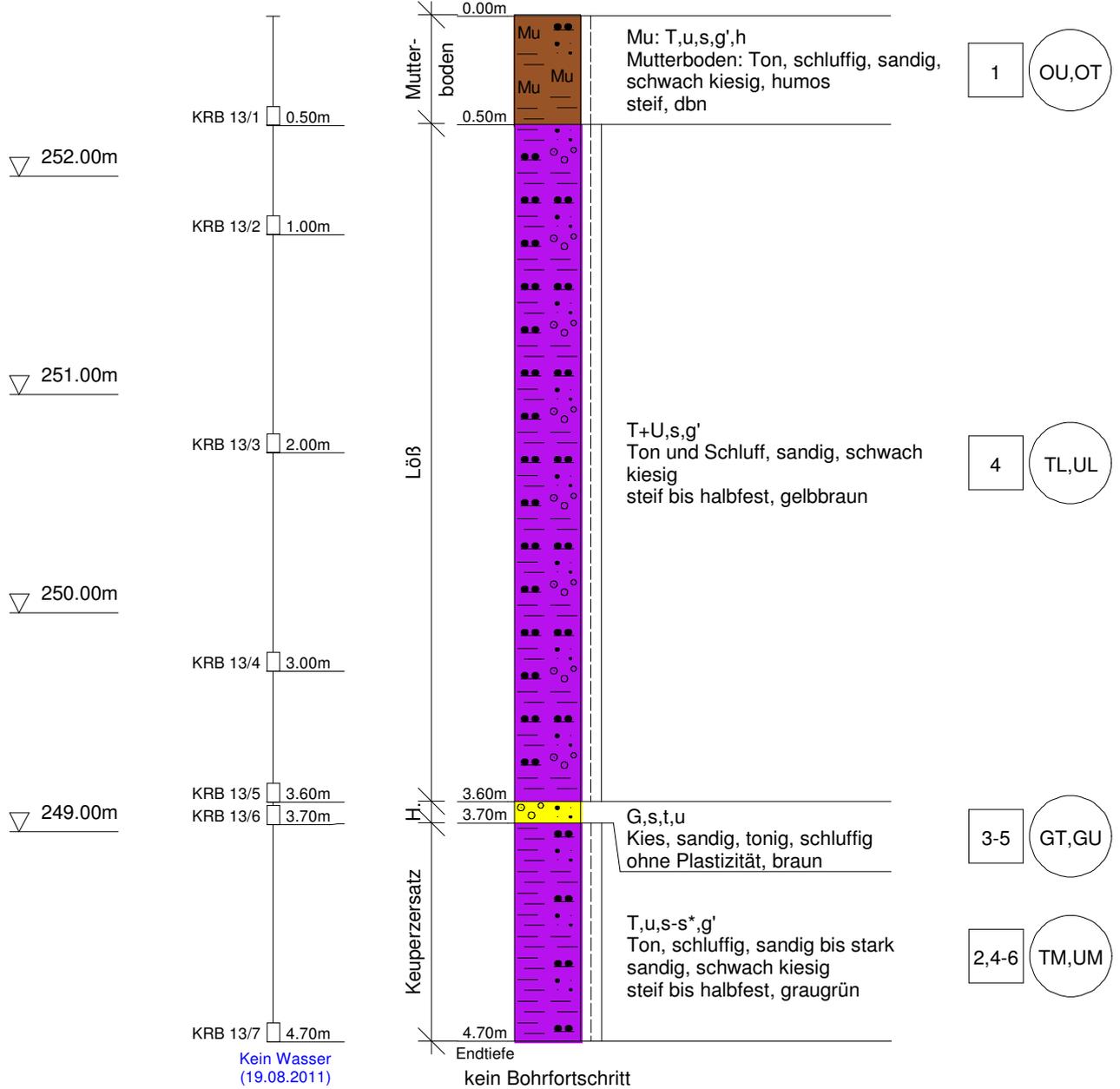
Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1.20	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos					KRB 12/	1	0.00
	b) Quartär							-1.20
	c) steif	d) leicht bohrbar	e) dbn					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OU, OT	i) 0/+				
1.60	a) Kernverlust							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
3.00	a) Kies, sandig, stark tonig, stark schluffig					KRB 12/  KRB 12/	2  3	1.60
	b) Quartär							-2.00
								2.00
	c) ohne Plastizität	d) mittel bohrbar	e) braun					-3.00
f) Hangschutt	g) Hangschutt	h) GT*, GU*	i) +					
4.00	a) Kernverlust							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
5.00 Endtiefe	a) Ton, schluffig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig				kein Wasser 19.08.2011	KRB 12/	4	4.00
	b) Mittlerer Keuper							-5.00
	c) steif	d) mittel bis schwer bohrbar	e) grau-grün					
	f) Keuperzersatz	g) Keuperzersatz	h) TM, UM	i) 0/+				

# KRB 13

252.74 m DHHN 92



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023/2006    Angabe der Bodenklassen im  nach DIN 18300/2006

**BIGUS GmbH**

99423 Weimar  
Schwanseestr. 113 a  
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt : Erweiterung des Gewerbestandortes

Erfurt-Südost

Projekt-Nr. 003818

Zeichnung Bodenprofil

Anlage : 2.25

Maßst.: 1: 30

Datum 09.09.2011

Bearb.: Ge

DC

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Gewerbestandort Erfurt-Südost (Gemarkung Urbich Flur 3)

**Bohrung Nr. KRB 13**

Blatt 1

Datum:  
25.07.2011-  
19.08.2011

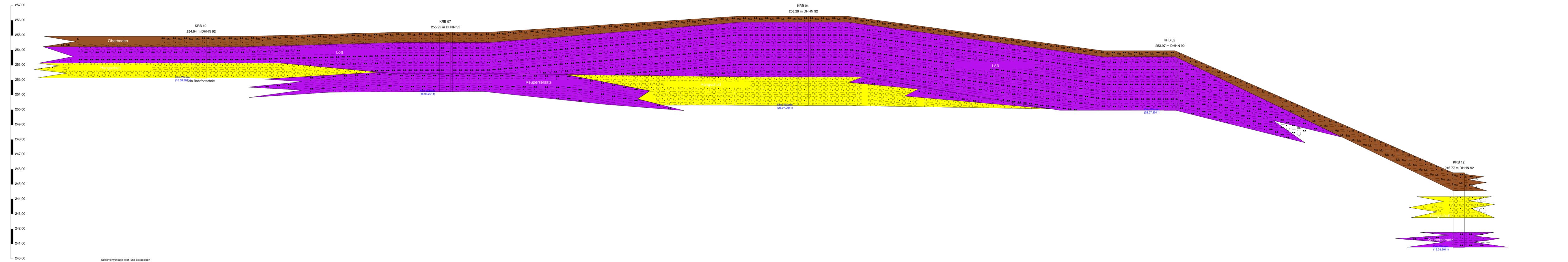
1	2				3	4	5	6		
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe						
f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.50	a) Mutterboden: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, humos									KRB 13/
	b) Quartär					-0.50				
	c) steif		d) leicht bohrbar			e) dbn				
	f) Mutterboden		g) Mutterboden			h) OU, OT	i) 0/+			
3.60	a) Ton und Schluff, sandig, schwach kiesig					KRB 13/	2	0.50		
	b) Quartär							-1.00		
	c) steif bis halbfest		d) leicht bis mittel bohrbar					e) gelbbraun		1.00
	f) Löß		g) Löß					h) TL, UL	i) +	
3.70	a) Kies, sandig, tonig, schluffig					KRB 13/	6	3.60		
	b) Quartär							-3.70		
	c) ohne Plastizität		d) mittel bohrbar					e) braun		
	f) Hangschutt		g) Hangschutt					h) GT, GU	i) +	
4.70 Endtiefe	a) Ton, schluffig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig				kein Wasser 19.08.2011	KRB 13/	7	3.70		
	b) Mittlerer Keuper							-4.70		
	c) steif bis halbfest		d) mittel bis schwer bohrbar					e) graugrün		
	f) Keuperzersatz		g) Keuperzersatz					h) TM, UM	i) 0/+	

# Anlage 3

## Ingenieurgeologische Schnitte

# Erweiterung des Gewerbegebietes Erfurt - Südost

Schnitt von einer West - Ost - Achse



Schichtenverläufe inter- und extrapoliert

## Legende

G = Kies	Mu = Mutterboden	s = sandig	U = Schluff
g = kieslig			u = schluffig
T = Ton			
t = tonig			

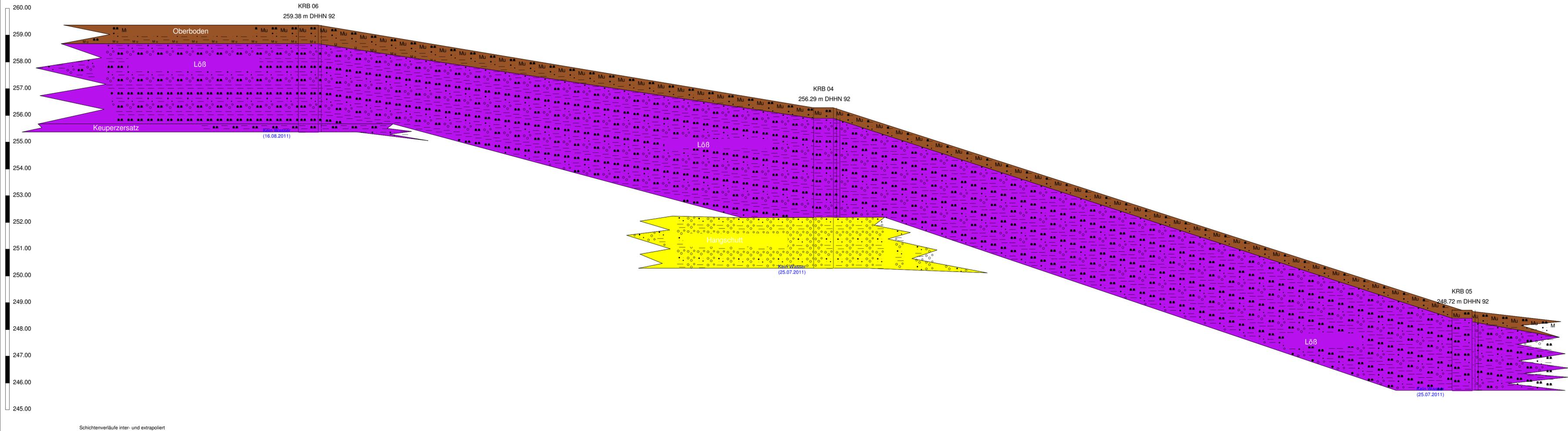
Proben	Wasserstände	Beschaffenheit nach DIN 4023
Ungestörte Probe	GW  Grundwasser angebohrt	naß
Gestörte Probe	GW  Änderung des WSP	breiig
Kernprobe	GW  Ruhewasserstand	weich
Wasserprobe	SW  Sickerwasser	steif
		habfest
		fest
		klüftig

BIGUS GmbH  
 Schwanseestr. 113a  
 99425 Weimar  
 Tel. 03643-490600 / Fax. 03643 - 4906010  
 Bauherr : LEG Thüringen  
 Bauort : Gemarkung Urbich Flur 3  
 Bauvorhaben : Erweiterung des Gewerbebestandes Erfurt-Südost  
 Projekt.-Nr.: 003818

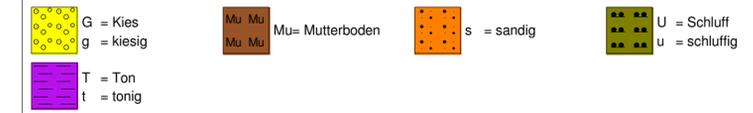
Datum : 14.09.2011	Anlage
Bearbeiter : Brueckner	3.1
gezeichnet : Brueckner	
Maßstab : Tiefen.:1:75 Quer.:1:750	

# Erweiterung des Gewerbestandortes Erfurt - Südost

Schnitt von einer Nord - Süd - Achse



## Legende



Proben	Wasserstände	Beschaffenheit nach DIN 4023
■ — Ungestörte Probe	GW ▽ — Grundwasser angebohrt	⋄ — naß
□ — Gestörte Probe	GW ▽ — Änderung des WSP	⋄ — breiig
⊠ — Kernprobe	GW ▽ — Ruhewasserstand	⋄ — weich
● — Wasserprobe	SW ▽ — Sickerwasser	⋄ — steif
		⋄ — halbleist
		⋄ — fest
		⋄ — klüftig

BIGUS GmbH Schwanseestr. 113a 99425 Weimar Tel. 03643-490600 / Fax. 03643 - 4906010	
Bauherr :	LEG Thüringen
Bauort :	Gemarkung Urbich Flur 3
Bauvorhaben :	Erweiterung des Gewerbestandortes Erfurt-Südost
Projekt.-Nr.:	003818
Datum :	14.09.2011
Bearbeiter :	Brueckner
gezeichnet :	Brueckner
Maßstab :	Tiefen.:1:75 Quer.:1:750

Anlage  
3.2

# Anlage 4

## Ergebnisse der bodenmechanischen Feld- und Laborversuche

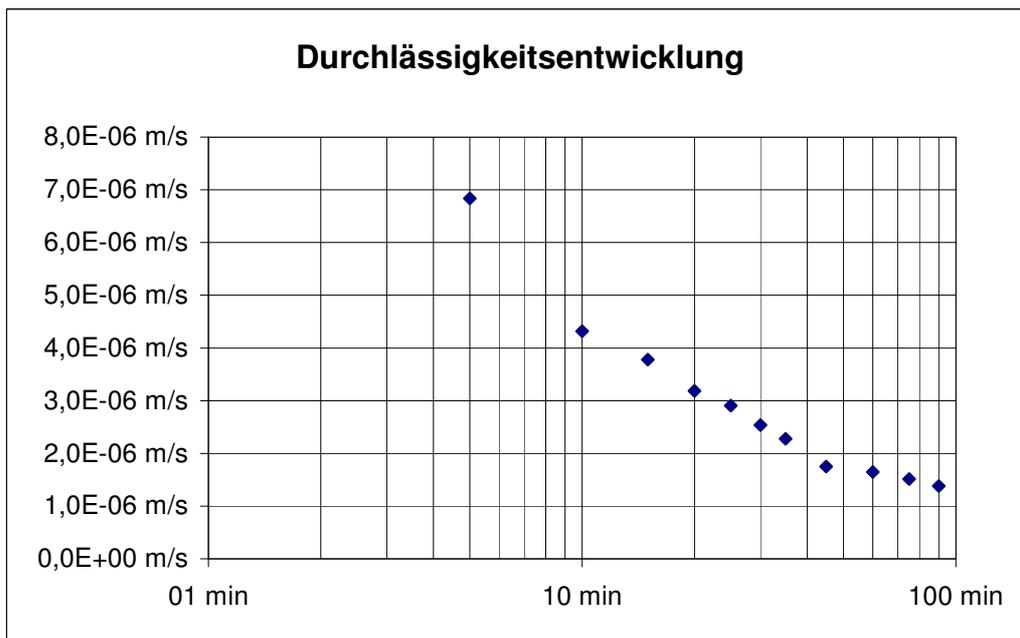
Versickerungsversuch Schnitter

Bauvorhaben: Erweiterung Gewerbegebiet Erfurt Süd-Ost      Bemerkungen:  
 Erkundungsstelle: KRB 10  
 Untergrund: Löß

Datum: 25.07.2011  
 Witterung: sonnig  
 Temperatur /  $\alpha$ : 20,0°  
 0,77

Beschreibung Versickerungsgrube:  
 Kreis nach Schnitter  
 Durchmesser 20 cm  
 Tiefe 60 cm  
 Faktor: 0,018

Nr.	Zeit	Intervalldauer	Wassermenge	Durchlässigkeit
1	00 min			
2	05 min	05 min	3,58 dm <sup>3</sup>	6,8E-06 m/s
3	10 min	05 min	2,26 dm <sup>3</sup>	4,3E-06 m/s
4	15 min	05 min	1,98 dm <sup>3</sup>	3,8E-06 m/s
5	20 min	05 min	1,67 dm <sup>3</sup>	3,2E-06 m/s
6	25 min	05 min	1,52 dm <sup>3</sup>	2,9E-06 m/s
7	30 min	05 min	1,33 dm <sup>3</sup>	2,5E-06 m/s
8	35 min	05 min	1,19 dm <sup>3</sup>	2,3E-06 m/s
9	45 min	10 min	1,83 dm <sup>3</sup>	1,7E-06 m/s
10	60 min	15 min	2,58 dm <sup>3</sup>	1,6E-06 m/s
11	75 min	15 min	2,38 dm <sup>3</sup>	1,5E-06 m/s
12	90 min	15 min	2,17 dm <sup>3</sup>	1,4E-06 m/s



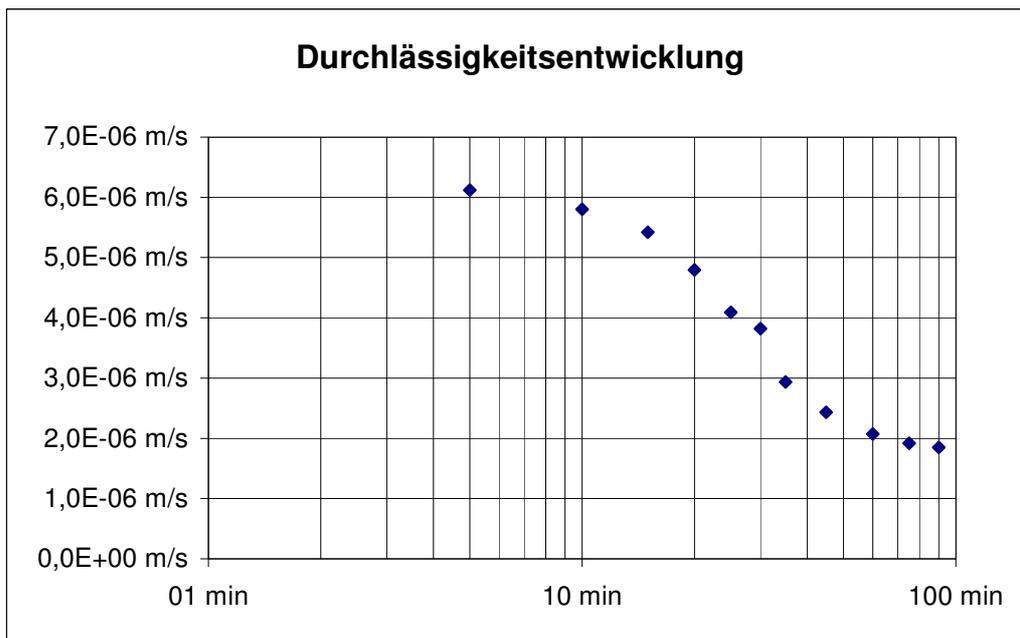
Versickerungsversuch Schnitter

Bauvorhaben: Erweiterung Gewerbegebiet Erfurt Süd-Ost      Bemerkungen:  
 Erkundungsstelle: KRB 08  
 Untergrund: Löß

Datum: 25.07.2011  
 Witterung: sonnig  
 Temperatur /  $\alpha$ : 20,0°  
 0,77

Beschreibung Versickerungsgrube:  
 Kreis nach Schnitter  
 Durchmesser 20 cm  
 Tiefe 60 cm  
 Faktor: 0,018

Nr.	Zeit	Intervalldauer	Wassermenge	Durchlässigkeit
1	00 min			
2	05 min	05 min	3,20 dm <sup>3</sup>	6,1E-06 m/s
3	10 min	05 min	3,04 dm <sup>3</sup>	5,8E-06 m/s
4	15 min	05 min	2,84 dm <sup>3</sup>	5,4E-06 m/s
5	20 min	05 min	2,51 dm <sup>3</sup>	4,8E-06 m/s
6	25 min	05 min	2,14 dm <sup>3</sup>	4,1E-06 m/s
7	30 min	05 min	2,00 dm <sup>3</sup>	3,8E-06 m/s
8	35 min	05 min	1,54 dm <sup>3</sup>	2,9E-06 m/s
9	45 min	10 min	2,55 dm <sup>3</sup>	2,4E-06 m/s
10	60 min	15 min	3,26 dm <sup>3</sup>	2,1E-06 m/s
11	75 min	15 min	3,01 dm <sup>3</sup>	1,9E-06 m/s
12	90 min	15 min	2,90 dm <sup>3</sup>	1,8E-06 m/s



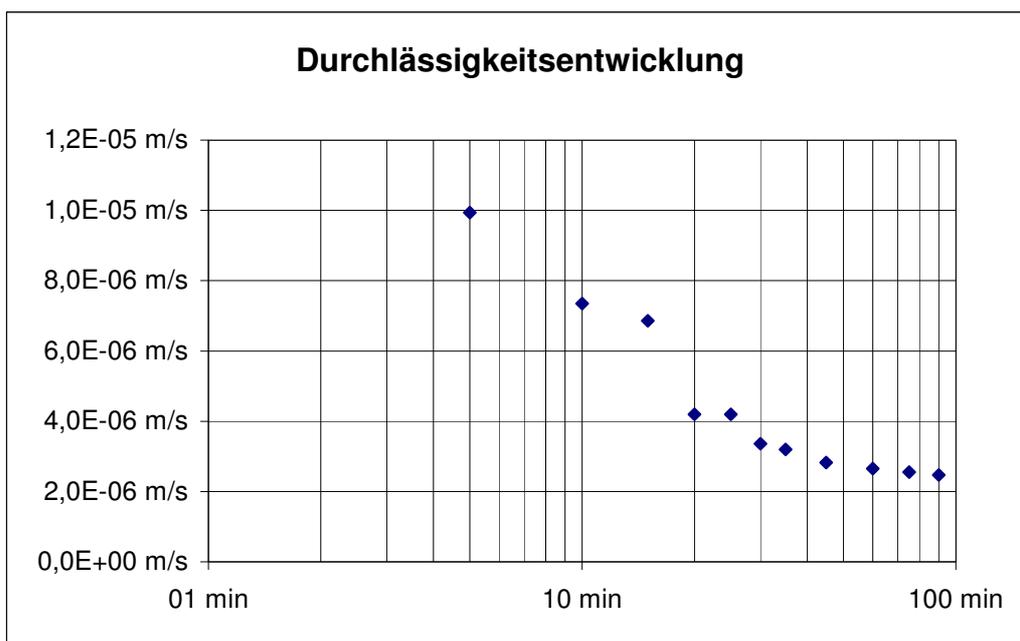
Versickerungsversuch Schnitter

Bauvorhaben: Erweiterung Gewerbegebiet Erfurt Süd-Ost      Bemerkungen:  
 Erkundungsstelle: KRB 05  
 Untergrund: Löß

Datum: 26.07.2011  
 Witterung: sonnig  
 Temperatur /  $\alpha$ : 20,0°  
 0,77

Beschreibung Versickerungsgrube:  
 Kreis nach Schnitter  
 Durchmesser 18 cm  
 Tiefe 60 cm  
 Faktor: 0,018

Nr.	Zeit	Intervaldauer	Wassermenge	Durchlässigkeit
1	00 min			
2	05 min	05 min	4,22 dm <sup>3</sup>	9,9E-06 m/s
3	10 min	05 min	3,12 dm <sup>3</sup>	7,3E-06 m/s
4	15 min	05 min	2,91 dm <sup>3</sup>	6,9E-06 m/s
5	20 min	05 min	1,78 dm <sup>3</sup>	4,2E-06 m/s
6	25 min	05 min	1,78 dm <sup>3</sup>	4,2E-06 m/s
7	30 min	05 min	1,43 dm <sup>3</sup>	3,4E-06 m/s
8	35 min	05 min	1,35 dm <sup>3</sup>	3,2E-06 m/s
9	45 min	10 min	2,39 dm <sup>3</sup>	2,8E-06 m/s
10	60 min	15 min	3,37 dm <sup>3</sup>	2,7E-06 m/s
11	75 min	15 min	3,24 dm <sup>3</sup>	2,6E-06 m/s
12	90 min	15 min	3,15 dm <sup>3</sup>	2,5E-06 m/s



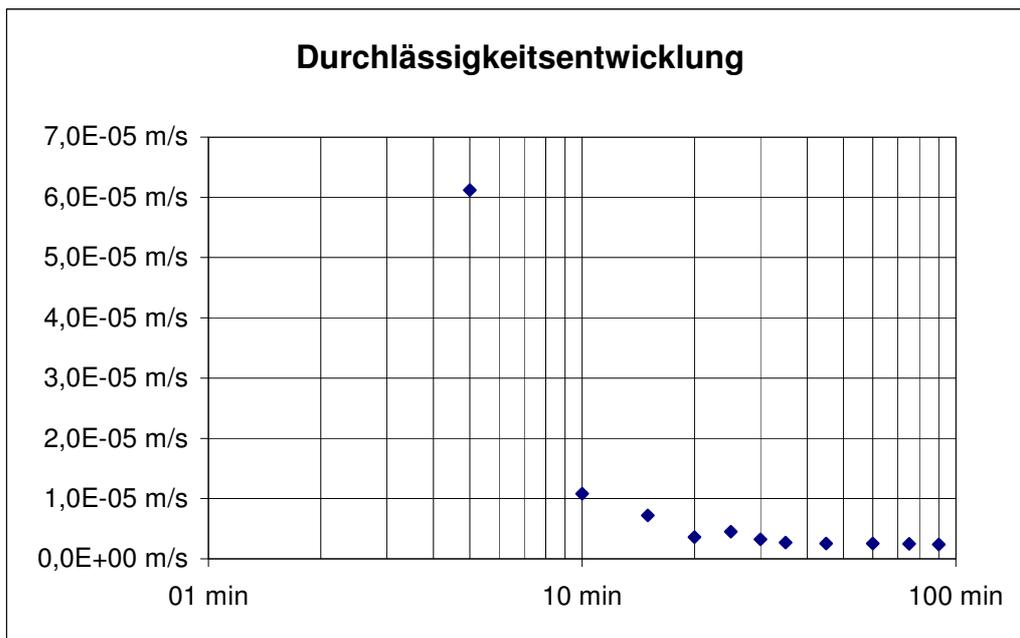
Versickerungsversuch Schnitter

Bauvorhaben: Erweiterung Gewerbegebiet Erfurt Süd-Ost      Bemerkungen:  
 Erkundungsstelle: KRB 04  
 Untergrund: Löß

Datum: 26.07.2011  
 Witterung: sonnig  
 Temperatur /  $\alpha$ : 20,0°  
 0,77

Beschreibung Versickerungsgrube:  
 Kreis nach Schnitter  
 Durchmesser 17 cm  
 Tiefe 60 cm  
 Faktor: 0,018

Nr.	Zeit	Intervalldauer	Wassermenge	Durchlässigkeit
1	00 min			
2	05 min	05 min	23,15 dm <sup>3</sup>	6,1E-05 m/s
3	10 min	05 min	4,09 dm <sup>3</sup>	1,1E-05 m/s
4	15 min	05 min	2,72 dm <sup>3</sup>	7,2E-06 m/s
5	20 min	05 min	1,36 dm <sup>3</sup>	3,6E-06 m/s
6	25 min	05 min	1,70 dm <sup>3</sup>	4,5E-06 m/s
7	30 min	05 min	1,22 dm <sup>3</sup>	3,2E-06 m/s
8	35 min	05 min	1,02 dm <sup>3</sup>	2,7E-06 m/s
9	45 min	10 min	1,92 dm <sup>3</sup>	2,5E-06 m/s
10	60 min	15 min	2,88 dm <sup>3</sup>	2,5E-06 m/s
11	75 min	15 min	2,81 dm <sup>3</sup>	2,5E-06 m/s
12	90 min	15 min	2,72 dm <sup>3</sup>	2,4E-06 m/s



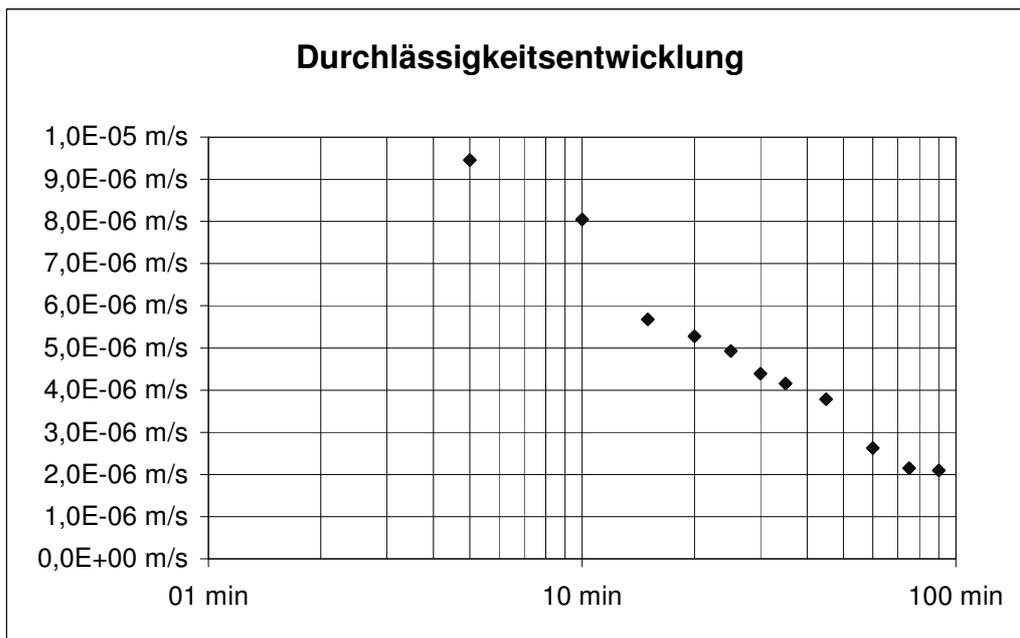
Versickerungsversuch Schnitter

Bauvorhaben: Erweiterung Gewerbegebiet Erfurt Süd-Ost      Bemerkungen:  
 Erkundungsstelle: KRB 01  
 Untergrund: Löß

Datum: 25.07.2011  
 Witterung: sonnig  
 Temperatur /  $\alpha$ : 20,0°  
 0,77

Beschreibung Versickerungsgrube:  
 Kreis nach Schnitter  
 Durchmesser 17 cm  
 Tiefe 60 cm  
 Faktor: 0,018

Nr.	Zeit	Intervalldauer	Wassermenge	Durchlässigkeit
1	00 min			
2	05 min	05 min	3,58 dm <sup>3</sup>	9,5E-06 m/s
3	10 min	05 min	3,04 dm <sup>3</sup>	8,0E-06 m/s
4	15 min	05 min	2,15 dm <sup>3</sup>	5,7E-06 m/s
5	20 min	05 min	2,00 dm <sup>3</sup>	5,3E-06 m/s
6	25 min	05 min	1,86 dm <sup>3</sup>	4,9E-06 m/s
7	30 min	05 min	1,66 dm <sup>3</sup>	4,4E-06 m/s
8	35 min	05 min	1,57 dm <sup>3</sup>	4,2E-06 m/s
9	45 min	10 min	2,86 dm <sup>3</sup>	3,8E-06 m/s
10	60 min	15 min	2,98 dm <sup>3</sup>	2,6E-06 m/s
11	75 min	15 min	2,44 dm <sup>3</sup>	2,2E-06 m/s
12	90 min	15 min	2,38 dm <sup>3</sup>	2,1E-06 m/s

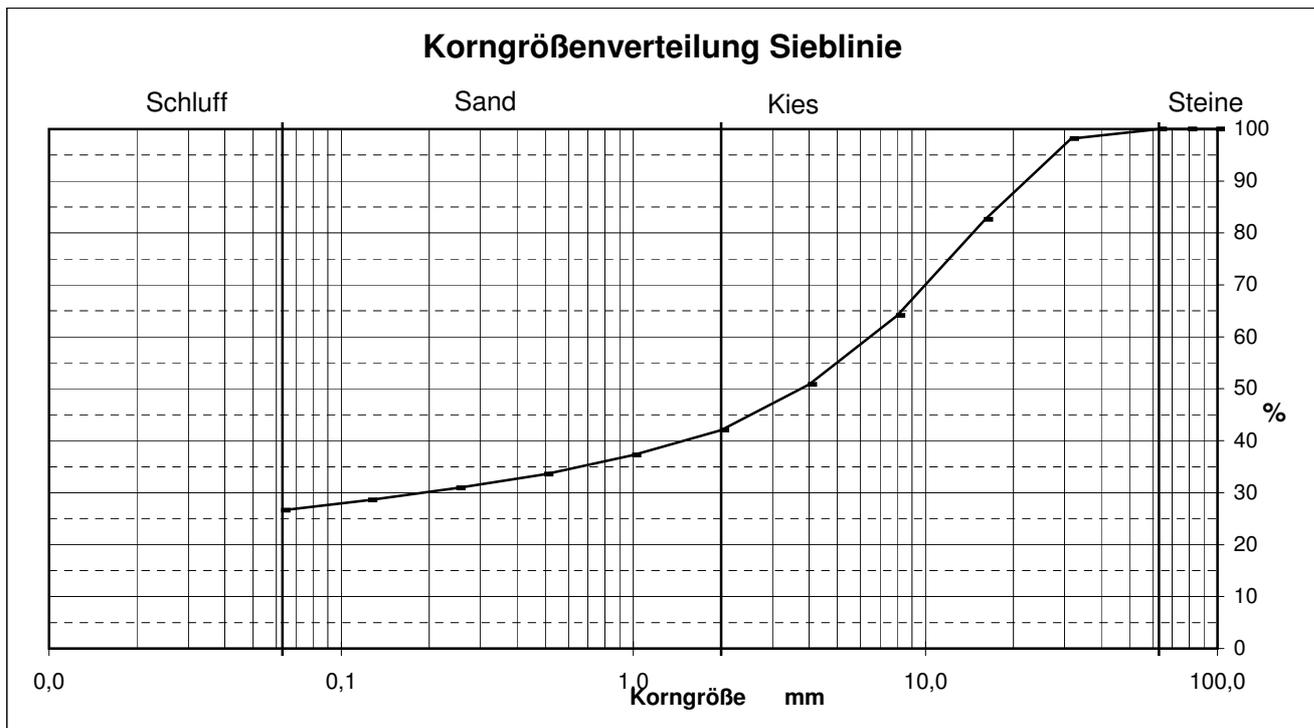


**Bestimmung der Korngrößenverteilung**

nach DIN 18123

<b>Ort :</b> Erfurt Süd-Ost	<b>Siebdurchgang :</b> 3.087,98 g
<b>Objekt :</b> Gewerbestandort	<b>Siebverlust :</b> 3,71 g
<b>Probe :</b> KRB 4/6+9/6+10/4+10/5+12/3	<b>Siebverlust :</b> 0,12 %
<b>Boden :</b> Hangschutt	<b>nat. Wassergehalt :</b> 5,37 %
<b>Datum :</b> 25.08.2011	<b>Größtkorn :</b> 31,5 mm
<b>Tara :</b> 513,31 g	<b>Schlammkorn &lt;0,063 mm :</b> 26,62 %
<b>Einwaage (m<sub>f</sub>+Tara) :</b> 3.771,0 g	<b>Ungleichförmigkeit U :</b> 35.123,7
<b>Einwaage (m<sub>d</sub>+Tara) :</b> 3.605,0 g	<b>Krümmungszahl C<sub>c</sub> :</b> 30,4
<b>Einwaage m<sub>d</sub> :</b> 3.091,7 g	<b>k-Wert (Hazen) :</b> unzulässig m/s

Korngröße	Siebrückstand	Durchgang	Rückstand	Σ Rückstand	Siebdurchgang
200,00 mm	0,00 g	3.087,98 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
150,00 mm	0,00 g	3.087,98 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
100,00 mm	0,00 g	3.087,98 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
80,00 mm	0,00 g	3.087,98 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
63,00 mm	0,00 g	3.087,98 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
31,50 mm	57,03 g	3.030,95 g	1,85 %	1,85 %	98,15 %
16,00 mm	479,75 g	2.551,20 g	15,54 %	17,38 %	82,62 %
8,00 mm	570,83 g	1.980,37 g	18,49 %	35,87 %	64,13 %
4,00 mm	410,54 g	1.569,83 g	13,29 %	49,16 %	50,84 %
2,00 mm	270,76 g	1.299,07 g	8,77 %	57,93 %	42,07 %
1,00 mm	149,66 g	1.149,41 g	4,85 %	62,78 %	37,22 %
0,50 mm	113,93 g	1.035,48 g	3,69 %	66,47 %	33,53 %
0,25 mm	79,93 g	955,55 g	2,59 %	69,06 %	30,94 %
0,125 mm	73,15 g	882,40 g	2,37 %	71,42 %	28,58 %
0,063 mm	60,25 g	822,15 g	1,95 %	73,38 %	26,62 %
<0,063 mm	822,15 g	0,00 g	26,62 %	100,00 %	0,00 %



**Bestimmung der Korngrößenverteilung**

nach DIN 18123

<b>Ort :</b>	<b>Erfurt Süd-Ost</b>	<b>Siebdurchgang</b>	1.209,65 g
<b>Objekt :</b>	<b>Gewerbstandort</b>	<b>Siebverlust</b>	0,60 g
<b>Probe :</b>	<b>KRB 5/3+6/2+6/3+7/3+8/3</b>	<b>Siebverlust</b>	0,05 %
<b>Boden :</b>	<b>Löß</b>	<b>Wassergehalt</b>	21,09 %
<b>Datum :</b>	<b>25.08.2011</b>	<b>Größtkorn :</b>	8,0 mm
<b>Tara</b>	: 513,61 g	<b>Ungleichförmigkeit U :</b>	21
<b>Einwaage (m<sub>f</sub>+Tara)</b>	: 1.979,1 g	<b>Krümmungszahl C<sub>C</sub> :</b>	3,45
<b>Einwaage (m<sub>d</sub>+Tara)</b>	: 1.723,9 g	<b>k-Wert (Hazen) :</b>	unzulässig
<b>Einwaage</b>	1.210,25 g		

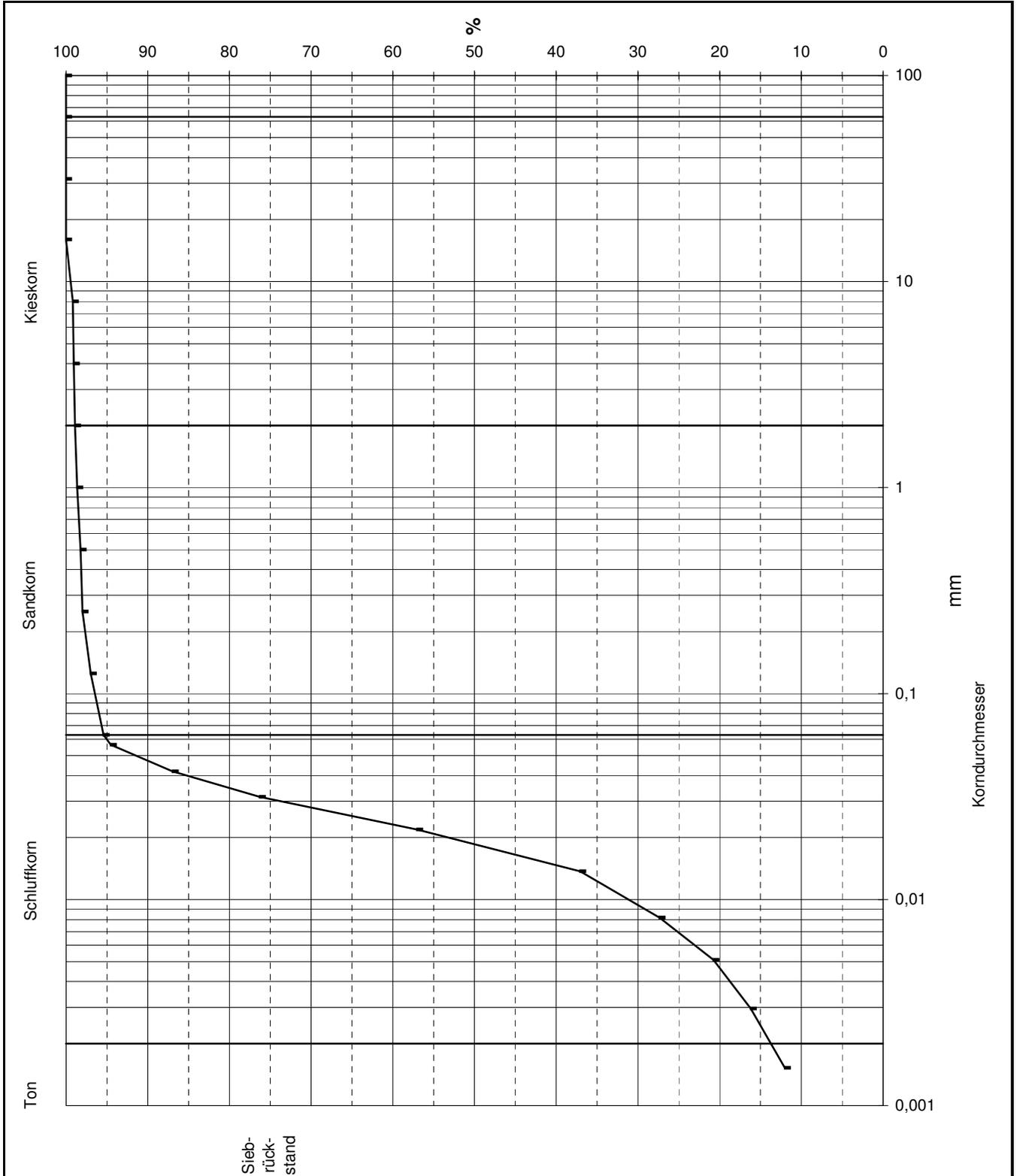
Korngröße	Siebrückstand	Durchgang	Rückstand	Σ Rückstand	Siebdurchgang
63,00 mm	0,00 g	1.209,65 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
31,50 mm	0,00 g	1.209,65 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
16,00 mm	0,00 g	1.209,65 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
8,00 mm	10,20 g	1.199,45 g	0,84 %	0,84 %	99,16 %
4,00 mm	1,40 g	1.198,05 g	0,12 %	0,96 %	99,04 %
2,00 mm	1,50 g	1.196,55 g	0,12 %	1,08 %	98,92 %
1,00 mm	3,40 g	1.193,15 g	0,28 %	1,36 %	98,64 %
0,50 mm	5,00 g	1.188,15 g	0,41 %	1,78 %	98,22 %
0,25 mm	2,80 g	1.185,35 g	0,23 %	2,01 %	97,99 %
0,125 mm	12,35 g	1.173,00 g	1,02 %	3,03 %	96,97 %
0,063 mm	18,80 g	1.154,20 g	1,55 %	4,58 %	95,42 %
0,063 mm	1.154,20 g	0,00 g	95,42 %	100,00 %	0,00 %
0,056 mm	29,65 g	1.143,35 g	2,45 %	5,48 %	94,52 %
0,042 mm	0,05 g	1.143,31 g	7,57 %	13,05 %	86,95 %
0,031 mm	0,06 g	1.143,24 g	10,66 %	23,71 %	76,29 %
0,022 mm	0,12 g	1.143,13 g	19,26 %	42,97 %	57,03 %
0,014 mm	0,12 g	1.143,01 g	19,95 %	62,93 %	37,07 %
0,0082 mm	0,06 g	1.142,95 g	9,70 %	72,63 %	27,37 %
0,0051 mm	0,04 g	1.142,91 g	6,60 %	79,23 %	20,77 %
0,0030 mm	0,03 g	1.142,88 g	4,56 %	83,79 %	16,21 %
0,0015 mm	0,03 g	1.142,86 g	4,18 %	87,97 %	12,03 %

ρ <sub>s</sub> =	2,68 g/cm <sup>3</sup>	m <sub>&gt;0,4 mm</sub> =	1,87 %
m <sub>d</sub> =	44,25 g	m <sub>&lt;0,063 mm</sub> =	95,42 %
C <sub>m</sub> =	1,0	m <sub>&lt;0,002 mm</sub> =	13,75 %

Zeit [s]	R'	R=R'+C <sub>m</sub>	d	T	C <sub>t</sub>	R+C <sub>t</sub>	a	a tot
30	26,2	27,20	0,056	21,50	0,28	27,5	99,06	94,52
60	24,0	25,00	0,042	21,50	0,28	25,3	91,13	86,95
120	20,9	21,90	0,031	21,50	0,28	22,2	79,95	76,29
300	15,3	16,30	0,022	21,50	0,28	16,6	59,77	57,03
900	9,5	10,50	0,014	21,50	0,28	10,8	38,86	37,07
2.700	6,6	7,60	0,0082	21,90	0,36	8,0	28,69	27,37
7.200	4,6	5,60	0,0051	22,30	0,44	6,0	21,77	20,77
21.600	3,0	4,00	0,0030	23,60	0,71	4,7	16,99	16,21
86.400	2,2	3,20	0,0015	21,60	0,30	3,5	12,61	12,03

**Ort:** Erfurt Süd-Ost  
**Objekt:** Gewerbestandort

**Probe:** KRB 5/3+6/2+6/3+7/3+8/3  
**Boden:** Löß



**Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze**

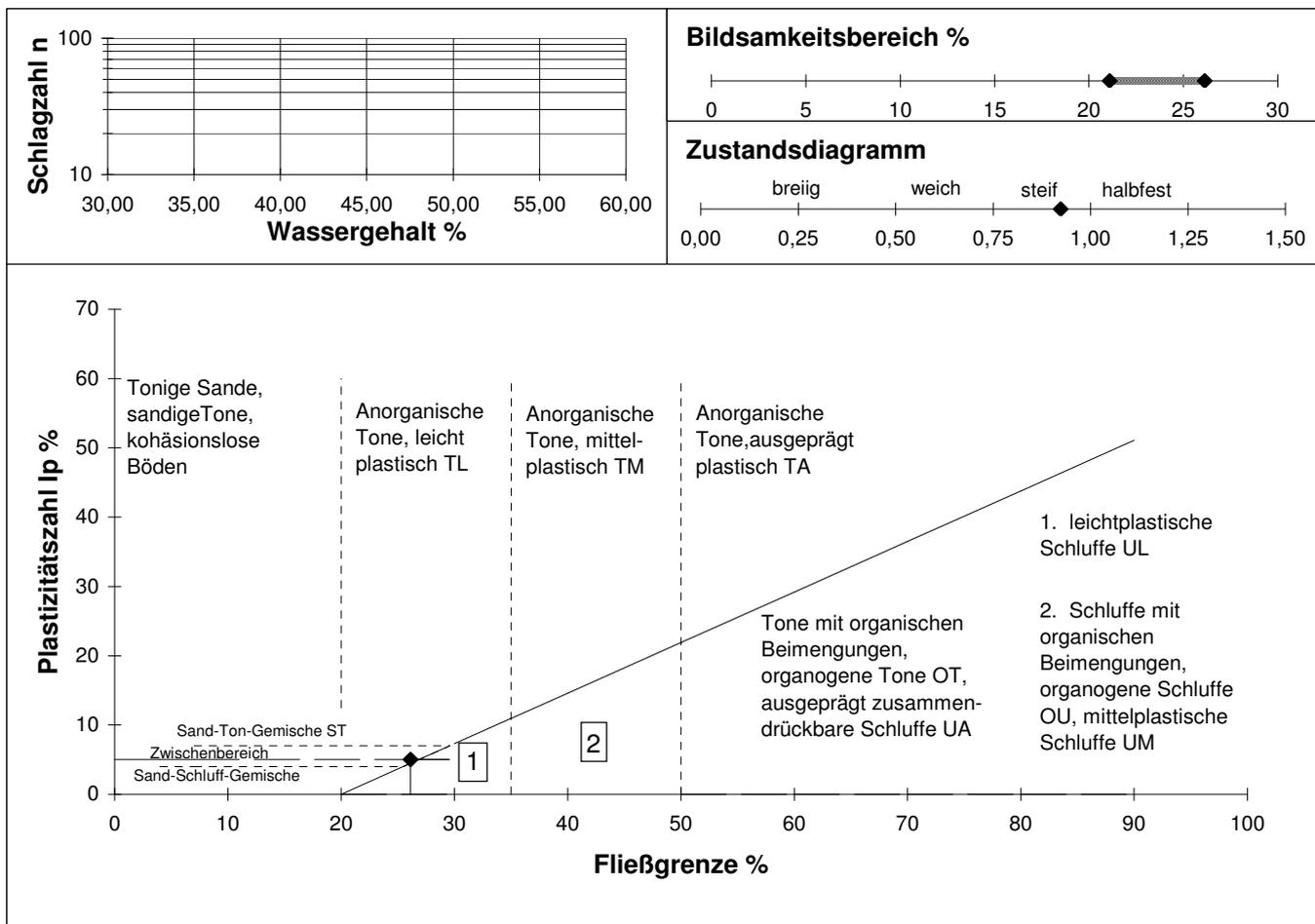
nach DIN 18122 Teil 1

**Ort :** Erfurt Süd-Ost  
**Objekt :** Gewerbestandort  
**Probe :** KRB 5/3+6/2+6/3+7/3+8/3  
**Boden :** Löß  
**Datum :** 25.08.2011

**Größtkorn des Bodens :** 8 mm  
**Größtkorn der U-Probe :** 0,4 mm

1. Fließgrenze						2. Ausrollgrenze			
Behälternummer		1	2	3	4	5	1	2	3
Schlagzahl		39	33	28	22	14			
Tara	g	24,80	25,96	24,34	21,70	12,54	22,18	22,55	23,77
Feuchte Probe + Tara	g	39,06	36,09	37,82	32,46	25,33	30,58	30,19	31,16
Trockene Probe + Tara	g	36,23	34,05	35,07	30,20	22,53	29,12	28,86	29,87
Masse Wasser	g	2,83	2,04	2,75	2,26	2,80	1,46	1,33	1,29
Trockenmasse	g	11,43	8,09	10,73	8,50	9,99	6,94	6,31	6,10
Wassergehalt	%	24,76	25,22	25,63	26,59	28,03	21,04	21,08	21,15

$I_P = 5,04 \%$        $w_{n<0,4} = 21,47 \%$        $w_n = 21,09 \%$   
 $I_C = 0,92$        $w_L = 26,13 \%$        $m_{\ddot{u}} = 1,87 \%$   
 $A = 0,57 \%$        $w_P = 21,09 \%$        $w_{\ddot{u}} \sim 1,00 \%$



**Bestimmung der Korngrößenverteilung**

nach DIN 18123

<b>Ort :</b>	<b>Erfurt Süd-Ost</b>	<b>Siebdurchgang</b>	503,28 g
<b>Objekt :</b>	<b>Gewerbstandort</b>	<b>Siebverlust</b>	0,30 g
<b>Probe :</b>	<b>KRB 1/9+7/6+9/8</b>	<b>Siebverlust</b>	0,06 %
<b>Boden :</b>	<b>Keuperton</b>	<b>Wassergehalt</b>	20,61 %
<b>Datum :</b>	<b>25.08.2011</b>	<b>Größtkorn :</b>	8,0 mm
<b>Tara</b>	:	<b>Ungleichförmigkeit U :</b>	91
<b>Einwaage (m<sub>f</sub>+Tara)</b>	:	<b>Krümmungszahl C<sub>C</sub> :</b>	0,44
<b>Einwaage (m<sub>d</sub>+Tara)</b>	:	<b>k-Wert (Hazen) :</b>	unzulässig
<b>Einwaage</b>	479,64 g		
	1.087,0 g		
	983,2 g		
	503,58 g		

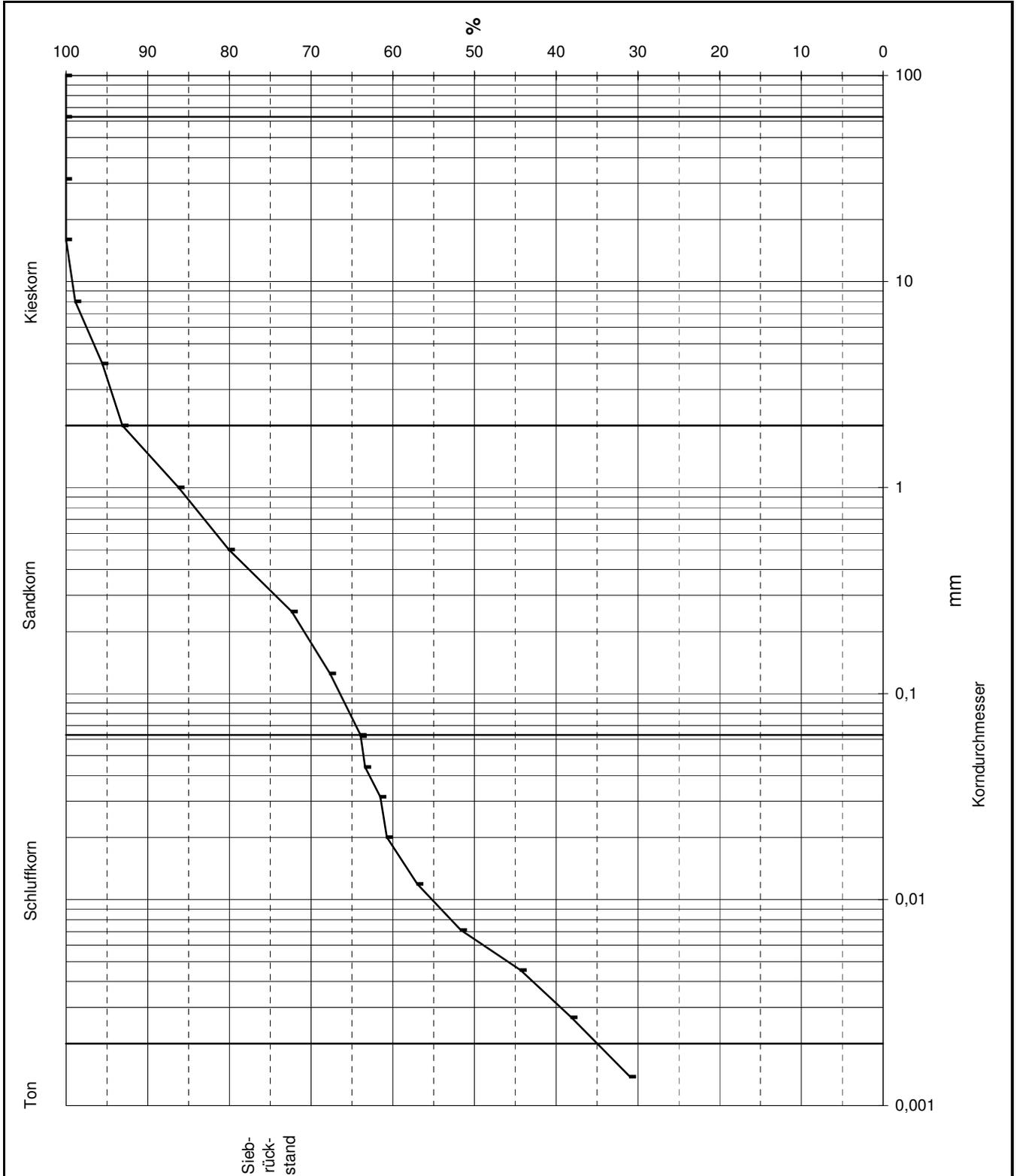
Korngröße	Siebrückstand	Durchgang	Rückstand	Σ Rückstand	Siebdurchgang
63,00 mm	0,00 g	503,28 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
31,50 mm	0,00 g	503,28 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
16,00 mm	0,00 g	503,28 g	0,00 %	0,00 %	100,00 %
8,00 mm	5,64 g	497,64 g	1,12 %	1,12 %	98,88 %
4,00 mm	16,72 g	480,92 g	3,32 %	4,44 %	95,56 %
2,00 mm	12,34 g	468,58 g	2,45 %	6,89 %	93,11 %
1,00 mm	34,61 g	433,97 g	6,88 %	13,77 %	86,23 %
0,50 mm	31,01 g	402,96 g	6,16 %	19,93 %	80,07 %
0,25 mm	38,66 g	364,30 g	7,68 %	27,61 %	72,39 %
0,125 mm	23,63 g	340,67 g	4,70 %	32,31 %	67,69 %
0,063 mm	18,70 g	321,97 g	3,72 %	36,03 %	63,97 %
0,063 mm	321,97 g	0,00 g	63,97 %	100,00 %	0,00 %
0,062 mm	18,84 g	321,83 g	3,74 %	36,05 %	63,95 %
0,044 mm	0,00 g	321,83 g	0,53 %	36,59 %	63,41 %
0,032 mm	0,01 g	321,82 g	1,87 %	38,45 %	61,55 %
0,020 mm	0,00 g	321,82 g	0,80 %	39,25 %	60,75 %
0,012 mm	0,01 g	321,81 g	3,73 %	42,99 %	57,01 %
0,0071 mm	0,02 g	321,79 g	5,33 %	48,32 %	51,68 %
0,0045 mm	0,02 g	321,77 g	7,33 %	55,65 %	44,35 %
0,0027 mm	0,02 g	321,75 g	6,20 %	61,85 %	38,15 %
0,0014 mm	0,02 g	321,73 g	7,16 %	69,01 %	30,99 %

ρ <sub>s</sub> =	2,68 g/cm <sup>3</sup>	m <sub>&gt;0,4 mm</sub> =	23,01 %
m <sub>d</sub> =	38,26 g	m <sub>&lt;0,063 mm</sub> =	63,97 %
C <sub>m</sub> =	1,0	m <sub>&lt;0,002 mm</sub> =	34,99 %

Zeit [s]	R'	R=R'+C <sub>m</sub>	d	T	C <sub>t</sub>	R+C <sub>t</sub>	a	a tot
30	23,1	24,10	0,062	19,30	-0,13	24,0	99,96	63,95
60	22,9	23,90	0,044	19,30	-0,13	23,8	99,12	63,41
120	22,2	23,20	0,032	19,30	-0,13	23,1	96,20	61,55
300	21,9	22,90	0,020	19,30	-0,13	22,8	94,95	60,75
900	20,5	21,50	0,012	19,30	-0,13	21,4	89,11	57,01
2.700	18,5	19,50	0,0071	19,30	-0,13	19,4	80,78	51,68
7.200	15,7	16,70	0,0045	19,60	-0,07	16,6	69,32	44,35
21.600	13,1	14,10	0,0027	21,10	0,20	14,3	59,63	38,15
86.400	10,3	11,30	0,0014	21,70	0,32	11,6	48,44	30,99

**Ort:** Erfurt Süd-Ost  
**Objekt:** Gewerbestandort

**Probe:** KRB 1/9+7/6+9/8  
**Boden:** Keuperton



**Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze**

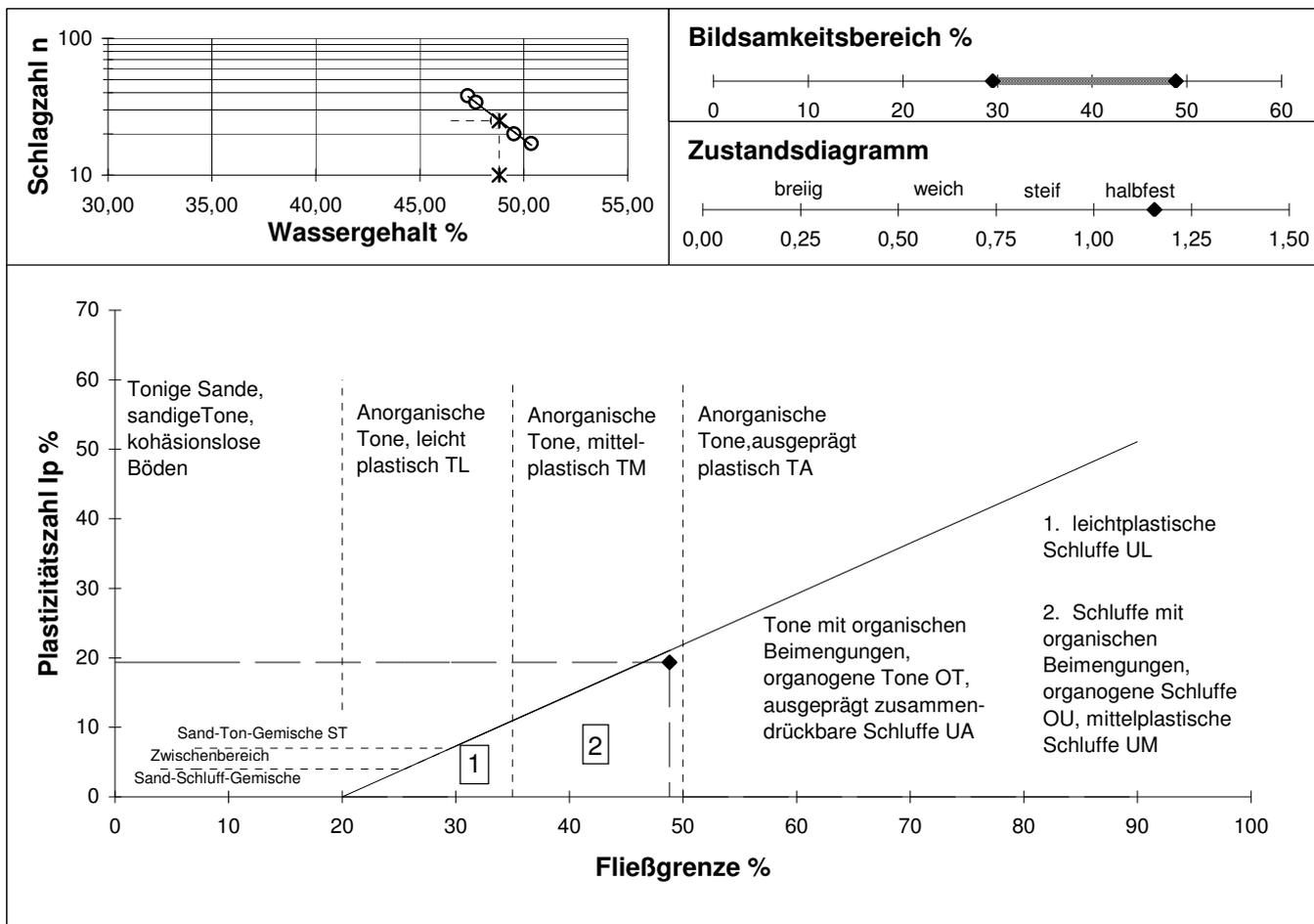
nach DIN 18122 Teil 1

**Ort :** Erfurt Süd-Ost  
**Objekt :** Gewerbestandort  
**Probe :** KRB 1/9+7/6+9/8  
**Boden :** Keuperton  
**Datum :** 25.08.2011

**Größtkorn des Bodens :** 8 mm  
**Größtkorn der U-Probe :** 0,4 mm

1. Fließgrenze						2. Ausrollgrenze			
Behälternummer		1	2	3	4	5	1	2	3
Schlagzahl		38	34	25	20	17			
Tara	g	13,29	12,65	14,21	13,23	12,66	12,10	15,88	17,42
Feuchte Probe + Tara	g	24,25	23,89	25,50	24,49	25,08	17,95	21,54	22,20
Trockene Probe + Tara	g	20,73	20,26	21,80	20,76	20,92	16,61	20,25	21,12
Masse Wasser	g	3,52	3,63	3,70	3,73	4,16	1,34	1,29	1,08
Trockenmasse	g	7,44	7,61	7,59	7,53	8,26	4,51	4,37	3,70
Wassergehalt	%	47,31	47,70	48,75	49,54	50,36	29,71	29,52	29,19

$I_P = 19,35 \%$        $w_{n<0,4} = 26,47 \%$        $w_n = 20,61 \%$   
 $I_C = 1,16$        $w_L = 48,82 \%$        $m_{\ddot{u}} = 23,01 \%$   
 $A = -1,69 \%$        $w_P = 29,47 \%$        $w_{\ddot{u}} \sim 1,00 \%$



# **Anlage 5**

## **Ergebnisse der bauchemischen Wasseruntersuchung**

# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Akkreditierte Prüfstelle für Wasser, Abwasser, Boden, Klärschlamm und Abfall



GAZ-P-94-09-03-04-01

Von der GAZ-  
Begutachtungsstelle  
akkreditiertes Prüflaboratorium

Prüfstelle für Lebensmittel und  
Mikrobiologie



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG • Am Kielforstweg 2 • 99819 Krauthausen OT. Pfersdorf

Tel. 03 69 26 / 71 00 90 Fax 03 69 26 / 71 00 99

E-Mail: postmaster@thuinst.de homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2011-W-4098-1-1

**Auftraggeber:** BIGUS - GmbH, Weimar  
**Projekt:** BV: Erweiterung des Gewerbestandortes Erfurt-Südost  
**Entnahmestelle:** Wasserprobe  
**Probennehmer:** siehe Auftraggeber  
**Probenahmedatum:** 19.09.2011  
**Probeneingangsdatum:** 20.09.2011  
**Analysenbeginn:** 20.09.2011  
**Prüfgegenstand:** Wasser  
**Prüfziel:** Betonaggressivität von Wasser  
**Wasseranalyse** Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030-1 von 2008-06

		XA1	XA2	XA3
<b>Prüfgegenstand:</b>	<b>Prüfgegenstand:</b>			
Aussehen	leicht gelbl. Färbung	-	-	-
Geruch (unveränderte Probe)	faulig	-	-	-
Geruch (angesäuerte Probe)	leicht faulig	-	-	-
pH-Wert	7,33	6,5 bis 5,5	5,5 bis 4,5	4,0 bis 4,5
Härte	18,6 °dH	-	-	-
Hydrogencarbonathärte	18,6 °dH	-	-	-
Nichtcarbonathärte	0,00 °dH	-	-	-
KMn O <sub>4</sub> -Verbrauch	121 mg/l	-	-	-
Magnesium	26,5 mg/l	300 bis 1000	1000 bis 3000	> 3000 bis zur Sättigung
Sulfat	99,5 mg/l	200 bis 600	600 bis 3000	3000 - 6000
Ammonium	62,6 mg/l	15 bis 30	30 bis 60	60 - 100
Chlorid	109 mg/l	-	-	-
CO <sub>2</sub> (kalk.)	15,0 mg/l	15 bis 40	40 bis 100	> 100 bis zur Sättigung

### Beurteilung:

Expositionsklasse XA2

<sup>a</sup> akkreditiertes Prüfverfahren

# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

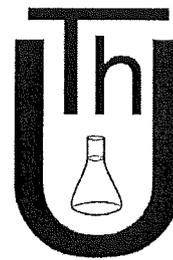
Akkreditierte Prüfstelle für Wasser, Abwasser, Boden, Klärschlamm und Abfall



Akkreditiertes Labor  
GAZ-P-94-09-03-04-01

Von der GAZ-  
Begutachtungsstelle  
akkreditiertes Prüflaboratorium

Prüfstelle für Lebensmittel und  
Mikrobiologie



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG • Am Kielforstweg 2 • 99819 Krauthausen OT. Pfersdorf

Tel. 03 69 26 / 71 00 90 Fax 03 69 26 / 71 00 99

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de) homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2011-W-4098-1-1

Abweichende von den angegebenen Bestimmungsverfahren wurden folgende nicht genormte Bestimmungsmethoden angewendet: Keine

Der Prüfzeitraum entspricht dem Zeitraum zwischen dem Eingangsdatum und dem Befunddatum.  
Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich.

Archivierung: Bericht

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand.

Ohne schriftliche Genehmigung des Thüringer Umweltinstitutes darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

N. Henterich

- Geschäftsführer -