

## Geotechnischer Bericht 1.05

Bauvorhaben:           Regionaltangente West - Los 1  
                              PFA Nord  
                              Neubau EÜ Bundesautobahn BAB A5 km 3,2+83  
                              und Stützbauwerke an Hochspannungsmasten Nr. 1445 und  
                              Nr. 56

Leistungsphase:       Vorplanung

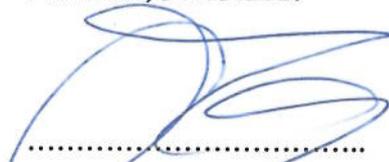
Auftraggeber:           RTW GmbH  
                              Stiftstraße 9-17  
                              60313 Frankfurt am Main

Projektnummer DB E&C: D-F000072

Bearbeiter:             Dipl.-Ing. Ch. Sielisch

Dieser geotechnische Bericht umfasst 39 Seiten und 6 Anlagen und darf auszugsweise nicht veröffentlicht werden.

Frankfurt, 30.09.2017

  
.....  
Dipl.-Geol. Ch. Josenhans

  
.....  
Dipl.-Ing. Ch. Sielisch

<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1	Unterlagen	4
1.2	Vorgang / Aufgabenstellung	5
1.3	Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen	6
1.4	Kampfmittelbelastung	8
<b>2</b>	<b>Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse</b>	<b>8</b>
2.1	Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	8
2.2	Geologische Situation	9
2.3	Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau	10
2.3.1	Oberflächenbefestigung	10
2.3.2	Auffüllungen	10
2.3.3	Quartär - Tone/Schluffe und Kiese/Sande	11
2.3.4	Tertiär - Tone und Sande	11
2.4	Hydrologische Verhältnisse	17
2.5	Wasserschutzgebiete	18
2.6	Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Grundwassers und Bodens	18
2.7	Erdbebenwirkung	19
2.8	Baugrundmodell	19
2.9	Bodenrechenwerte	20
2.10	Rammfähigkeit des Untergrundes	21
2.11	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	22
<b>3</b>	<b>Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen</b>	<b>23</b>
3.1	Allgemeines	23
3.2	Gründung der Eisenbahnüberführung	24
3.2.1	Flachgründung	24
3.2.2	Bohrpfahlgründung	25
3.2.3	Mikropfähle - Kleinverpresspfähle	27
3.3	Stützbauwerke an Hochspannungsmasten Nr. 1445 und Nr. 56	28
3.3.1	Bohrpfahlgründung	28
3.4	Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse	29
3.5	Zusatzbelastung auf Pfähle	29
3.6	Baugrubensicherung	30
3.7	Ausbildung der Hinterfüllung	34
3.8	Verankerung	35

3.9	Wasserhaltung	37
3.10	Bautechnische Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	37
3.11	Einfluss der Baumaßnahme auf angrenzende Bebauung / Gleisanlagen	38
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung / Schlussbemerkungen</b>	<b>38</b>

### Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Abkürzungsverzeichnis	1 Blatt
Anlage 2	Lage- und Aufschlussplan	
Anlage 2.1	Übersichtslageplan	1 Blatt
Anlage 2.2	Lage- und Aufschlussplan	1 Blatt
Anlage 3	Bohrprofile, Sondierdiagramme	
Anlage 3.1	Längsprofile	1 Blatt
Anlage 3.2	Querprofile	3 Blatt
Anlage 4	Bodenmechanische Laborergebnisse	
Anlage 4.1	Zusammenstellung der Laborergebnisse	10 Blatt
Anlage 4.2	Körnungslinien	32 Blatt
Anlage 4.3	Zustandsgrenzen	6 Blatt
Anlage 4.4	Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Grundwassers/ Bodens	14 Blatt
Anlage 4.5	Kompressionsversuche	18 Blatt
Anlage 4.6	Scherversuche	4 Blatt
Anlage 4.7	Einaxiale Druckfestigkeit	bleibt frei
Anlage 4.8	Proctorversuche	2 Blatt
Anlage 4.9	Phicometerversuche	11 Blatt
Anlage 4.10	Pressiometerversuche	4 Blatt
Anlage 5	Fundament-/Pfahldiagramme, Setzungsberechnung	2 Blatt
Anlage 6	Fotodokumentation	18 Blatt

## 1 Einleitung

### 1.1 Unterlagen

Neben den gegenwärtig gültigen Normen und Richtlinien für Erd- und Grundbau standen zur Ausarbeitung dieses Geotechnischen Berichtes folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /U 1/ Ingenieurvertrag über Planungsleistungen für das Projekt Regionaltangente West, Los 1, zwischen RTW Planungsgesellschaft mbH (RTW GmbH) und der Planungsgemeinschaft RTW (PG RTW), Oktober 2009.
- /U 2/ Vorplanung der Planungsgesellschaft RTW, Juni 2011.
- /U 3/ Lagepläne mit Trassierung der Planungsgesellschaft RTW, Maßstab 1:1.000, Juli 2013 und September 2017.
- /U 4/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der ARGE Erkundung RTW, Feb./März und Dez. 2014 und Feb. 2016.
- /U 5/ Laborergebnisse Fa. FEBOLAB, Juni/Juli 2014 und März 2016.
- /U 6/ Ril 836 Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, 3. Aktualisierung, 01.03.2014.
- /U 7/ EA-Pfähle Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 2. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Ausgabe 2012.
- /U 8/ EAB - Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 4. Auflage; Verlag Ernst & Sohn, 2006 bzw. 5. Auflage; Verlag Ernst & Sohn, Ausgabe 2012.
- /U 9/ EAU 2012 Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“, Häfen und Wasserstraßen; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 11. Auflage; Verlag Ernst & Sohn, Ausgabe 2012.
- /U 10/ ZTVE-StB 09 Zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2009.
- /U 11/ Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, Ausgabe 2005.
- /U 12/ Geologische Karte von Hessen, Blatt 5817 Frankfurt a. M. West mit Erläuterungen und Beiblatt, 1:25.000, 3. Auflage, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, 2009.
- /U 13/ Schutzgebietsinformationen gemäß der Hessischen Wasserrahmenrichtlinie des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: <http://wrrl.hessen.de>
- /U 14/ Geoportal Hessen des Hessischen Landesamtes für Bodenmanagement und Geoinformation: <http://www.geoportal.hessen.de/>
- /U 15/ GFZ Potsdam: [http://www.gfz-potsdam.de/DIN4149\\_Erdbebenzonenabfrage](http://www.gfz-potsdam.de/DIN4149_Erdbebenzonenabfrage)
- /U 16/ Programm „GGU-Footing“, Berechnung von Fundamenten nach DIN 4017, DIN 4019, DIN 1054 und EC 7, Version 8.14, 23.02.2015, Copyright + Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.
- /U 17/ Programm „GGU-AXPILE“, Berechnungen von Pfählen nach DIN 4014, DIN 1054, EA-Pfähle und nach Franke, Version 6.09, 29.04.2014, Copyright + Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.

- /U 18/ Programm „GGU-SETTLE“, Berechnungen von Fundamentsetzungen nach DIN 4019 für Rechteck- und Dreiecksfundamente, Version 4.00, 30.08.2014, Copyright + Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.
- /U 19/ Grundbau-Taschenbuch, Teil 1-3, 7. Auflage, Karl Josef Witt, Verlag Ernst&Sohn, 2009.

## 1.2 Vorgang / Aufgabenstellung

Im Rahmen des Projektes „Regionaltangente West“ sind umfangreiche Baumaßnahmen zur Errichtung einer neuen S-Bahn-Strecke zwischen Bad Homburg und Neu-Isenburg bzw. Dreieich-Buchsschlag vorgesehen. Diese Maßnahmen umfassen den Neubau von Verkehrsanlagen außerhalb der DB AG bzw. den Neubau/ die Anpassung von Bestandsstrecken der DB AG.

In dem zu untersuchenden Streckenabschnitt in Praunheim ist gemäß Vorplanung /U 2/ der Neubau einer Eisenbahnüberführung über die 6-streifige Bundesautobahn A 5 vorgesehen. Der 2-feldrige Überbau ist mit Stützweiten von ca. 42,5 m und ca. 35,5 m als Stahlverbundbrücke geplant. Der Mittelpfeiler wird im Mittelstreifen errichtet. Die Widerlager werden so von der BAB zurückgesetzt, dass der geplante 8-streifige Ausbau der Autobahn möglich ist. Im westlichen Widerlager wird ein separater Wirtschaftsweg als Rahmenbauwerk integriert. Im weiteren Verlauf der Dammschüttungen auf beiden Seiten der Brücke ergibt sich die Notwendigkeit der Sicherung von Hochspannungsmasten mit Hilfe der Errichtung von Stützbauwerken

Dieser geotechnische Bericht bezieht sich auf folgende Teilobjekte:

- Neubau der EÜ BAB A5, km 3,2+83
- Neubau von zwei Stützbauwerken an den Hochspannungsmasten Nr. 1445 und Nr. 56

Die Planungsgemeinschaft RTW wurde mit der geotechnischen Untersuchung der Teilobjekte beauftragt. Ziel ist die Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse und die Erstellung eines geotechnischen Berichtes mit Bewertung des Baugrundes im Hinblick auf die Gründung.

Die Anzahl der Aufschlüsse wurde in Anlehnung an die Empfehlungen der DIN EN 1997 unter Einbeziehung der örtlichen Verhältnisse, der Bestandsunterlagen, der Erfahrungen und der Vorplanung Stand 2011 festgelegt.

Ergeben sich im Rahmen der Entwurfsplanung und den ausstehenden Abstimmungen mit der DB Netz AG Umplanungen sind ggf. Nacherkundungen erforderlich.

Umweltanalytische Untersuchungen der erkundeten Böden waren ebenfalls Bestandteil unserer Beauftragung. Die Ergebnisse hierzu sind in einem gesonderten abfalltechnischen Bericht und dem BoVEK zusammengefasst.

Hinweis:

*In diesem Geotechnischen Bericht erfolgt die Zuordnung der Bodenklassen nach DIN 18300 Erdarbeiten, DIN 18301 Bohrarbeiten und DIN 18304 Ramm-/Rüttel-/Pressarbeiten, da aus gutachterlicher Sicht für die erforderlichen Bautätigkeiten derzeit keine speziellen weiteren Tiefbauverfahren im Sinne der VOB-Normen relevant werden.*

*Eine explizite Beschreibung / Zuordnung der Böden nach dem neuen Konzept der Homogenbereiche im Sinne der VOB-Normen erfolgt in Abstimmung mit dem AG in den Leistungsphasen 3 und 4 noch nicht.*

*Allerdings wurden und werden in allen unseren geotechnischen Berichten die Böden auf Basis der Körnungslinien, Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen sowie weiterer Kennwerte in von / bis Bereichen zusammengefasst, zugeordnet und kategorisiert. Die ausgewiesenen Bodenkennwertspannen (ähnliche Analogie bei zukünftigen Homogenbereichen) ergeben sich aus durchgeführten Laborversuchen und teilweise Erfahrungswerten. Diese Kennwerte werden grundsätzlich im Gliederungspunkt „Baugrundverhältnisse – Schichtenaufbau und Kennwerte“ tabellarisch aufgeführt.*

*Auf dieser Basis können bei Kenntnis über die geplanten Bauverfahren in einer 2. Phase die genauen Homogenbereiche in einem zusätzlichen Leistungspaket tabellarisch abgeleitet werden.*

### **1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen**

Die Bohransatzpunkte wurden auf Streckenbegängen im Oktober 2013 und Januar 2016 von der Bohrüberwachung der PG RTW und der ARGE Erkundung RTW gemeinsam festgelegt. Die jeweiligen Bohransatzpunkte wurden in Abhängigkeit des Geländes, der Geräte und der vorhandenen Kabel- und Leitungssituation ausgepflockt.

Die Aufschlussarbeiten für die freigegebenen Grundstücke erfolgten im Zeitraum vom 06.02. bis 19.03.2014 und auf der Autobahn vom 05.-07.12.2014 durch die ARGE. Aufgrund der fehlenden Genehmigungen zum Befahren der landwirtschaftlichen Flächen konnte hier erst vom 26.01.-03.02.2016 gebohrt werden.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse und Entnahme von gestörten und ungestörten Bodenproben wurden Kernbohrungen (BK), Kleinrammbohrungen (RKS) und schwere Rammsondierungen (DPH) ausgeführt. Die geplanten Tiefen waren mit 10-30 m vorgesehen.

Die geplanten Drucksondierungen (CPT), zur Ermittlung des Spitzenwiderstandes und der lokalen Mantelreibung wurden in Abstimmung mit dem AG, aufgrund der häufigen Sondierabbrüche (Hindernisse im Boden, wie Steine, dichte/ sehr dichte Lagerung, etc.) eingestellt und stattdessen Bohrlochrammsondierungen (BDP, alt SPT) zur Ermittlung der Lagerungsverhältnisse ausgeführt.

Des Weiteren wurden Pressiometer-/Phicometersversuche zur Bestimmung des Steifemoduls bzw. der Scherparameter insitu durchgeführt.

An den einzelnen Ansatzpunkten wurde ein Handschurf bis in eine Tiefe von 1,5 m unter GOK zur Feststellung der Leitungsfreiheit angelegt.

Die Aufschlüsse stellen sich im Einzelnen wie folgt dar:

Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten Aufschlüsse

<b>Aufschluss</b>	<b>km <sup>1)</sup></b>	<b>Rechtswert</b>	<b>Hochwert</b>	<b>Ansatzhöhe</b> [m DHHN 92]	<b>Endtiefe</b> [m DHHN 92]	<b>Endtiefe</b> [m u. GOK]
RKS/DPH 1-21	3,610	3471404,675	5556827,157	117,10	107,10	10,00
BK 1-22	3,235	3471327,322	5556812,168	118,23	88,23	30,00
BK 1-23	3,245	3471323,561	5556794,594	118,05	88,05	30,00
BK 1-24	3,275	3471293,660	5556792,100	120,34	90,34	30,00
BK 1-25	3,283	3471289,440	5556780,700	119,89	89,89	30,00
BK 1-26	3,345	3471230,717	5556764,036	118,88	88,88	30,00
BK 1-27	3,347	3471235,428	5556751,086	118,96	88,96	30,00

BK...Kernbohrung, RKS...Kleinrammbohrung, DPH...schwere Rammsondierung

<sup>1)</sup> bezogen auf die Kilometrierung des geplanten rechten RTW-Gleises

Die Einmessung der Bohransatzpunkte erfolgte mittels GPS-Gerät auf das Referenznetz der DB AG (DB REF). Die Lage der Aufschlüsse ist aus Anlage 2.2 ersichtlich.

Die Entnahme von Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei Schichtenwechsel. Die entnommenen Bodenproben wurden durch den Bearbeiter nach DIN EN ISO 14688/14689 spezifiziert. Die einzelnen, auf Bohrmeisterangaben und handspezifizierten Schichtenverzeichnissen beruhenden Baugrundprofile sind bezogen auf DB REF (DHHN 92) in Anlage 3 beigefügt.

Zur genaueren Klassifizierung der Bodenarten in Bodengruppen nach DIN 18196 und Bodenklassen nach DIN 18300 sind ausgewählte Bodenproben bodenphysikalischen Untersuchungen unterzogen worden. Im Einzelnen wurden ausgeführt:

- 11 x Nass-/Trockensiebung nach DIN 18123,
- 21 x kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123,
- 25 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122,
- 33 x Bestimmung Wassergehalt nach DIN 18121,
- 12 x Eindimensionaler Kompressionsversuch nach DIN 18135,
- 2 x Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN 18137,
- 2 x Proctor-Versuch nach DIN 18127,
- 4 x Pressiometerversuche nach DIN EN ISO 22476-4,
- 2 x Phicometerversuche und
- 4 x Bestimmung Betonaggressivität/Stahlkorrosivität nach DIN 4030 und DIN 50929.

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen können der Anlage 4 entnommen werden.

#### **1.4 Kampfmittelbelastung**

Für die geplante Trassierung der Regionaltangente West wurde 2010 eine Abfrage bezüglich Kampfmittelverdachtsflächen beim Regierungspräsidium Darmstadt durchgeführt. Gemäß der Stellungnahme des RP Darmstadt ist im Untersuchungsgebiet mit Kampfmittelbelastung zu rechnen. Alle Bohransatzpunkte wurden bezüglich Kampfmittel punktuell mittels Georadar freigemessen.

## **2 Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse**

### **2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse**

Die RTW-Trasse wird mit einem neuen Brückenbauwerk über die bestehende 6-streifige Bundesautobahn A 5 überführt. Die BAB A 5 liegt in diesem Bereich auf einem Damm, mit einer Höhe zwischen ca. 0-2 m. Östlich der Autobahn, Richtung Praunheim, liegen nicht genutzte Wiesenflächen; westlich, Richtung Eschborn, liegen landwirtschaftlich genutzte Felder.

## 2.2 Geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet liegt regionalgeologisch in der hessischen Senke zwischen dem Rheinischen Schiefergebirge, dem Vogelsberg im Norden, dem Odenwald im Süden und dem Mainzer Becken im Westen. Die mächtige Grabenfüllung des Oberrheingrabens endet im Norden etwa auf der Höhe von Rüsselsheim. Von Süden her bis dorthin sind über 2.000 m mächtige Tertiärschichten und über 100 m Quartär-Ablagerungen bekannt. Je weiter im Süden desto häufiger ist das Erkundungsgebiet geprägt durch eiszeitliche Flugsande mit Dünenbildung. Häufig sind diese Schichten kalkhaltig und besitzen Kalkkonkretionen. Die Mächtigkeit dieser quartären Flugsande kann mehrere Meter betragen. Nach Norden nehmen die Mächtigkeiten dieser Schichten ab.

In großen Teilen des Erkundungsgebietes stehen unter den Terrassensanden und -kiesen des Mains die Gesteine des Oligozäns aus dem Unteren Tertiär in Form des Rupeltones an. Darunter befinden sich die unteren Meeressande als Untergrenze des Tertiärs und Übergang zu den Gesteinen des Rotliegenden. Die Anstehenden Gesteine werden durch eine nach Nordwesten immer mächtiger werdende Deckschicht aus Gesteinen des Tertiärs überdeckt. Im nordwestlichen Bereich des Erkundungsgebietes können einzelne Kalksteinschichten (Hydrobienschichten) angetroffen werden. Im Bereich der Flussniederungen stehen an der Oberfläche quartäre Lockergesteine aus Flusssedimenten, Niederterrassen von Main und kleineren Nebenflüssen an.

Im Untersuchungsgebiet stehen ab Geländeoberfläche quartäre (Holozän, Pleistozän) Sedimente sowie tertiäre (Miozän) Sedimente an.

Die Sedimente des Holozän haben fluviatilen Charakter und bestehen aus Lehmen mit variierenden Anteilen von Sand, Kies, Ton, Kalk und organischen Bestandteilen.

Weiterhin sind pleistozäne Sedimente äolischen und fluviatilen Ursprungs anzutreffen. Sie bestehen einerseits aus kalkhaltigen an der Oberfläche verlehmtten Schluffen, andererseits aus Kiesen und Sanden.

Darunter können im Miozän abgelagerte marine Sedimente (Hydrobien-Schichten) in Form von Tonen, Schluffen und Mergeln sowie Kalk- und Dolomitsteinen und Kalksanden auftreten.

Im oberflächennahen Bereich ist infolge der bestehenden Bebauung mit anthropogenen Auffüllungen zu rechnen. Durch den Einbau von zumeist lokal vorkommenden Böden ist dabei eine zweifelsfreie Unterscheidung zwischen aufgefülltem und gewachsenem Boden nicht immer möglich.

## 2.3 Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau

Die in Abschnitt 2.2 beschriebene geologische Situation wurde mit den Baugrunderkundungen bestätigt. Dadurch ergibt sich für den Untersuchungsbereich der EÜ BAB A 5 folgender verallgemeinerter Schichtenaufbau:

1. Oberflächenbefestigung (Asphalt, Beton)
2. Auffüllungen (Sand, Kies)
3. Tone und Schluffe (Quartär)
4. Kiese und Sande (Quartär)
5. Sande (Tertiär)
6. Tone (Tertiär)

### 2.3.1 Oberflächenbefestigung

Mit den Bohrungen BK 1-24 und 1-25 auf der Autobahn wurde eine 0,2-0,4 m dicke Asphalt-schicht angetroffen, darunter eine 0,15-0,2 m Betonschicht. Beide Schichten gehören zum Fahrbahnaufbau, der in einer Gesamtstärke von 0,35 m bei der BK 1-25 und von 0,6 m bei der BK 1-24 vorliegt.

Der mit den Bohrungen BK 1-22, 1-13, 1-25 und 1-26 erkundete Mutterboden wird aufgrund seiner untergeordneten geotechnischen Bedeutung und der geringen Schichtdicke (0,35-0,5 m) im weiteren nicht betrachtet.

### 2.3.2 Auffüllungen

Nur mit den Bohrungen BK 1-24 und 1-25 wurden unter den v. g. Oberflächenbefestigungen geringmächtige Auffüllungen, bestehend aus schwach schluffigen sandigen Feinkiesen und kiesigen Mittelsanden angetroffen. Die Schichtdicke wurde in den Bohrungen mit 0,4 m und 0,55 m eingemessen. Diese Böden stellen die Tragschicht unterhalb des Fahrbahnaufbaus dar und werden den Bodengruppen [SW, GU] nach DIN 18196 zugeordnet. Die Lagerungsdichte wird als locker bis mitteldicht bewertet.

### 2.3.3 Quartär – Tone/Schluffe und Kiese/Sande

Unter den v. g. Auffüllungen bzw. dem Mutterboden folgen die anstehenden Böden des Quartär.

Das sind überwiegend Lösslehme und lehmige Abschwemmmassen in Form von leicht- bis mittelplastischen Schluffen und Tonen, deren Unterkante bis in Tiefen von 13,9 m bis 18,4 m unter GOK erkundet wurde. Diese Böden können den Bodengruppen TL-UL, TL, TL-TM, TM und TL-GT\* zugeordnet werden. Die Konsistenz variiert zwischen weich und halbfest. Die Tone und Schluffe sind mit fein- und mittelsandigen Anteilen durchsetzt, lokal auch kiesig.

An der Basis der bindigen Böden und als Zwischenlagen wurden quartäre Sande und Kiese der Bodengruppen SI, ST-ST\*, SU, SU\*, GI, GU, GU-GU\* und GT\* mit ca. 10-15 % steinigen Anteilen (Ø 10-15 cm) angetroffen. Die Lagerungsdichte wird im Ergebnis der Bohrlochrammsondierungen als mitteldicht und dicht bewertet.

Eine klare Abgrenzung zu den unterlagernden tertiären Sanden/Tonen ist schwierig. Die quartären Sande/Kiese sind meistens braun, während die tertiären Sande/Tone infolge von Auslaugungsprozessen ocker-beige und hellgrau/grau sind.

### 2.3.4 Tertiär – Tone und Sande

Unter dem Quartär folgen bis Endtiefe der ausgeführten Bohrungen die tertiären Sande und Tone in Wechsellage.

Die grauen bis hellgrauen Sande der Bodengruppen SE, SE-SU, SU, SU-SU\*, SU\* und ST stellen sich als Fein- bis Mittelsande mit schwach schluffigen bis schluffigen und schwach tonigen Anteilen dar. Die Lagerungsdichte wird im Ergebnis der Bohrlochrammsondierungen als dicht bewertet.

Die Sande sind von leicht- bis mittelplastischen, lokal auch ausgeprägt plastischen Tonen der Bodengruppen TL, TL-TM, TM und TA durchzogen. Nebenbestandteile sind schluffige sowie sandige Anteile. Die Konsistenz dieser bindigen Böden wird als weich-steif bis halbfest bewertet.

Die erkundeten Baugrundverhältnisse und Schichtenverläufe sind in der Anlage 3 dargestellt. Den erkundeten Böden lassen sich die in folgender Tabelle 2 enthaltenen Kennwerte (Laboruntersuchung an repräsentativen Einzelproben sowie regionale Erfahrungswerte) zuordnen.

Tabelle 2: Bodenkennwerte und Zuordnungen

Bodenart	Auffüllung	Anstehender Boden		
		Kies, Sand	Ton, Schluff	Sand, Kies
Bodengruppe nach DIN 18196	[SW, GU]	TL-UL, TL, TL-TM, TM, TL-GT*, TA	SE, SE-SU, SI, ST, ST-ST*, SU, SU-SU*, GI, GU, GU-GU*	SU*, GT*
Kornanteil $d \leq 0,063$ mm [%]	< 15	40,0...97,0	3,0...15,0	16,0...31,0
Kornanteil > 2,0 mm [%]	---	0...48,0	0...75,0	0...25,0
Ungleichförmigkeitszahl $C_u$ [-]	---	8,2...3548	2,5...50,2	14,2...78,3
Kalkgehalt $V_{Ca}$ [%]	n.b.	0...5,9	n.b.	n.b.
Glühverlust $V_{Gl}$ [%]	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Feuchtdichte $\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	n.b.	1,887...2,138	n.b.	n.b.
Trockendichte $\rho_d$ [t/m <sup>3</sup> ]	n.b.	1,579...1,827	n.b.	n.b.
Proctordichte $\rho_d$ [t/m <sup>3</sup> ]	n.b.	n.b.	1,818 (SU/ST)	1,764 (SU*/ST*)
opt. Wassergehalt $w_{pr}$ [%]	n.b.	n.b.	11,6 (SU/ST)	13,3 (SU*/ST*)
Scherfestigkeit $c_u$ mittels Flügelsonde [kN/m <sup>2</sup> ]	n.b.	50...125	n.b.	n.b.
nat. Wassergehalt $w_n$ [%]	ohne Plastizität	13,1...24,8	ohne Plastizität	ohne Plastizität
Fließgrenze $w_L$ [%]		25,8...58,7		
Ausrollgrenze $w_P$ [%]		13,0...26,4		
Plastizitätszahl $I_P$ [%]		10,0...32,3		
Konsistenzzahl $I_c$ [%]		0,54...1,20		
Konsistenz handspezifiziert		weich...halbfest		
Lagerungsdichte	locker... mitteldicht	---	mitteldicht...dicht	dicht
Durchlässigkeitswert $k_f$ [m/s]				
nach Beyer, USBR/Bialas	---	$2,6 \cdot 10^{-7} \dots 1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-3} \dots 1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5} \dots 4,5 \cdot 10^{-7}$
Erfahrungswerte	$10^{-3} \dots 10^{-5}$	$10^{-7} \dots 10^{-11}$	$10^{-3} \dots 10^{-7}$	$10^{-5} \dots 10^{-8}$
Durchlässigkeit nach DIN 18130	durchlässig	schwach bis sehr schwach durchlässig	durchlässig bis schwach durchlässig	schwach durchlässig
Bodenklasse nach DIN 18300	3	4 5 (TA)	3-4	4
Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 09	F 1 [SW] F 1-2 [GU]	F 3 F 2 (TA)	F 1 [SE, SE-SU, SI, GI] F 1-2 [SU, ST, GU] F 2 [ST-ST*, SU-SU*]	F 3

Tabellenwerte sind Erfahrungswerte und Einzelwerte aus Laborversuchen.

n.b. - nicht bestimmt, --- nicht vorhanden

## Ableitung objektspezifischer charakteristischer Parameter

### Kompressionsversuche

Am Untersuchungsstandort wurden setzungsempfindliche bindige Böden, in Form von leicht- bis mittelplastischen, lokal auch ausgeprägt plastisch, Tonen und Schluffen erkundet.

Da bindige Böden das Setzungsverhalten der Gründungen maßgeblich beeinflussen, wurden für diese Schichten Kompressionsversuche durchgeführt. Mit den Versuchen wurde der Steifemodul spannungsabhängig bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die Versuchsergebnisse und die statistische Auswertung im Einzelnen können der Anlage 4.5 entnommen werden.

Tabelle 3: Ergebnisse der eindimensionalen Kompressionsversuche

Aufschluss	Schicht	Tiefe [m]	Boden- gruppe	Lagerung, Konsistenz	Steifemodul $E_{s,0}$ [MN/m <sup>2</sup> ] bei 100 kN/m <sup>2</sup> <sup>1)</sup>	Exponent w
BK 1-22	4.2	4,0-4,3	TL	weich-steif	2,0	0,9
BK 1-22	4.2	11,2-11,5	TM	weich-steif	4,9	0,9
BK 1-23	4.2	2,7-3,0	TM	weich-steif	5,0	0,9
BK 1-23	4.2	10,0-10,3	TM	weich	3,0	0,9
BK 1-24	4.2	5,2-5,5	TM	weich-steif	4,3	0,9
BK 1-24	4.2	11,0-11,3	TM	weich	3,8	0,9
BK 1-25	4.3	4,7-5,0	TL	steif-halbfest	8,0	1,0
BK 1-26	4.3	4,0-4,3	TL	steif	3,3	1,0
BK 1-26	4.3	11,0-11,3	TM	steif-halbfest	4,5	1,0
BK 1-27	4.3	3,0-3,3	TL	steif-halbfest	4,7	1,0
BK 1-27	4.3	6,0-6,3	TL	steif	4,0	1,0
BK 1-27	4.3	9,0-9,3	TL	steif	3,8	1,0

<sup>1)</sup> Die Angaben für den Steifemodul  $E_{s,0}$  gelten bei einer Spannung  $\sigma=100$  kN/m<sup>2</sup>. Die Ermittlung des spannungsabhängigen Steifemoduls  $E_{s,k}$  ergibt sich nach der Gleichung  $E_s = E_{s,0} \left( \frac{\sigma}{p_a} \right)^w$ , wobei w ein von der Bodenart abhängiger Parameter ist,  $\sigma$  die betrachtete Spannung und  $p_a = 100$  kPa.

Von den für die einzelnen Baugrundsichten durch die Kompressionsversuche ermittelten Steifemoduli wurden jeweils Mittelwerte gebildet. Diese werden als charakteristische Werte den einzelnen Schichten zugeordnet. Dabei wurde berücksichtigt, dass durch die Kompressionsversuche an ungestörten Proben i.d.R. niedrigere Steifemoduli bestimmt werden, als sie insitu tatsächlich zutreffen. Folgende objektspezifischen Steifemoduli  $E_{s,0}$  werden für die untersuchten Bodenschichten empfohlen:

- Schicht 4.2:  $E_{s,0} = 3,0-4,0$  MN/m<sup>2</sup>
- Schicht 4.3:  $E_{s,0} = 5,0-6,0$  MN/m<sup>2</sup>

### Scherversuche

Zur Ermittlung der Scherparameter  $\varphi'$  und  $c'$  wurden an ausgewählten Proben aus den dicht gelagerten Sanden Scherversuche (Rahmenscherversuche) durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 4 aufgeführt. Die Versuchsergebnisse können der Anlage 4.6 entnommen werden.

Tabelle 4: Ergebnisse der Scherversuche

Aufschluss	Schicht	Tiefe [m]	Boden- gruppe	Lagerung, Konsistenz	Reibungs- winkel $\varphi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [MN/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>
BK 1-25	3.3	18,0-18,6	SU*/ST*	dicht	33,9	0,020
BK 1-25	2.3	28,0-28,6	SU/ST	dicht	35,6	0,022

<sup>1)</sup> Die angegebene Kohäsion ist versuchstechnisch bedingt und bei weiteren Berechnungen nicht zu berücksichtigen.

Die Versuche wurden statistisch ausgewertet. Die Ergebnisse der Auswertung sind in der Anlage 4.6 dargestellt. Damit ergeben sich folgende charakteristische Scherparameter für die Bodenschichten 2.3 und 3.3:

- Schicht 2.3:           Reibungswinkel:    $\varphi' = 36,5^\circ$   
                          Kohäsion:            $c' = 0 \text{ kN/m}^2$
- Schicht 3.3:           Reibungswinkel:    $\varphi' = 34,5^\circ$   
                          Kohäsion:            $c' = 3 \text{ kN/m}^2$

### Ermittlung der undrainierten Scherfestigkeit $c_u$ mittels Taschenpenetrometer

Mit dem Taschenpenetrometer wurde an den Tonen/Schluffen punktuell die undrainierte Scherfestigkeit überschläglich bestimmt. Die daraus abgeleiteten Konsistenzen wurden labortechnisch mittels Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122 verifiziert und sind gemeinsam in die Schichtzuordnung gemäß Anlage 3 eingeflossen. Die ermittelten Werte sind in nachstehender Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: undrainierte Scherfestigkeit

Aufschluss	Tiefe [m]	Bodengruppe	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	entspricht Konsistenz
BK 1-22	7,50	TL-UL	255	halbfest
BK 1-22	9,80	TL-UL	97	steif
BK 1-22	11,20	TM	70	steif
BK 1-22	12,20	TL	323	halbfest
BK 1-22	16,30	TL	112	steif
BK 1-22	23,10	TL	274	halbfest
BK 1-22	26,90	TL	187	steif
BK 1-22	28,60	TL	213	halbfest

Aufschluss	Tiefe [m]	Bodengruppe	c <sub>u</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	entspricht Konsistenz
BK 1-22	29,00	TL	136	steif
BK 1-23	8,40	TL	236	halbfest
BK 1-23	10,30	TM	168	steif
BK 1-23	12,00	TM	243	halbfest
BK 1-23	22,20	TL	270	halbfest
BK 1-24	2,50	TL-TM	68	steif
BK 1-24	7,50	TL-TM	63	steif
BK 1-24	12,50	TL	123	steif
BK 1-24	15,50	TL	109	steif
BK 1-24	25,50	TA	124	steif
BK 1-25	3,50	TL-UL	22	weich
BK 1-25	7,50	TL-UL	62	steif
BK 1-25	11,50	TL-UL	17	breiig bis sehr weich
BK 1-25	15,50	TL-TM	37	weich
BK 1-25	24,50	TL	124	steif
BK 1-26	4,50	TL	89	steif
BK 1-26	6,20	TL	191	steif
BK 1-26	10,80	TM	184	steif
BK 1-26	11,70	TM	82	steif
BK 1-26	12,40	TM	81	steif
BK 1-26	22,20	TM	196	steif
BK 1-26	23,60	TM	163	steif
BK 1-26	24,20	TM	139	steif
BK 1-27	4,40	TL-UL	222	halbfest
BK 1-27	11,40	TM	127	steif
BK 1-27	12,70	TM	99	steif
BK 1-27	13,50	TM	60	steif
BK 1-27	23,50	TM	140	steif
BK 1-27	24,50	TM	140	steif

### Pressiometerversuche

Zur Ermittlung des Last-Setzungsverhaltens wurden an ausgewählten Bohrpunkten Pressiometerversuche nach Menard insitu im Bohrloch ausgeführt.

Der aus den Pressiometerversuchen ermittelte Menard-Modul E<sub>M</sub> kann in einen Steifemodul E<sub>S</sub> nach der Formel  $E_S \approx E_M / \alpha$  (mit  $\alpha$  - nach DIN EN 1997-2: 2010-10, Tabelle E.3) umgerechnet werden.

Tabelle 6: Ergebnisse der Pressiometerversuche gemäß Anlage 4.10

Aufschluss	Schicht	Tiefe [m]	Boden- gruppe	E <sub>M</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	p <sub>LM</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Faktor α	Steifemodul E <sub>S</sub> [MN/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>
BK 1-23P	4.2	10,0	TM	5,266	0,854	0,67	7,8
BK 1-23P	2.3	15,0	SI	30,171	2,796	0,33	91,4
BK 1-23P	2.3	20,0	SE	63,901	4,695	0,5	127,8

Aufschluss	Schicht	Tiefe [m]	Boden- gruppe	$E_M$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$p_{LM}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Faktor $\alpha$	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>
BK 1-23P	4.3	22,5	TL	33,324	1,350	1,0	33,3

<sup>1)</sup> Steifemodul in Abhängigkeit der Bodenart und Versuchstiefe.

Die Ergebnisse der Auswertung sind in der Anlage 4.10 dargestellt. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass mit dem Pressiometer meist etwas zu hohe Steifemoduli bestimmt werden, wurden folgende resultierende charakteristische Steifemoduli  $E_{s,0}$  mit der Ohde'schen

Gleichung  $E_s = E_{s,0} \left( \frac{\sigma}{p_a} \right)^w$  mit  $p_a = 100$  kPa daraus abgeleitet und können für die

entsprechenden Schichten verwendet werden:

- Schicht 2.3:  $E_{s,0} = 50$  MN/m<sup>2</sup>
- Schicht 4.2:  $E_{s,0} = 3,0$  MN/m<sup>2</sup>
- Schicht 4.3:  $E_{s,0} = 6,0$  MN/m<sup>2</sup>

### Phicometerversuche

Im weiteren wurden zur Bestimmung der Scherparameter Phicometerversuche insitu im Bohrloch ausgeführt. Die Ergebnisse hierzu sind nachstehend dargestellt.

Tabelle 7: Ergebnisse der Phicometerversuche gemäß Anlage 4.9

Aufschluss	Schicht	Tiefe [m]	Boden- gruppe	Phicometer-Werte		effektive Werte	
				$\varphi'_i$ [°]	$c_i$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]
BK 1-23P	4.3	5,8	TL-UL	30	35	<b>30</b> <sup>1)</sup>	<b>12</b> <sup>1)</sup>
BK 1-23P	4.4	8,0	TL	25	120	<b>25</b>	<b>40</b>

<sup>1)</sup> Aufgrund hoher Horizontalverformungen musste der Versuch vorzeitig abgebrochen werden. Die ermittelten Scherparameter basieren nur auf zwei Wertepaaren.

Aufgrund des vorzeitigen Versuchsabbruchs wird das Ergebnis der Bodenschicht 4.3 nicht in die Betrachtung einbezogen. Das Ergebnis für die Schicht 4.4 bestätigt den Erfahrungswert für den Reibungswinkel. Damit ergeben sich folgende charakteristische Scherparameter:

- Schicht 4.4: Reibungswinkel:  $\varphi' = 25^\circ$   
Kohäsion:  $c' = 15,0$  kN/m<sup>2</sup>

## 2.4 Hydrologische Verhältnisse

Die Aufschlussarbeiten wurden im Februar/Dezember 2014 und im Januar/Februar 2016 durchgeführt. Mit den ausgeführten Bohrungen ist Grundwasser angetroffen worden.

Tabelle 8: Grundwasserstände

Aufschluss	Grundwasser angebohrt m DHHN 92	Grundwasser nach Bohrende m DHHN 92	Grundwasser nach Bohrende m unter GOK
BK 1-22	100,88	100,96	17,27
BK 1-23 <sup>1)</sup>	100,50	100,50	17,55
BK 1-23 <sup>2)</sup>	94,25	97,02	21,03
BK 1-24	100,14	98,94	21,40
BK 1-25	100,09	100,29	19,60
BK 1-26 <sup>1)</sup>	101,38	---	17,50
BK 1-26 <sup>2)</sup>	---	95,28	23,60
BK 1-27	100,66	100,56	18,40

<sup>1)</sup> 1. Grundwasserhorizont

<sup>2)</sup> 2. Grundwasserhorizont, gespannt unter den tertiären Tonen

Mit allen Bohrungen wurde in den Sanden Grundwasser zwischen 100,09...101,38 m DHHN 92 angebohrt. Nach Bohrende lag der Wasserstand zwischen 98,97...100,96 m. Unter den tertiären Tonen wurde mit den Bohrungen BK 1-23 und 1-26 ein zweiter Grundwasserhorizont zwischen 95,28...97,02 m DHHN 92 angeschnitten. Ob es sich um 2 getrennte Grundwasserstockwerke handelt kann nicht zweifelsfrei geklärt werden. Wir gehen jedoch davon aus, dass es sich nur um einen Grundwasserleiter handelt, der lokal durch bindige Zwischenlagen aufgeteilt ist. Die Bohrung BK 1-47.2 für die EÜ Strecke 3611 bei km 3,6+53 ist als Grundwassermessstelle ausgebaut worden. Die Wasserstände werden quartalsweise mittels Lichtlot eingemessen. Der aktuelle Messwert vom 02.02.2016 betrug 100,24 m DHHN 92 - entspricht 19,59 m unter GOK. Der in der unmittelbaren Nähe liegende Brunnen 6 des Wasserwerkes Praunheim II hatte über den Beobachtungszeitraum 03/1988 bis 08/2014 folgende Wasserstände:

Höchster Stand:	Niedrigster Stand:	Mittelwert:	Letzter Wert (11.08.2014):
101,50 m NN	88,80 m NN	97,65 m NN	100,20 m NN

Informationen zu einem HGW100 bzw. HW100 stehen nicht zur Verfügung.

Im Ergebnis des v. g. können für den Untersuchungsbereich nachfolgende Bemessungswasserstände für das Referenznetz der DB AG (DB REF) angesetzt werden:

- Bauzustand: 101,50 m DHHN 92
- Endzustand: 102,20 m DHHN 92

## 2.5 Wasserschutzgebiete

Gemäß Schutzgebietsinformationen der Hessischen Wasserrahmenrichtlinie des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz liegt der betrachtete Streckenabschnitt in der Wasserschutzzone IIIA. Die zuständige Wasserbehörde ist bei der weiteren Planung einzubeziehen und die gesetzlichen Regelungen und Vorschriften für die entsprechenden Wasserschutzzonen sind zu berücksichtigen.

## 2.6 Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Grundwassers und Bodens

Zur Beurteilung der Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Grundwassers und Bodens wurden aus verschiedenen Aufschlüssen Grundwasser- und Bodenproben entnommen und auf beton- und stahlangreifende Inhaltsstoffe untersucht. Die Analyseergebnisse befinden sich in Anlage 4.4.

### Betonaggressivität

Die Untersuchung auf Betonaggressivität ergab folgende Ergebnisse:

Tabelle 9: Untersuchung auf Betonaggressivität

Probe	Probenart	Tiefe	Beurteilung	Expositionsklasse
BK 1-22	Grundwasser	17,3 m	nicht betonangreifend	unterhalb XA 1
BK 1-24	Grundwasser	22,0 m	nicht betonangreifend	unterhalb XA 1
BK 1-26	Boden	1,0 m	nicht betonangreifend	unterhalb XA 1
BK 1-27	Grundwasser	24,0 m	nicht betonangreifend	unterhalb XA 1

Die untersuchten Wasser- und Bodenproben sind nach DIN 4030 als **nicht betonangreifend** einzuschätzen. Die Zuordnungswerte liegen **unterhalb der Expositionsklasse XA1** nach DIN EN 206-1.

### Stahlkorrosivität

Die Untersuchung auf Korrosionswahrscheinlichkeit unlegierter und niedriglegierter Eisenwerkstoffe ergab folgende Ergebnisse:

Tabelle 10: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

Probe	Tiefe	Freie Korrosion	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
BK 1-22	17,3 m	im Unterwasserbereich	sehr gering	sehr gering
		an der Wasser/Luft-Grenze	sehr gering	sehr gering

Probe	Tiefe	Freie Korrosion	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
BK 1-24	22,0 m	im Unterwasserbereich	sehr gering	sehr gering
		an der Wasser/Luft-Grenze	sehr gering	sehr gering
BK 1-27	24,0 m	im Unterwasserbereich	sehr gering	sehr gering
		an der Wasser/Luft-Grenze	sehr gering	sehr gering

## 2.7 Erdbebenwirkung

Der Untersuchungsbereich Eschborn gehört nach DIN EN 1998-1/NA und /U 15/ zur Erdbebenzone 0 und der Untergrundklasse S (= Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung). Dementsprechend sind keine besonderen Maßnahmen zur Erhöhung der Erdbebensicherheit erforderlich.

## 2.8 Baugrundmodell

Im Ergebnis der Baugrunderkundungen und der bodenphysikalischen Untersuchungen lässt sich für den Untersuchungsbereich ein Baugrundmodell entwickeln, welches für die Bewertung der Baugrundverhältnisse herangezogen wird; siehe hierzu die Profildarstellung in Anlage 3.

Zur Vereinheitlichung wurde für das Projekt „Regionaltangente West“ ein zusammenhängendes Schichtenmodell entwickelt. In Abhängigkeit der lokal erkundeten Böden ist demzufolge nicht immer eine fortlaufende Schichtnummerierung je Teilobjekt vorhanden.

### Schicht 1 Auffüllungen

Schicht 1.1 *grob- und gemischtkörnige Sande / Kiese, Feinkornanteil  $\leq 15\%$*   
Bodengruppe: [SW, GU]  
Schicht 1.1.1 locker-mitteldicht gelagert

### Schicht 2 Sand / Kies

*grob- und gemischtkörnige Sande / Kiese, Feinkornanteil  $\leq 15\%$*   
Bodengruppe: SE, SE-SU, SI, ST, ST-ST\*, SU, SU-SU\*, GI, GU, GU-GU\*, (GT\*)  
Schicht 2.2 mitteldicht gelagert  
Schicht 2.3 dicht (lokal mitteldicht-dicht) gelagert

### Schicht 3 Sand

*gemischtkörnige Sande, Feinkornanteil  $> 15-30\%$*   
Bodengruppe: SU\*  
Schicht 3.3 dicht gelagert

#### Schicht 4 Ton / Schluff

*leicht- bis mittelplastische Tone / Schluffe*

Bodengruppe: TL-UL, TL, TL-TM, TM, TL-GT\*

Schicht 4.2 weiche, weich-steife Konsistenz

Schicht 4.3 steife, steif-halbfeste Konsistenz

Schicht 4.4 halbfeste Konsistenz

#### Schicht 5 Ton

*ausgeprägt plastische Tone*

Bodengruppe: TA

Schicht 5.4 halbfeste Konsistenz

## 2.9 Bodenrechenwerte

Den erkundeten Baugrundsichten können aus den Laborversuchen und Erfahrungen für erdstatische Berechnungen die in Tabelle 11 dargestellten charakteristischen Rechenwerte zugeordnet werden.

Tabelle 11: Charakteristische Rechenwerte

Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Lagerung/ Konsistenz	Wichte		Scherfestigkeit		Steife- modul $E_{s,0}$ <sup>1)</sup> bei 100 kN/m <sup>2</sup>	Exponent $w$ <sup>1)</sup>
			über Wasser	unter Auftrieb	Reibungs- winkel	Kohäsion		
			$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,0,k}$ <sup>2)</sup> [MN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1.1.1	[SW, GU]	lo-md	17,0	9,0	30,0	1,0	12,0	0,60
2.2	GU, GU-GU*	md	19,0	9,5	32,5	0	20,0	0,50
2.3	SI, SE, SE- SU, SU, SU- SU*, ST, ST- ST*, GI, GU (GT*)	di	20,0	10,5	36,5 <sup>3)</sup>	0	50,0 <sup>4)</sup>	0,50
3.3	SU*	di	20,5	11,0	34,5 <sup>3)</sup>	3,0 <sup>3)</sup>	30,0	0,75
4.2	TL, TL-UL, TL-TM, TM	we, we-st	19,0	9,0	25,0	2,0	3,0-4,0 <sup>2,4)</sup>	0,90
4.3	TL, TL-UL, TL-TM, TM	st, st-hf	20,0	10,0	25,0	5,0	5,0-6,0 <sup>2,4)</sup>	1,0
4.4	TL, TL-UL	hf	21,0	11,0	25,0 <sup>5)</sup>	15,0 <sup>5)</sup>	15,0	1,0
5.4	TA	hf	20,0	10,0	22,5	20,0	12,0	1,0

<sup>1)</sup> von der Bodenart abh. Parameter gemäß Ohde'scher Gleichung  $E_s = E_{s,0} \left( \frac{\sigma}{p_a} \right)^w$  mit  $p_a = 100$  kPa

<sup>2)</sup> aus Kompressionsversuch, Anlage 4.5

<sup>3)</sup> aus Scherversuch, Anlage 4.6

<sup>4)</sup> aus Pressiometerversuch, Anlage 4.10

<sup>5)</sup> aus Phicometerversuch, Anlage 4.9

## 2.10 Rammfähigkeit des Untergrundes

Die erkundeten Baugrundsichten bestehen aus nichtbindigen Auffüllungen, Sanden/Kiesen und Tonen/Schluffen. Eine Klassifizierung der Böden hinsichtlich ihrer Rammfähigkeit (z.B. nach DIN-Norm) gibt es nicht. Die nachfolgende Einschätzung basiert auf der Grundlage der erkundeten Bodenarten, der Lagerungsdichten bzw. der Konsistenzen und Erfahrungen.

Tabelle 12: Rammfähigkeit

Schicht	Bodenart	Rammfähigkeit
1.1.1	Auffüllung, rollig, locker-mitteldicht	leicht bis mittelschwer
2.2	Sande, Kiese, mitteldicht	mittelschwer bis schwer
2.3, 3.3	Sande, Kiese, dicht	schwer bis sehr schwer <sup>1)</sup>
4.2	Tone, Schluffe, weich, weich-steif	leicht bis mittelschwer
4.3	Tone, Schluffe, steif, steif-halbfest	mittelschwer bis schwer
4.4, 5.4	Tone, Schluffe, halbfest	schwer bis sehr schwer <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> ggf. Einsatz einer Rammhilfe erforderlich (z. Bsp. Vorbohren, Spülung)

In den Auffüllungen und den Sanden/Kiesen sind steinige Anteile eingelagert, die die Rammfähigkeit des Untergrundes verschlechtern. Des Weiteren wurden lokal Oberflächenbefestigungen in Form von Asphalt und Beton vorgefunden.

Die Böden der Schichten 4 sind sehr wasserempfindlich und verfügen über thixotrope Eigenschaften. Das bedeutet, dass bei dynamischen Beanspruchungen das Gefüge des Bodens zerstört wird - der Boden geht von einem steifplastischen Zustand in einen weichen bis breiigen Zustand über.

Wir schätzen die bindigen und nichtbindigen Lockergesteinsböden insgesamt als mittelschwer bis schwer rammfähig ein.

Für erforderliche Rammarbeiten ist zur Auswahl der Rammtechnologie und Rammgeräte eine Fachfirma einzuschalten und Proberammungen vorzusehen. Die von uns vorgenommenen Einschätzungen zur Rammbarkeit schließen nicht die Erfahrungen von Baufirmen bei der Durchführung von Rammarbeiten mit ähnlichen Baugrundverhältnissen aus.

Grundsätzlich sind bei der Ausführung der Rammarbeiten die Regelungen der DIN 18304 zu beachten.

## 2.11 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Nach DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ /U 11/ sind Böden versickerungsfähig, deren  $k_f$ -Werte im Bereich von  $10^{-3}$  bis  $10^{-6}$  m/s liegen. Ferner sollte die Mächtigkeit des Sickertraumes (Gesteinskörper, der zum Betrachtungszeitpunkt kein Grundwasser enthält), bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Die Versickerungsfähigkeit der Schichten ist in Abhängigkeit der aus Kornverteilungskurven ermittelten  $k_f$ -Werte (siehe Tabelle 2) und unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors von 0,2 nach DWA-A 138 wie folgt einzuschätzen:

Tabelle 13: Versickerungsfähigkeit nach DWA-A 138

Schicht	Bodengruppe	$k_f$ -Werte [m/s]	$k_{f,korr}$ -Werte [m/s]	Versickerungsfähigkeit
1.1.1	[SW, GU]	$10^{-3} \dots 10^{-5}$	$10^{-3} \dots 10^{-5}$	versickerungsfähig
2.2-2.3	SI, SE, SE-SU, SU, SU-SU*, ST, ST-ST*, GI, GU, GU-GU*	$1,5 \cdot 10^{-3} \dots 1,3 \cdot 10^{-5}$	$3,1 \cdot 10^{-4} \dots 2,6 \cdot 10^{-6}$	versickerungsfähig
3.3	SU* (GT*)	$1,5 \cdot 10^{-5} \dots 4,5 \cdot 10^{-7}$	$3,0 \cdot 10^{-6} \dots 9,0 \cdot 10^{-8}$	gering bis nicht versickerungsfähig
4.2-4.4, 5.4	TL, TL-UL, TL-TM, TM, TA	$2,6 \cdot 10^{-7} \dots 1,3 \cdot 10^{-9}$	$5,2 \cdot 10^{-8} \dots 2,6 \cdot 10^{-10}$	nicht versickerungsfähig

### **Fazit:**

Die im Untersuchungsbereich oberflächennah bis in große Tiefen anstehenden Lösslehme (Tone/Schluffe) der Schicht 4 sind aufgrund des hohen Feinkornanteils nicht versickerungsfähig.

Eine flächige Versickerung von anfallenden Oberflächenwässern ist aus geotechnischer Sicht nicht möglich. Ggf. ist die Errichtung von Versickerungsbrunnen möglich, mit Versickerung in den anstehenden Sanden und Kiesen unterhalb der Lösslehme. Das ist mit dem zuständigen Umweltamt und dem Wasserversorger im Vorfeld abzustimmen.

Bei einer Versickerung durch Auffüllungen ist die Umweltverträglichkeit (Schadstoffpotenzial in den Auffüllungen) zu prüfen.

### **3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen**

#### **3.1 Allgemeines**

Gemäß der Vorplanung /U 2/ wird die RTW-Trasse mit einem ca. 78 m langen Brückenbauwerk über die 6-streifige BAB A5 geführt. Der 2-feldrige Überbau mit den Stützweiten 42,50 m und 35,50 m wird als Stahlverbundbrücke geplant. Unter jedem Gleis wird ein geschlossener Stahlhohlkasten vorgesehen, auf den eine in Verbund stehende Stahlbetonplatte aufgesetzt wird.

Das Konzept zur Herstellung der 2 Hohlkästen sieht vor, diese feldweise im Stahlwerk zu fertigen und mittels LKW auf die Baustelle zu transportieren. Die Kästen sollen feldweise eingehoben werden. Der Lückenschluss am Mittelpfeiler kann zur Vermeidung von Baustellenschweißungen mit einem Ortbetonquerträger erfolgen. Alternativ ist auch ein Schweißstoß im Momentennullpunkt möglich.

Die Auflagerachsen der Widerlager werden auf einen Kreuzungswinkel von 60° beschränkt, um eine unzulässige Gleisverwindung zu verhindern. Die Widerlager werden mit einem zementverfestigten Kiessand verfüllt, der senkrecht zum Gleis abschließt. Die Vorderkante der Widerlagerwand sowie die Wandscheibe des Mittelpfeilers werden parallel zum Fahrbahnrand mit einem Winkel von 44° geplant. Der Mittelpfeiler wird im Mittelstreifen der BAB A5 angeordnet. Der Mittelpfeiler wird zur Erfüllung der Forderungen zum Anprallschutz von Kraftfahrzeugen nach DIN 1055-9 als Stahlbetonscheibe ausgeführt.

Die Widerlager werden soweit von der bestehenden BAB zurückgesetzt, dass der vom Amt für Straßen- und Verkehrswesen geplante 8-streifige Ausbau der BAB möglich ist.

Die Hochleitungsmaste Nr. 1445 und Nr. 56 liegen im geplanten Verlauf der Trasse bzw. im Einflussbereich der entsprechenden Dammschüttungen. Die Sicherung der Maste wird durch die Errichtung von Stützbauwerken gewährleistet. Diese werden als abgewinkelte Stützmauer mit einer Höhe bis zur jeweiligen Dammschulter sowie einer Gründung auf mehreren Bohrpfahlreihen realisiert.

Im Westen wird jenseits des Widerlagers der Brücke ein Wirtschaftsweg in einem separaten Rahmenbauwerk unterführt.

## 3.2 Gründung der Eisenbahnüberführung

### 3.2.1 Flachgründung

Bei einer Flachgründung müssen die Fundamente von ihren Abmessungen so beschaffen sein, dass:

- a) die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 gewährleistet ist und
- b) keine bauwerksschädlichen Setzungen bzw. Setzungsunterschiede eintreten.

Im Bereich der Widerlager sind Lösslehme bis in Tiefen von ca. 100,96 m DHHN 92 (18 m unter GOK bei BK 1-27) erkundet worden. Die Konsistenz dieser bindigen Böden variiert zwischen weich bis halbfest. Darunter folgen in Wechsellagerung dicht gelagerte Sande und weiche bis halbfeste Tone. Die setzungsempfindlichen Lösslehme sind als Gründungshorizont für Flachgründungen ungeeignet.

Zur Ermittlung des Bemessungswertes des Sohldruckwiderstandes wurden in Anlage 5 bei Annahme der Sicherheiten nach DIN 4017:2006 und EC 7, Lastfall BS-P (ständige Bemessungssituation) Grundbruchberechnungen und Setzungsabschätzungen durchgeführt. Für die Grundbruchberechnungen wurde ein Kräfteverhältnis  $H/V = 0,1$  angenommen.

Für die Berechnungen wurden folgende Annahmen getroffen:

Fundamentlänge/-breite:	WL Ost a/b = 8,0 m / 3-5 m
Geländehöhe:	WL Ost ~ 118,00 m DHHN 92
Mindesteinbindetiefe:	$t \geq 1,0$ m (frostfrei)
Baugrundprofil:	WL Ost BK 1-22
Grundwasser:	102,20 m DHHN 92 (siehe Abschnitt 2.4)
Aushubentlastung:	~ 20 kN/m <sup>2</sup>
Vorbelastung:	keine
Kiespolster:	1,0-2,0 m (Bodengruppe: GI, GW, SI, SW; mit $D_{pr} \geq 1,0$ und $\varphi_k' = 35,0^\circ$ ; $c_k' = 0$ kN/m <sup>2</sup> ; $\gamma_k / \gamma_k' = 19 / 11$ kN/m <sup>3</sup> ; $E_{s,k} = 50$ MN/m <sup>2</sup> )

Die Ergebnisse der aus den Grundbruchberechnungen ermittelten Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes sind in Tabelle 14 dargestellt. Diese liegen in Abhängigkeit von den Fundamentbreiten zwischen  $\sigma_{R,d} = 474...459$  kN/m<sup>2</sup> mit Setzungsbeträgen von 5,2...7,0 cm. Bei Begrenzung der Setzungen auf ein angenommenes zulässiges Maß von 2,0 cm reduziert sich der Sohldruckwiderstand auf  $\sigma_{R,d} = 120...90$  kN/m<sup>2</sup>.

Tabelle 14: Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes  $\sigma_{R,d}$

	Sohldruckwiderstand [kN/m <sup>2</sup> ]			Setzung [cm]		
Anlage 5, Blatt 1	<b>Widerlager Ost (BK 1-22)</b>					
Fundamentbreite [m]	3,0	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0
Sohldruckwiderstand [kN/m <sup>2</sup> ]	474 <sup>*)</sup>	448 <sup>*)</sup>	459 <sup>*)</sup>	200	170	150
Setzung [cm]	5,2	5,8	7,0	2,0	2,0	2,0

<sup>\*)</sup> Grundbruchspannung

### Folgerung:

Aufgrund der am Standort anstehenden setzungsempfindlichen Böden treten bei typischen Bauwerksbelastungen von 300-400 kN/m<sup>2</sup> Setzungen auf, die das Bauwerk nicht ohne größere Schäden aufnehmen kann. Eine Flachgründung in den bindigen Böden, auch mit Kiespolster, wird nicht empfohlen.

### 3.2.2 Bohrpfahlgründung

Alternativ zur Flachgründung können die Widerlager auf Bohrpfählen gegründet werden. Zur Bemessung von Bohrpfählen werden Spitzendruck- und Mantelreibungswerte benötigt. Die Einbindung der Bohrpfähle muss nach EA-Pfähle /U 7/ mindestens 2,5 m in tragfähige Schichten erfolgen.

Tragfähige Schichten für den Ansatz eines Pfahlsitzendrucks sind im Sinne der EA-Pfähle rollige Böden mit einem mittleren Spitzenwiderstand der Drucksonde  $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$  oder bindige Böden mit einer Scherfestigkeit des undrained Boden  $c_{u,k} \geq 0,1 \text{ MN/m}^2$ .

Entsprechend der Erkundungsergebnisse sind die dichten Sande (Schicht 2.3, 3.3) für die Ableitung der Pfahlsitzendrücke am besten geeignet und werden an dieser Stelle empfohlen.

In den nachfolgenden Tabellen werden die zur Vorbemessung erforderlichen Bohrpfahlkennwerte für die maßgebenden Baugrundsichten in Anlehnung an die EA-Pfähle /U 7/ angegeben. Da Pfahlkennwerte aus dem Spitzenwiderstand  $q_c$  von Drucksondierungen bzw. aus der undrainierten Scherfestigkeit bindiger Böden abgeleitet werden, die nicht oder nicht durchgängig vorliegen, wird von folgenden Zusammenhängen ausgegangen:

- Kiese, Sande, mitteldicht:  $q_c \geq 7,5 \text{ MPa}$
- Sande, dicht:  $q_c \geq 15 \text{ MPa}$

- Bindige Böden, weich:  $c_U \geq 20 \text{ kPa}$
- Bindige Böden, steif:  $c_U \geq 60 \text{ kPa}$
- Bindige Böden, halbfest:  $c_U \geq 150 \text{ kPa}$

Damit können die Tabellen der EA-Pfähle zur Ableitung der Pfahlkennwerte für Bohrpfähle prinzipiell angewendet werden. In der nachfolgenden Tabelle 15 sind abweichend von den Werten der EA-Pfähle Pfahlkennwerte angegeben, die für die weitere Bemessung von Bohrpfählen empfohlen werden.

Tabelle 15: Pfahlspitzenwiderstand und Pfahlmantelreibung

Schicht	Spitzendruck $q_{b,k} [\text{MN/m}^2]$ <sup>1)</sup>	Mantelreibung $q_{s,k} [\text{MN/m}^2]$	horizontale Bettungsziffer $k_{s,k} [\text{MN/m}^3]$ <sup>2)</sup>
1.1.1	---	0,015	12 <sup>3)</sup>
2.2	0,8 / 1,05 / 2,3	0,07	20
2.3	1,2 / 1,5 / 3,5	0,12	50
3.3	0,8 / 1,05 / 2,3	0,1	30
4.2	---	0,025	4
4.3	0,35 / 0,45 / 0,8	0,04	6
4.4	0,75 / 0,9 / 1,5	0,065	15
5.4	0,45 / 0,55 / 1,0	0,055	12

<sup>1)</sup> in Abhängigkeit von bezogener Pfahlkopfsetzung nach EA-Pfähle

<sup>2)</sup>  $k_{s,k} = E_{s,k} / D_s$  mit Pfahldurchmesser  $D_s = 1,0 \text{ m}$  basierend auf  $E_{s,0}$  bei  $100 \text{ kN/m}^2$  (Tabelle 11), bei Tiefen ab ca. 7 m kann  $k_{s,k}$  spannungsabhängig erhöht werden, gemäß Ohde'scher Gleichung (siehe Abschnitt 2.9)

<sup>3)</sup> von 0 linear ansteigend

Die angegebenen Werte gelten für Bohrpfähle ( $D = 0,30 - 3,0 \text{ m}$ ) mit einer Einbindetiefe in den tragfähigen Baugrund von mindestens 2,5 m. Die Mächtigkeit der tragfähigen Böden unterhalb der Pfahlfußfläche darf ein Maß von 3 x Pfahldurchmesser (mind. jedoch 1,5 m) nicht unterschreiten. Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass in diesem Bereich  $q_c \geq 10,0 \text{ MN/m}^2$  bzw.  $c_{u,k} \geq 0,10 \text{ MN/m}^2$  nachgewiesen ist. Wenn die genannten geometrischen Werte unterschritten werden, ist ein Nachweis gegen Durchstanzen zu führen. Außerdem ist dann nachzuweisen, dass der darunter liegende Boden das Setzungsverhalten nicht maßgeblich beeinträchtigt. Sofern dies nicht gewährleistet ist, empfehlen wir, sicherheitshalber keinen Spitzendruck anzusetzen.

In Anlage 5, Blatt 2 ist eine Pfahlberechnung für einen Einzelpfahl nach EC 7 und DIN 4014 für das Bohrprofil BK 1-22 durchgeführt worden. Danach ergeben sich für einen Pfahldurchmesser 1,2 m folgende Ergebnisse, die für eine Vorbemessung verwendet werden können:

Tabelle 16: Ergebnisse Pfahlberechnung – Bohrung BK 1-22 – Widerlager Ost

Pfahllänge [m]	Pfahldurchmesser [m]	Pfahlwiderstand $R_k$ [MN]	zul. V ( $R_{E,k}$ ) [MN]	Setzung s [cm]
10,0	1,2	1,36	0,68	0,59
12,0	1,2	3,30	1,65	1,04
14,0	1,2	6,08	3,05	1,64
16,0	1,2	3,59	1,80	1,11
18,0	1,2	7,44	3,73	1,76
20,0	1,2	8,34	4,18	1,91

Des Weiteren gelten die Angaben für Einzelpfähle und unter Beachtung der ergänzenden Forderungen und Hinweise der EA-Pfähle /U 7/.

### 3.2.3 Mikropfähle – Kleinverpresspfähle

Unter Mikropfähle versteht man Verpresspfähle mit einem Schaftdurchmesser kleiner 300 mm. Sie eignen sich zur Abtragung von Druck- und Zugkräften. Mikropfähle werden wegen der kleinen Bohrgeräte oft zur Nachgründung bereits bestehender Bauwerke verwendet. Die Lastabtragung erfolgt dabei ausschließlich über die Mantelreibung.

Die Krafteintragungslänge der Verpresspfähle sollte mindestens 3,0 m in die tragfähigen Bodenschichten erfolgen. Tragfähige Schichten für den Ansatz eines Pfahlmantelreibung sind im Sinne der EA-Pfähle /U 7/ rollige Böden mit einem mittleren Spitzenwiderstand der Drucksonde  $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$  oder bindige Böden mit einer Scherfestigkeit des undrained Boden  $c_{u,k} \geq 0,06 \text{ MN/m}^2$ .

Für die Herstellung der Mikropfähle sind die Hinweise und Forderungen der DIN EN 14199 zu beachten.

Bei Zugpfählen sollten nach EA-Pfähle immer Pfahlprobelastungen durchgeführt. Auch die DIN 1054 lässt eine Abschätzung der Zugpfahlwiderstände nur in Ausnahmefällen zu.

Die rechnerische Länge der verpressten Mikropfähle ist nach EA-Pfähle auf maximal 12,0 m zu begrenzen, da dies dem bisherigen Erfahrungsbereich entspricht. In der Praxis werden jedoch auch größere Längen hergestellt.

Bei der Nachweisführung von Zugpfahlgruppen ist zu beachten, dass hier nach DIN 1054 stets zwei Grenzfälle zu untersuchen sind:

- mit der Annahme, dass jeder Pfahl als Einzelpfahl wirkt und

- mit der Annahme, dass die Pfähle zusammen mit dem umgebenden Boden infolge der Gruppenbildung einen geschlossenen Block bilden.

Vorbehaltlich der durchzuführenden Pfahlprobelastungen werden in der EA-Pfähle Erfahrungswerte der Pfahlmantelreibung von verpressten Mikropfählen für nichtbindige und bindige Böden angegeben. Die Zwischenwerte der Tabelle können geradlinig interpoliert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Werte für Druckpfähle gelten und die Werte für Zugpfähle deutlich abzumindern sind.

In Anlehnung an die EA-Pfähle und Erfahrungen werden in Tabelle 17 Bruchwerte der Pfahlmantelreibung  $q_{s,k}$  [MN/m<sup>2</sup>] empfohlen.

Tabelle 17: Bruchwerte der Pfahlmantelreibung  $q_{s,k}$

Schicht	Bodenart	Bruchwert Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1.1.1	Auffüllung, rollig, locker	---
2.2	Kiese, mitteldicht	0,15
2.3	Sande, Kiese, dicht	0,20
3.3	Sande, schluffig, dicht	0,17
4.2	Tone, Schluffe, weich, weich-steif	---
4.3	Tone, Schluffe, steif, steif-halbfest	0,05
4.4	Tone, Schluffe, halbfest	0,075
5.4	Tone, halbfest	0,075

Die angegebenen Werte gelten zur Vorbemessung und unter Vorbehalt der noch durchzuführenden Pfahlprobelastungen. Die genauen Schichtunterkanten sind den jeweiligen Bohrprofilen zu entnehmen. Wir empfehlen, die Pfahlbohrungen zu überwachen und die Pfahllängen im Zuge der Bauausführung ggf. zu präzisieren.

### 3.3 Stützbauwerke an Hochspannungsmasten Nr. 1445 und Nr. 56

#### 3.3.1 Bohrpfahlgründung

Die Stützbauwerke an den Hochspannungsmasten Nr. 1445 und Nr. 56 können auf Bohrpfählen gegründet werden. Zur Bemessung von Bohrpfählen werden Spitzendruck- und Mantelreibungswerte benötigt. Die Einbindung der Bohrpfähle muss nach EA-Pfähle /U 7/ mindestens 2,5 m in tragfähige Schichten erfolgen.

Tragfähige Schichten für den Ansatz eines Pfahlspitzendrucks sind im Sinne der EA-Pfähle rollige Böden mit einem mittleren Spitzenwiderstand der Drucksonde  $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$  oder bindige Böden mit einer Scherfestigkeit des undrained Boden  $c_{u,k} \geq 0,1 \text{ MN/m}^2$ .

Im Weiteren gelten für die Vorbemessung der Bohrpfahlgründung die Angaben aus Kapitel 3.2.2.

### 3.4 Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse

Querwiderstände dürfen nur für Pfähle mit einem Pfahlschaftdurchmesser  $D \geq 0,30 \text{ m}$  bzw. einer Kantenlänge  $a \geq 0,30 \text{ m}$  angesetzt werden. Der charakteristische Querwiderstand darf dabei durch charakteristische Werte des horizontalen Bettungsmoduls beschrieben werden. Der horizontale Bettungsmodul  $k_{s,k}$  lässt sich grob abschätzen nach der Gleichung:

$$k_{s,k} = E_{s,k} / D_s \quad \text{mit } E_{s,k} \dots \text{ charakteristischer Wert des Steifemoduls} \\ D_s \dots \text{ Pfahldurchmesser}$$

Die Anwendung dieser Formel gilt für einen Höchstwert der Horizontalverschiebung von  $y=2\text{cm}$  bzw.  $y=0,03 \cdot D$ , wobei der kleinere Wert maßgebend ist. Bei einem Pfahldurchmesser von  $1,2 \text{ m}$  ergibt sich somit eine maximale Horizontalverschiebung von 2 cm  $< 0,03 \cdot 1,2 \text{ m} = 3,6 \text{ cm}$ . Bei größeren Verformungen sind die Bettungsmoduli abzumindern. Bei der Ermittlung des horizontalen Bettungsmoduls ist ebenfalls eine Gruppenwirkung der Pfähle zu berücksichtigen. Bei einem Pfahlabstand, der dem zweifachen Pfahldurchmesser entspricht, ist der Bettungsmodul mit dem Faktor  $0,75$  abzumindern.

Tabelle 15 angegebenen Bettungsziffern gelten für Pfahldurchmesser =  $1,0 \text{ m}$  und maximale Horizontalverformungen von  $2,0 \text{ cm}$ .

### 3.5 Zusatzbelastung auf Pfähle

Vertikale und horizontale Verschiebungen von Weichschichten verursachen eine zusätzliche Belastung aus negativer Mantelreibung sowie Biegung aus Seitendruck auf Pfähle.

Ob Einwirkungen aus Seitendruck zu erwarten sind, kann näherungsweise mit Geländebruchuntersuchungen abgeschätzt werden (siehe /U 19/, Seite 201ff). Bei einem Grenzwert des Ausnutzungsgrades gemäß EA-Pfähle, Kapitel 4.5.2, Tabelle 4.1 von  $\mu < 0,8$  für bindige Böden kann eine Pfahlbemessung auf Seitendruck entfallen. Sofern Seitendruck zu berücksichtigen ist, sollte nach EA-Pfähle, Kapitel 4.5.5 eine charakteristische Mindestmomentenbeanspruchung gemäß Bild 1 in Abhängigkeit des Pfahldurchmessers berücksichtigt werden.

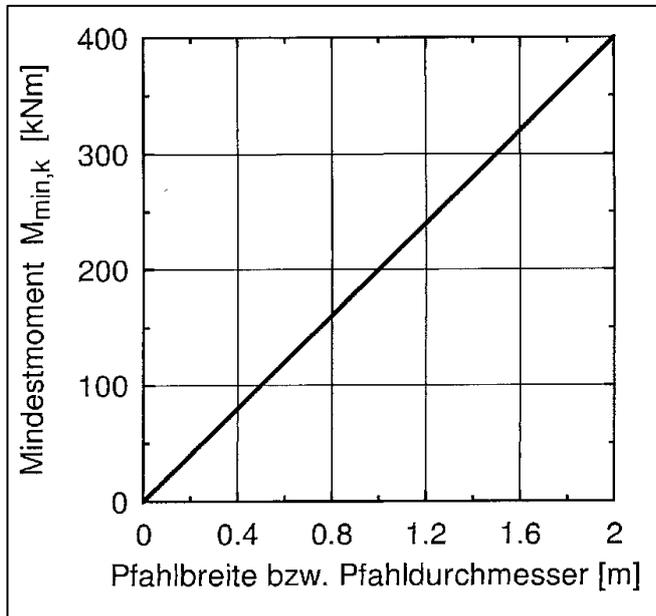


Bild 1: charakteristisches Mindestmoment

### 3.6 Baugrubensicherung

Nach DIN 4124 dürfen Baugruben bis 1,25 m Tiefe senkrecht hergestellt werden, sofern die in dieser Norm angegebenen Hinweise und Forderungen erfüllt werden. Ausgehend von den Erkundungsergebnissen können nach DIN 4124 für Böschungen bis 5,0 m Höhe ohne besonderen Nachweis folgende Böschungswinkel im Lockergesteinsbereich über Grundwasser entsprechend DIN 4124 in Ansatz gebracht werden:

- Schicht 1.1             $\beta \leq 45^\circ$
- Schicht 2, 3            $\beta \leq 45^\circ$
- Schicht 4, 5            $\beta \leq 60^\circ$  (mindestens steife Konsistenz) ansonsten  $\beta \leq 45^\circ$

Bei belasteten Böschungen und/oder Grundwasser oberhalb der Sohle ist die Standsicherheit nachzuweisen. Für die Herstellung der Baugruben sind die weitergehenden Forderungen, Empfehlungen und Hinweise der DIN 4124 zu beachten.

Baugrubenböschungen in den Lösslehmen sind vor Erosion, bedingt durch Niederschläge, unbedingt zu schützen (z. B. Planen).

Sofern Verbauarbeiten vorgesehen sind, können die Rechenwerte zur Verbauberechnung Abschnitt 2.9, Tabelle 11 entnommen werden. Angaben zur Rammfähigkeit des Untergrundes enthält Abschnitt 2.10. Die Lastabtragung von Stahlträgerprofilen bzw. Spundwänden erfolgt

über Spitzendruck und Mantelreibung. Die Profile sind bei Ansatz eines Spitzendrucks in die tragfähigen mitteldichten bis dichten Sande/Kiese (Schicht 2.2, 2.3, 3.3) einzubinden.

Die horizontalen Bettungsziffern für durchgehende Verbauwände lassen sich in Anlehnung an die EAB 2012 /U 8/, Kapitel 4.5 (EB 102) näherungsweise ableiten zu:

$$k_{sh,k} = E_{sh,k}/t_B \quad (\text{für Ortbetonwände und Spundwände})$$

$$k_{sh,k} = E_{sh,k}/b \quad (\text{für Bohlträger})$$

mit:  $E_{sh,k}$  - horizontale Steifemodul

$t_B$  - von der Bettung erfasste Einbindetiefe

$b$  - Flanschbreite bei geramten Trägern, bei Trägern, die in vorgebohrte Löcher eingestellt werden, tritt der Bohrlochdurchmesser  $D$  an die Stelle von  $b$

Der horizontale Steifemodul  $E_{sh}$  kann aus dem vertikalen Modul  $E_s$  (siehe Tabelle 11) mit dem Faktor  $0,5 \leq f \leq 1,0$  (EAB 2012, Seite 68) umgerechnet werden. Im vorliegenden Fall empfehlen wir einen Umrechnungsfaktor von 0,75, um den Einfluss der Vorbelastung aus dem Gewicht des Bodenaushubs zu berücksichtigen.

### Spundwände

Werden Spundwände als Baugrubenverbau vorgesehen, so kann eine Vordimensionierung für vertikale Lasten auf Basis von Erfahrungswerten nach EAB /U 8/, wie nachfolgend beschrieben, durchgeführt werden. Grundsätzlich liefert eine Probebelastung sicherere Ergebnisse als eine Dimensionierung auf der Basis von Erfahrungswerten und wird daher von uns empfohlen.

Die Abtragung von zusätzlichen Lasten neben der Eigenlast der Baugrubenkonstruktion und der Vertikalkomponente des Erddrucks bei Spundwänden mit einer Einbindetiefe von  $t_g < 3,0$  m ist ohne Nachweis nicht zulässig.

Die vertikale Tragfähigkeit von Spundwandkonstruktionen ermittelt sich wie folgt:

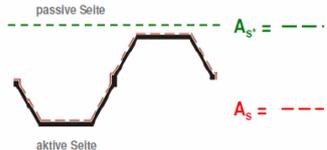
$$R_{1,k} = A_b * q_{b,k} + A_s * q_{s,k}$$

$A_b$  - wirksame Aufstandsfläche

$q_{b,k}$  - charakteristischer Fußwiderstand

$A_s$  - tatsächlich vorhandene Mantelfläche unterhalb der Baugrubensohle

$q_{s,k}$  - charakteristische Mantelreibung

<p>Die Ermittlung des charakteristischen Fußwiderstandes ergibt sich gemäß EAB 2012, Bild EB85-2 /U 8/ aus der vorhandenen Stahlquerschnittsfläche <math>A_b</math> und dem Spitzendruck. Eine Bodenpfropfenbildung wird nicht mehr angesetzt.</p>	<p>Der charakteristische Mantelwiderstand ermittelt sich gemäß EAB 2012 /U 8/ aus der vorhandenen Mantelfläche <math>A_s</math> unterhalb der Baugrubensohle. Die Mantelreibung ist auf der Baugrubenseite anzusetzen. Auf der gegenüberliegenden Seite (aktive Seite) sollte sie bis zum theoretischen Fußpunkt der Spundwand nicht angesetzt werden, da sich die Spundwand durch die Horizontalkräfte vom Boden wegbewegt. Nach EAU, Abschnitt 8.2.5.6.5, in der das gleiche Verfahren zur Tragfähigkeitsermittlung verwendet wird, kann die Wandreibung auf der passiven Seite ggf. um einen Faktor von bis zu 2 erhöht werden.</p>
<p><math>R_{b,k} = A_b \cdot q_{b,k}</math></p> 	<p><math>R_{p,k} = A_s \cdot q_{s,k}</math></p> 

In der nachfolgenden Tabelle 18 ist der charakteristische Spitzendruck  $q_{b,k}$  und die Mantelreibung  $q_{s,k}$  für Spundwände angegeben. Die Werte für nichtbindige Böden wurden in Anlehnung an die EAB 2012, Anhang A10 /U 8/ und für bindige Böden gemäß EA-Pfähle 2012 /U 7/ gewählt. Die von uns angesetzten Ausgangswerte, um die Tragfähigkeitswerte ermitteln zu können, wurden bereits unter Abschnitt 3.2.2 angegeben.

Tabelle 18: Charakteristische Werte Spitzendruck und Mantelreibung für Spundbohlen

Schicht	Lagerungsdichte / Konsistenz	Spitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1.1.1	locker	---	0,01
2.2	mitteldicht	7,5	0,02
2.3	dicht	15,0	0,045
3.3	dicht	15,0	0,04
4.2	weich	---	0,005 <sup>1)</sup>
4.3	steif	0,45 <sup>1)</sup>	0,015 <sup>1)</sup>
4.4	halbfest	0,7 <sup>1)</sup>	0,025 <sup>1)</sup>
5.4	halbfest	0,7 <sup>1)</sup>	0,025 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Die angegebenen Werte für bindige Böden sind mit den Anpassungsfaktoren für Spundbohlen nach Kempfert/Becker 2008 multipliziert; für die Mantelreibung mit  $\eta_s=0,45$  und für den Spitzendruck mit  $\eta_b=1,3$ .

Werden die Spundbohlen eingerüttelt, sind die Werte für Mantelreibung und Spitzenwiderstand auf 75% abzumindern. Wir empfehlen, den letzten Meter in jedem Fall zu rammen.

Um die auftretenden Erschütterungseinwirkungen in den Baugrund sowie die Lärmbelästigung zu reduzieren, kann vorgebohrt werden. Es ist zu beachten, dass beim Einbringen von Spundbohlen mit Auflockerungsbohrungen bis zur vollen Endtiefe der Ansatz von Mantelreibung und Spitzendruck durch einen sachkundigen Geotechniker neu eingeschätzt werden muss.

Für die Dimensionierung der Spundwandkonstruktionen sind die weitergehenden Forderungen, Empfehlungen und Hinweise der EAB zu beachten.

### Trägerbohlwände

In der nachfolgenden Tabelle 19 sind der charakteristische Spitzendruck  $q_{b,k}$  und die Mantelreibung  $q_{s,k}$  für *Rammpfähle (Stahl-/Spannbeton)* zur Vorbemessung von Bohlträgern angegeben. Die charakteristischen Werte für Bohlträger können mit den in Tabelle 20 angegebenen Modellfaktoren gemäß EA-Pfähle,  $\eta_b$  für den Spitzendruck und  $\eta_s$  für die Mantelreibung, für das entsprechend gewählte Stahlträgerprofil ermittelt werden.

Tabelle 19: Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung für Rammpfähle nach EA-Pfähle /U 7/ ohne Berücksichtigung der Modellfaktoren

Schicht	Bodenart	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1.1.1	Auffüllung, rollig, locker	---	0,015
2.2	Kiese, mitteldicht	2,2 - 4,2	0,04
2.3	Sande, Kiese, dicht	4,0 - 7,6	0,065
3.3	Sande, schluffig, dicht	3,0 - 5,0	0,05
4.2	Tone, Schluffe, weich, weich-steif	---	0,01
4.3	Tone, Schluffe, steif, steif-halbfest	0,35 - 0,6	0,03
4.4	Tone, Schluffe, halbfest	0,55 - 0,85	0,04
5.4	Tone, halbfest	0,55 - 0,85	0,04

<sup>1)</sup> in Abhängigkeit von bezogener Pfahlkopfsetzung nach EA-Pfähle

Tabelle 20: Modellfaktoren für Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung  $\eta_b$  bzw.  $\eta_s$  von Fertigrammpfählen nach EA-Pfähle /U 7/

Pfalhtyp		$\eta_b$	$\eta_s$
Stahlbeton und Spannbeton		1,00	1,00
Stahlträgerprofil <sup>1)</sup> ( $h \leq 0,5$ m und $h/b_F \leq 1,5$ )	$s = 0,035 \cdot D_{eq}$	$0,61-0,3 \cdot h/b_F$	0,60
	$s = 0,10 \cdot D_{eq}$	$0,78-0,3 \cdot h/b_F$	
doppeltes Stahlträgerprofil		0,25	0,60
offenes Stahlrohr und Hohlkasten ( $0,3$ m $\leq D_b \leq 1,6$ m)		$0,95 \cdot e^{-1,2 \cdot D_b}$	$1,1 \cdot e^{-0,63 \cdot D_b}$
geschlossenes Stahlrohr ( $D_b \leq 0,8$ m)		0,80	0,60

<sup>1)</sup>  $h$  = Höhe des Stahlträgerprofils,  $b_F$  = Flanschbreite des Stahlträgerprofils,  $D_{eq}$  = äquivalenter Durchmesser des Pfahlfußes [m]

### 3.7 Ausbildung der Hinterfüllung

Mit dem Neubau der Brücke sind die Hinterfüllungen in Anlehnung an die Ril 836 so auszubilden, dass Setzungen am Übergang zwischen Kunstbauwerk und Erdbauwerk infolge:

- Konsolidierung des Untergrundes,
- Eigenverformung der Hinterfüllung und
- Verkehrsbelastung minimiert werden.

Gemäß Ril 836, Modul 836.4106A01, Bild 2 sind die Hinterfüllmaterialien aus wasserdurchlässigen, grobkörnigen, weit- oder intermittierend gestuften Kiessanden (GW, GI, SW, SI nach DIN 18196) mit einem Verdichtungsgrad  $D_{pr} \geq 1,0$  einzubauen. Um dies zu erreichen, sind sie im erdfeuchten Zustand in Lagen von  $d \leq 0,30$  m einzubauen und zu verdichten. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung kontinuierlich nachzuweisen. Das einzubauende Material ist auf seine Eignung hin im Vorfeld der Baumaßnahme zu prüfen. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung kontinuierlich nachzuweisen.

Eine schematische Darstellung für die Ausführung der Hinterfüllung bei bestehenden Strecken ist im Bild 2 der Ril 836.4106A01 abgebildet. Die Breite des Hinterfüllbereiches muss auf OK der Hinterfüllung mindestens 5,0 m bzw.  $2 \times H$  (Auffüllhöhe) betragen. Der größere Wert ist maßgebend. Zur Entwässerung empfehlen wir eine Sickerschicht mit Entwässerungsrinne anzuordnen und anfallendes Wasser aus dieser abzuleiten.

### 3.8 Verankerung

Für die Bemessung und Herstellung von Verpressankern ist die DIN EN 1997 und die DIN 1054 zu beachten. Die Bemessung (Art, Länge, Lage) der Verpressanker ist von den Baugrundverhältnissen, der Belastung und der Einspannungstiefe der Trägerelemente sowie deren zulässiger Verformungen abhängig. Die Bemessung der Anker, insbesondere die Verpresskörperlänge, muss den hier erkundeten Baugrundverhältnissen entsprechen und in Zusammenhang mit der Berechnung der Trägerelemente nach den bekannten Regeln der Erdstatik ermittelt werden.

Die Krafteintragung sollte vollständig in einer Bodenschicht liegen. Da die bindigen Auffüllungen und Deckschichten nicht für eine Verankerung geeignet sind und der Verpresskörper mindestens 4,0 m unter Geländeoberfläche liegen sollte, empfehlen wir die vollständige Einbindung des Verpresskörpers in mindestens steife/halfeste bindige Böden (Schicht 4.3, 4.4) oder dicht gelagerte Sande (Schicht 2.3, 3.3).

Die erforderliche Krafteintragungslänge sollte mindestens 4,0 m und die freie Ankerlänge mindestens 5,0 m betragen. Es ist an Probeankern eine Eignungsprüfung und an allen Anker eine Abnahmeprüfung auf der Baustelle durchzuführen.

Zur Bestimmung der Grenzlaster bzw. Grenzwerte der mittleren Mantelreibung von Verpressankern können die Diagramme nach OSTERMEYER (Bild 2, 3) verwendet werden. Diese Werte gelten für Einzelanker mit Verpresskörper-Durchmessern zwischen 100-150 mm und einer Überlagerung  $\geq 4,0$  m.

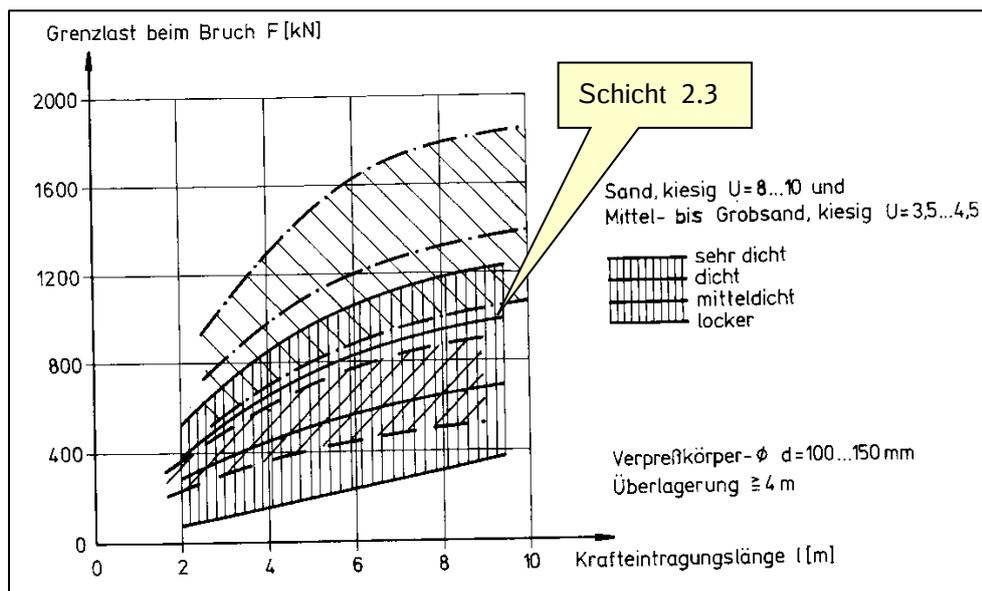


Bild 2: Grenzlaster von Ankerankern in nichtbindigen Böden (nach Ostermeyer)

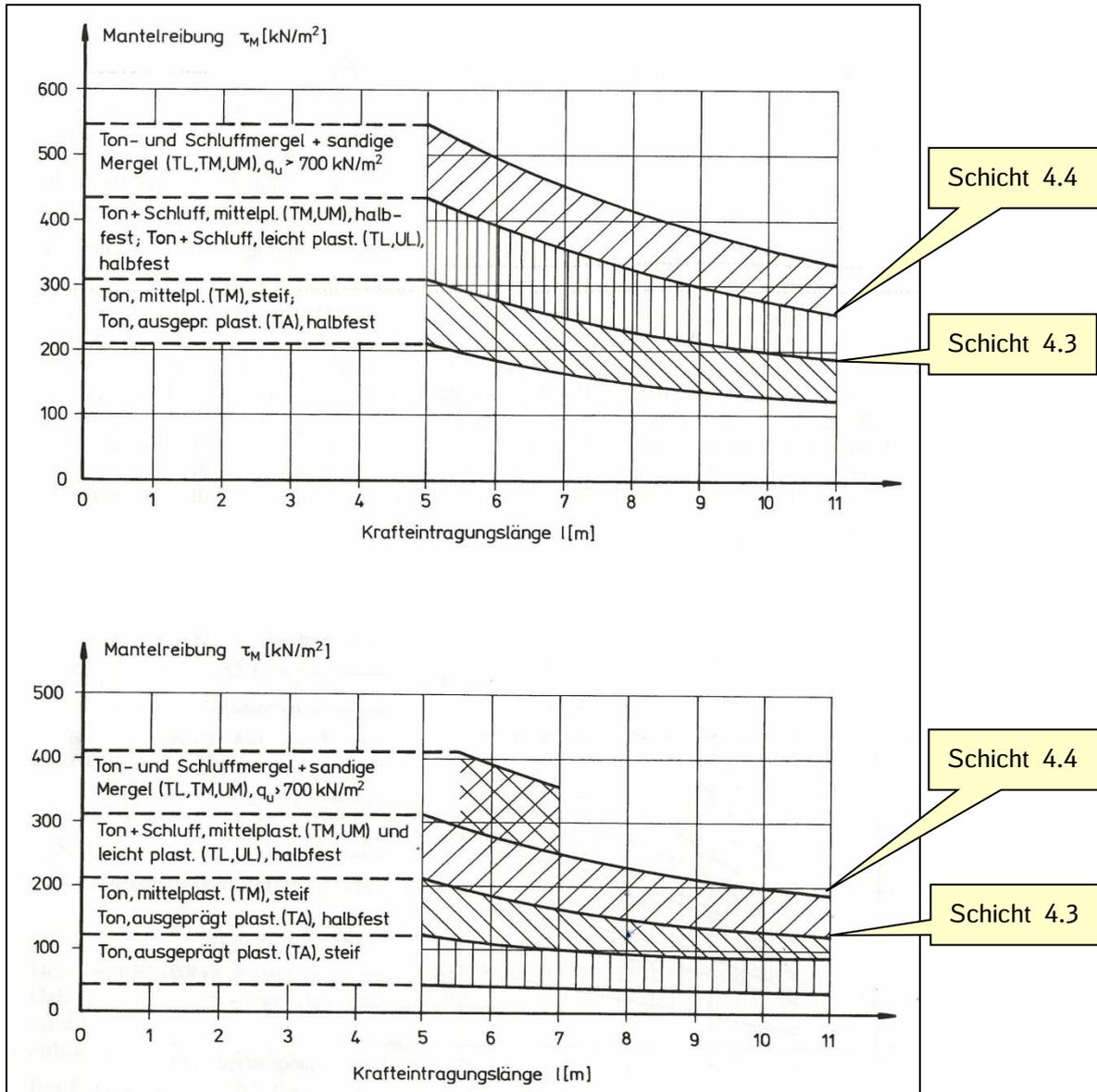


Bild 3: Grenzlast von Ankern in bindigen Böden, oben mit und unten ohne Nachverpressung

Für die erkundeten tragfähigen Böden können folgende Grenzlasten angesetzt werden. Wir empfehlen diese zur Abschätzung der Gebrauchslast mit dem Faktor 0,5 abzumindern.

Tabelle 21: Grenzlast von Ankern gemäß Bild 1 bis Bild 3

Krafteintragungslänge $l$ [m]		Grenzlast beim Bruch [kN]		
		4 m	6 m	8 m
Schicht 2.3	Sande, dicht	650	800	920
Schicht 4.3 <sup>1)</sup>	Tone, Schluffe, steif, steif-halbfest	210 / 310	180 / 275	150 / 230
Schicht 4.4 <sup>1)</sup>	Tone, Schluffe, halbfest	300 / 425	275 / 390	220 / 325

<sup>1)</sup> 1. Wert ohne Nachverpressung / 2. Wert mit Nachverpressung

### **3.9 Wasserhaltung**

Mit den Bohrungen wurde zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten Grundwasser in großen Tiefen angetroffen.

Bei einer Bohrpfahlgründung ist kein negativer Einfluss des Grundwassers zu erwarten. Eine Wasserhaltung ist in diesem Fall nicht erforderlich. Bei einer Pfahlgründung sind die Pfähle mit vorausseilender Verrohrung herzustellen. Unter dem Grundwasserspiegel ist mit Wasserüberdruck bzw. Überdruck einer Tonsuspension zu bohren. Auflockerungen infolge des Herstellungsprozesses der Pfähle sind grundsätzlich zu vermeiden.

Werden bei der Herstellung der Widerlager Baugruben erforderlich, so ist aufgrund der erkundeten bindigen Lösslehme mit örtlich auftretendem Sicker- und Stauwasser zu rechnen. Dieses ist dann in einer offenen Wasserhaltung zu fassen und abzupumpen.

Bei Einleitung von Wässern in eine Vorflut ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich.

### **3.10 Bautechnische Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen**

Die beim Aushub anfallenden Böden bestehen aus den anstehenden Lösslehm, Sanden und Kiesen; im Bereich der Autobahn auch Auffüllungen.

Diese Böden können in Bereichen ohne besondere Anforderungen an Durchlässigkeit, Verdichtungsgrad, Frostempfindlichkeit usw. als Auffüllmaterial o.ä. eingesetzt werden. Fremdbestandteile wie Wurzeln, Bauschutt, Schlacke o.ä. sind vor einer Wiederverwendung der Böden auszusondern. Bindige Böden mit weicher Konsistenz müssen vor Wiederverwendung gesondert behandelt werden (Austrocknung, Zugabe von Branntkalk). Ausgebaute Oberböden sind für eine bautechnische Wiederverwendung nicht geeignet und nur zur Rekultivierung zu verwenden.

Die v. g. Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die bautechnische Wiederverwendbarkeit von Aushubböden. Vor einer Wiederverwendung sind die Ergebnisse von abfalltechnischen Untersuchungen unbedingt zu berücksichtigen. Die durchgeführten umweltanalytischen Laborergebnisse werden in einem separaten abfalltechnischen Bericht dargestellt.

### **3.11 Einfluss der Baumaßnahme auf angrenzende Bebauung / Gleisanlagen**

Bei eventuell notwendigen Rammarbeiten ist eine kontinuierliche Beobachtung und Überwachung von Nachbarbebauungen, hier die BAB A5, vorzusehen.

Die Rammsysteme sind so zu wählen, dass möglichst geringe Erschütterungen auf die angrenzenden Bauungen wirken. Es ist zu beachten, dass die Lösslehme bei dynamischer Anregung ihren Zustand in der Weise ändern können, dass sich ihre Festigkeit und damit ihre Tragfähigkeit verringert.

Bei den Einwirkungen auf bauliche Anlagen wird zwischen kurzzeitigen Erschütterungen und Dauererschütterungen unterschieden.

Bezüglich des Eintragens von Vibrationen wird auf die DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ verwiesen. Im Teil 3 der v. g. DIN wird unter anderem auch auf die erforderlichen Mindestabstände zwischen Erschütterungsquelle und baulichen Anlagen eingegangen.

Im Vorfeld der Baumaßnahme sollte eine Beweissicherung der Nachbarbebauung durchgeführt werden. Die Leitungen Dritter sind mit dem Betreiber in einer Beweissicherung zu markieren und einzumessen (Gas, Fernwärme, Strom, Telefon usw.). Unter Umständen ist eine Umverlegung erforderlich.

## **4 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen**

In diesem geotechnischen Bericht werden die Baugrundverhältnisse sowie deren Bewertung im Bereich der neuen Eisenbahnüberführung über die BAB A5 bei km 3,2+83 dargestellt. Gegenstand der Untersuchung ist die Ermittlung von Bodenkenn- und Rechenwerten sowie die Unterbreitung von Gründungsvorschlägen für den Neubau der Brücke.

Der Baugrund besteht im Widerlager- und Mittelpfeilerbereich unter geringmächtigen Auffüllungen aus leicht- bis mittelplastischen Tonen und Schluffen (Lösslehme). Die Konsistenz schwankt zwischen weich bis halbfest. Darunter folgen in Wechsellagerung mitteldichte und dichte Sande/Kiese und steife bis halbfeste Tone.

Die Beschreibung der Bodenverhältnisse wurde durch bodenphysikalische Laborversuche und insitu-Versuche unteretzt. Weiterhin wurden Grundwasser- und Bodenproben auf beton- und stahlangreifende Inhaltsstoffe untersucht.

Mit den ausgeführten Bohrungen wurde Grundwasser in den Sanden unterhalb der Lösslehme angetroffen. Der höchste Wasserstand wurde in der Bohrung BK 1-26 bei 101,38 m DHHN 92 (17,5 m unter GOK) gemessen. Der aktuelle Messwert in der in der Nähe befindlichen Grundwassermessstelle GWM 1-47.2 betrug am 02.02.2016 100,24 m DHHN 92 - entspricht 19,59 m unter GOK. Daraus wurde ein Bemessungswasserstand für den Bauzustand von 101,50 m DHHN 92 und für den Endzustand von 102,20 m DHHN 92 abgeleitet.

In Abschnitt 2 wird aus den erkundeten Bodenschichten ein Baugrundmodell entwickelt und die zugehörigen Boden- und Berechnungskennwerte angegeben. Ferner werden in diesem Abschnitt Aussagen zur Rammfähigkeit und Versickerungsfähigkeit des Untergrundes gemacht. Angaben zur Gründung der Brücke, Baugrubensicherung und Wasserhaltung, Ausbildung der Hinterfüllung sowie Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen enthält Abschnitt 3.

Bei Beachtung der gegebenen Empfehlungen, Hinweise und Forderungen empfehlen wir, die neue Brücke und die Stützbauwerke auf Bohrpfählen zu gründen. Dazu wurden die Werte des Pfahlspitzendrucks und der Pfahlmantelreibung angegeben.

Für einen möglichen Verbau mittels Spund- oder Trägerbohlwänden sowie deren Verankerung wurden ebenfalls Rechenwerte angegeben.

Die punktförmig durchgeführten Bodenuntersuchungen geben einen guten Überblick über die vorhandenen Untergrundverhältnisse, sie schließen jedoch Abweichungen in Teilbereichen nicht aus. Wir empfehlen uns einzuschalten, wenn sich Abweichungen von den Untersuchungsergebnissen ergeben bzw. planungstechnische Änderungen durchgeführt werden, die Einfluss auf die Gründung des Bauwerkes haben.

aufgestellt:

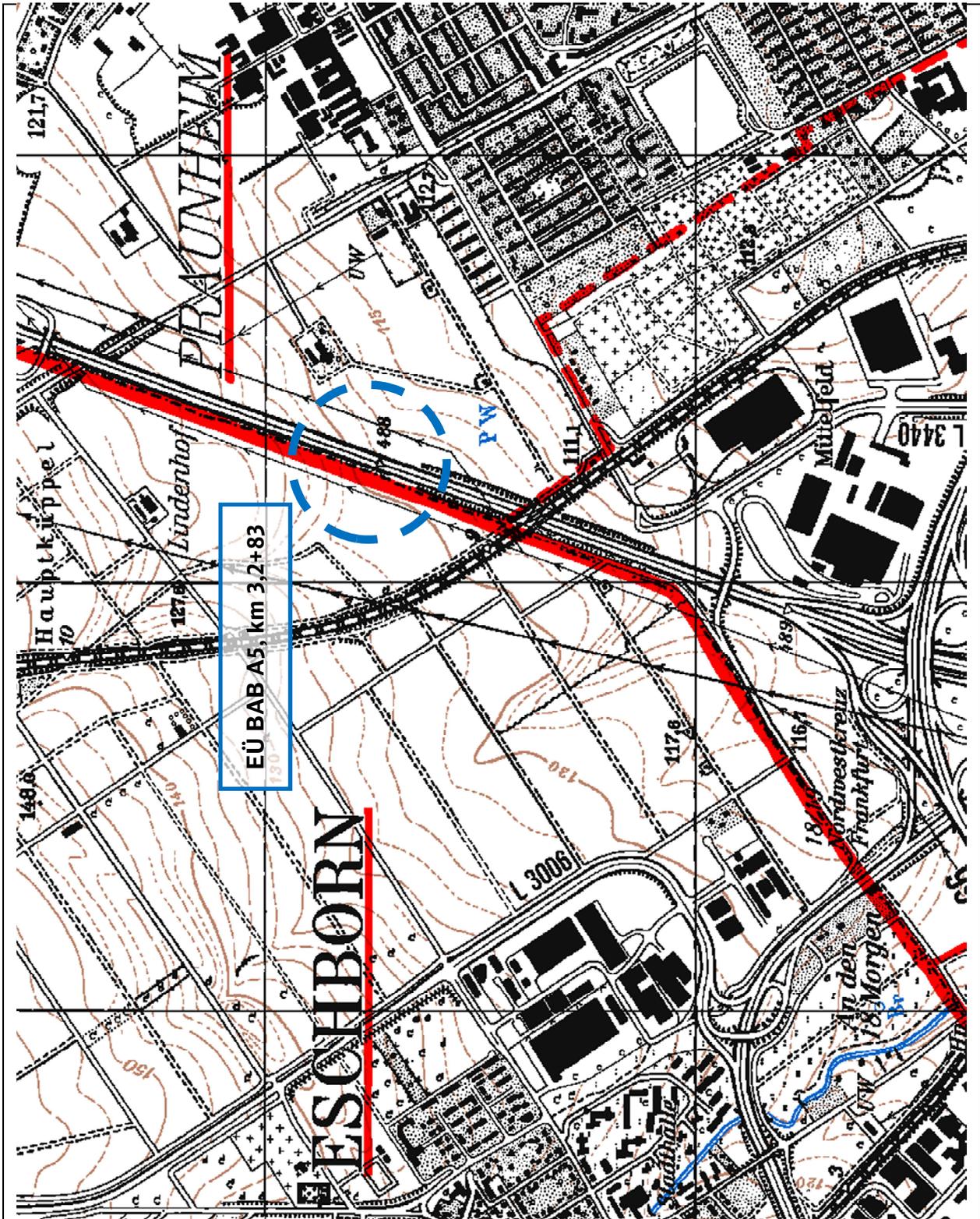


Dipl.-Ing. Ch. Sielisch

## Kurzzeichen und Zeichen für Bodengruppen und Eigenschaften nach DIN 4023 und DIN 18 196

Bodenart	Beimengungen		Bodengruppe		
Kies	G	kiesig	g	enggestufte Kiese	GE
Grobkies	gG	grobkiesig	gg	weitgestufte Kies-Sand-Gemische	GW
Mittelkies	mG	mittelkiesig	mg	intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische	GI
Feinkies	fG	feinkiesig	fg		
Sand	S	sandig	s	enggestufte Sande	SE
Grobsand	gS	grobsandig	gs	weitgestufte Sand-Kies-Gemische	SW
Mittelsand	mS	mittelsandig	ms	intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische	SI
Feinsand	fS	feinsandig	fs		
Schluff	U	schluffig	u	Kies-Schluff-Gemische	GU bzw. $\overline{GU}^{x)}$
Ton	T	tonig	t	Kies-Ton-Gemische	GT bzw. $\overline{GT}^{x)}$
Torf, Humus	H	torfig, humos	h	Sand-Schluff-Gemische	SU bzw. $\overline{SU}^{x)}$
Mudde	M	org. Beimengungen	o	Sand-Ton-Gemische	ST bzw. $\overline{ST}^{x)}$
Auffüllung	A			Sand-Schluff-Gemische ohne Plastizität	$\overline{SU}_{OP}$
Mutterboden	Mu	z.B.		Für Querbalken gilt auch *- Symbol	
Geschiebelehm	Lg	schwach grobsandig	$\overline{gs}'$	z.B. $\overline{SU} = SU^*$	
Geschiebemergel	Mg	stark mittelsandig	$\overline{ms}$		
Löß	Lö			leicht plastische Schluffe	UL
Lößlehm	Löl			mittelpastische Schluffe	UM
Wiesenkalk, Seekalk,				ausgeprägt plastische Schluffe	UA
Seekreide,				leicht plastische Tone	TL
Kalkmudde	Wk			mittelpastische Tone	TM
				ausgeprägt plastische Tone	TA
<b>Farbe</b>					
grau (g)	grün (ü)	bunt (u)		Schluffe mit organischen Beimengungen	OU
braun (b)	blau (a)	hell (h)		Tone mit organischen Beimengungen	OT
rot (r)	schwarz (s)	dunkel (d)		grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	OH
weiß (w)	gelb (e)			grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen/ kieseligen Bildungen	OK
<b>Kalkgehalt</b>					
kalkfrei	o			nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)	HN
kalkhaltig	+			zersetzte Torfe	HZ
stark kalkhaltig	++			Schlamme als Sammelbegriff	F
<b>Konsistenz</b>					
$l_c < 0,50$ - breiig	-	$\hat{\wedge}$		Auffüllungen aus natürlichen Böden	[ ]
$0,50 < l_c < 0,75$ - weich	-	$\hat{\vee}$		Auffüllungen aus Fremdstoffen	A
$0,75 < l_c < 1,00$ - steif	-	$\vdots$			
$l_c > 1,00$ - halbfest	-			Abstand des Bohransatzpunktes v. Gleisachse	GA
<b>Lagerungsdichte</b>					
$0 < D < 0,30$ - locker	[ l ]	oooooooooooo		GW	Grundwasser angebohrt
$0,30 < D < 0,50$ - mitteldicht	[ m ]	oooooooooooo oooooooooooo		GW	Grundwasser nach Bohrende
$0,50 < D < 1,00$ - dicht	[ d ]	oooooooooooo		GW	Ruhewasser
				SW	Schichtenwasser angebohrt
				SW	Schichtenwasser nach Bohrende
				SW	Schichtenwasser

<sup>x)</sup> GU, GT, SU, ST: 5 - 15 % bei  $d < 0,063$  mm  
 $\overline{GU}$ ,  $\overline{GT}$ ,  $\overline{SU}$ ,  $\overline{ST}$ : > 15 - 40 % bei  $d < 0,063$  mm



Regionaltangente West Los 1

Eisenbahnüberführung BAB A5

Übersichtslageplan

M: 1:25.000

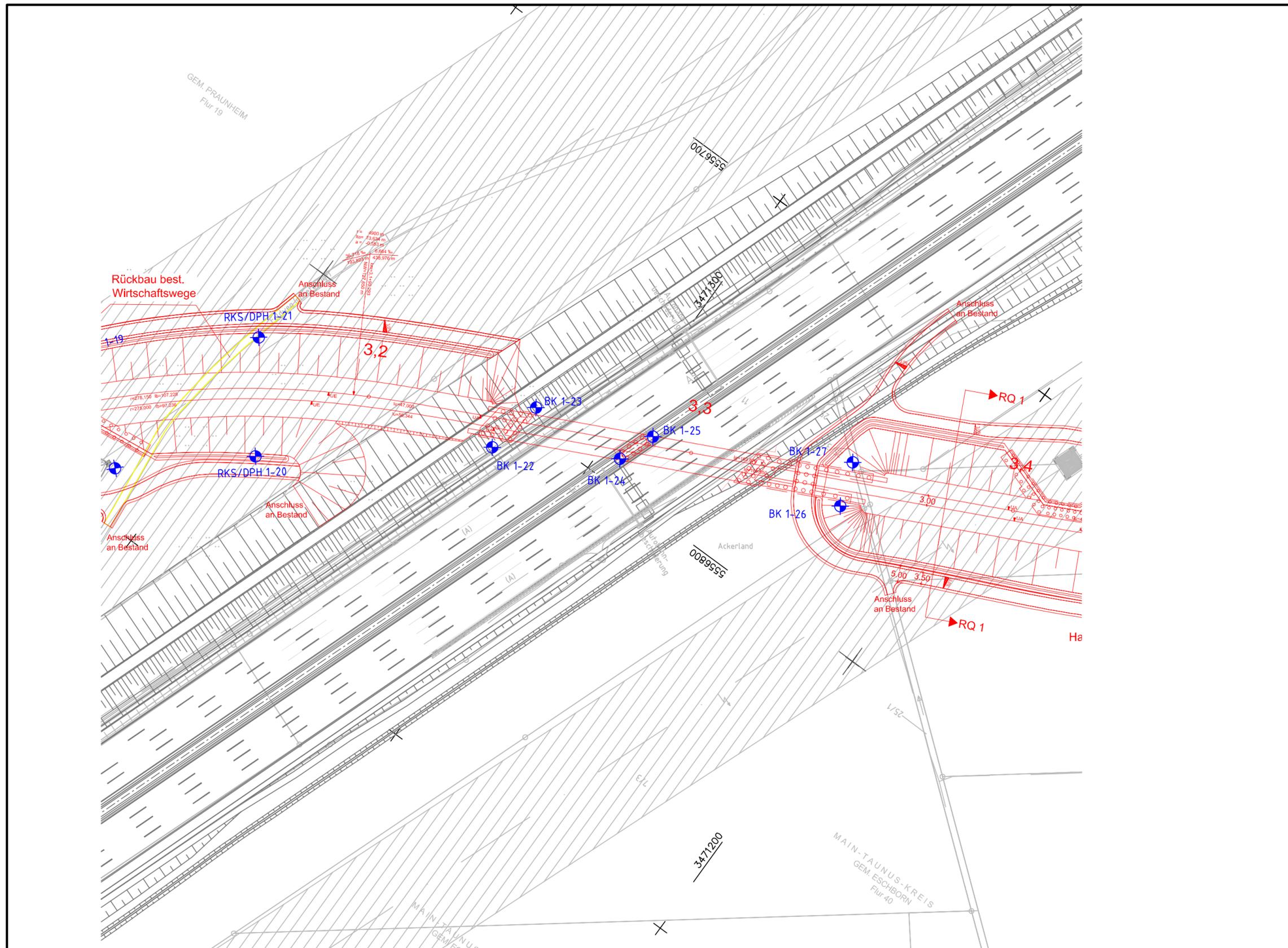
Quelle: TOP25 Hessen

Anlage: 2.1

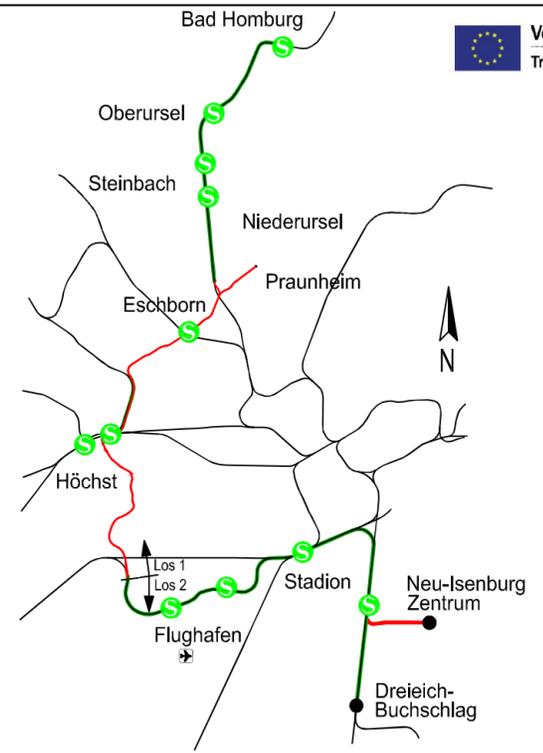
Blatt: 1

Copyright © Hessisches Landesvermessungsamt (2000)

Auftragsnummer: D-F000072



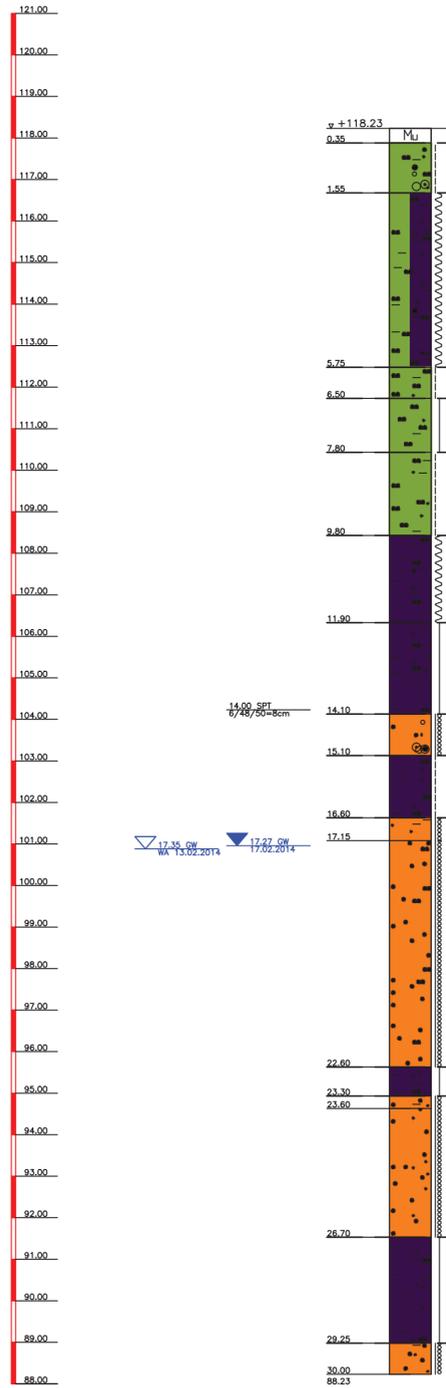
Von der Europäischen Union kofinanziert  
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)



Maßstab 1:1000	Lageplan EÜ BAB A5	Anlage 2.2						
Format 297x594	Örtliche Zuordnung: 150-164 km 3,2+83	Blatt 1 - Los 1						
Ausgabe vom								
Planaufsteller	Phase	Gewerk	Planart	örtl. Struktur	Ifd. Nr.	Index	Status	Format
DB E&C	3	12	LP	150-164	2	-	1	.pdf



DHHN 92



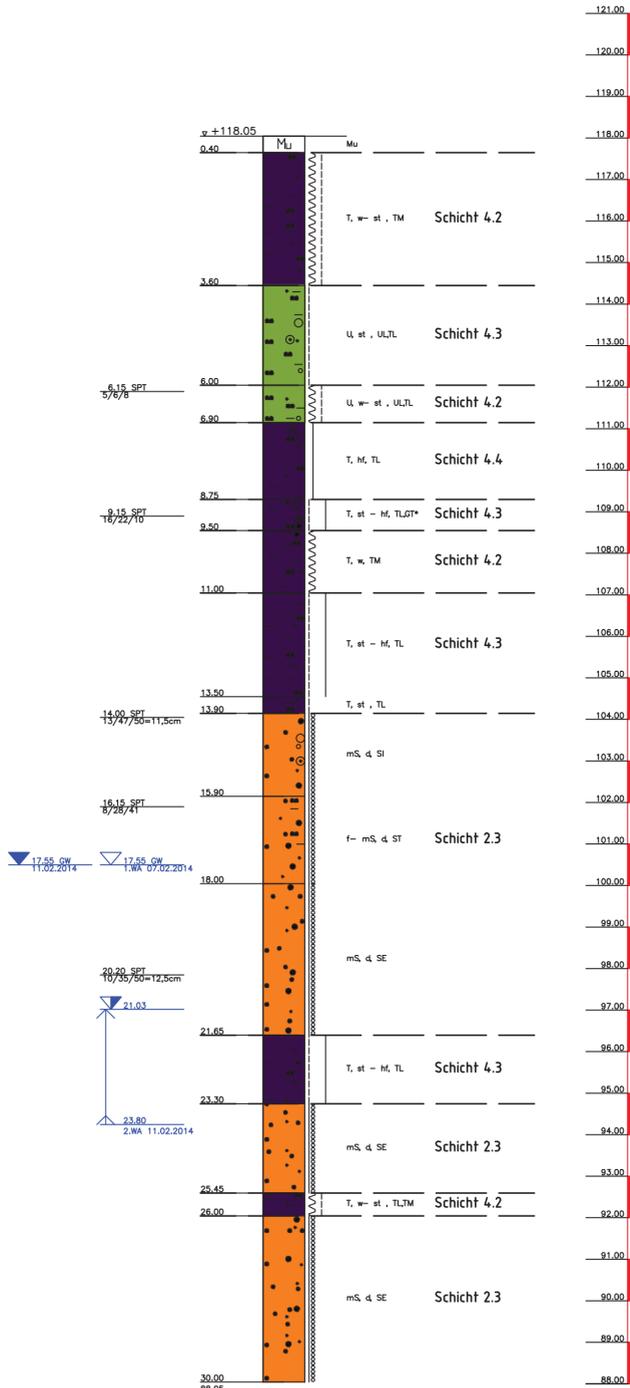
17.55 GW  
11.02.2014

17.27 GW  
17.02.2014

TIEFE	BODENART
0.35	Mutterboden, kalkfrei, braun
1.25	Schluff, tonig, feinsandig-sondig, schwach kiesig, kalkfrei, steif, UL, TL, braun
5.75	Schluff, Ton, feinsandig-sondig, mittel- bis grobsandig, schwach feinkiesig, kalkhaltig, weich bis steif, UL, TL, braun
6.50	Schluff, tonig, schwach feinsandig, kalkfrei bis kalkhaltig, steif, UL, TL, schwerer zu bohren, dunkelbraun
7.80	Schluff, schwach feinsandig, tonig, kalkfrei, halbfest, UL, TL, braun
9.80	Schluff, tonig, feinsandig, kalkfrei, steif, UL, TL, braun
11.90	Ton, schluffig, schwach feinsandig-sondig, kalkfrei, weich bis steif, TM, braun
14.10	Ton, schluffig, feinsandig, Feinsandinseln gebändert, halbfest, TL, abgerundet, braun, grau
15.10	Mittelsand, grobsandig, stark feinsandig, bis mittelkiesig, schwach steinig, schwach grobkiesig, kalkfrei, dicht, SI, abgerundet, hellbraun
16.60	Ton, schwach schluffig-sondig, schwach feinsandig-sondig, kalkfrei, steif, TL, hellgrau
17.15	Feinsand, schwach tonig-sondig, kalkfrei, dicht, ST, ST*, abgerundet, grau
22.60	Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schwach schluffig, kalkfrei, dicht, SI, abgerundet, ocker
23.30	Ton, schluffig, schwach feinsandig-sondig, kalkfrei, halbfest, TL, grau-braun
23.60	Mittelsand, feinsandig, schwach tonig, kalkfrei, dicht, SI, ocker
26.70	Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, kalkfrei, dicht, SE, abgerundet, Tonfäse 25.9-26.1m, hellbraun, ocker
29.25	Ton, schwach schluffig, schwach feinsandig-sondig, kalkfrei, halbfest, TL, hellgrau-braun, ocker
30.00	Mittelsand, feinsandig, schwach tonig, kalkfrei, dicht, ST, abgerundet, ocker

BK 1-23  
06.-11.02.2014

DHHN 92

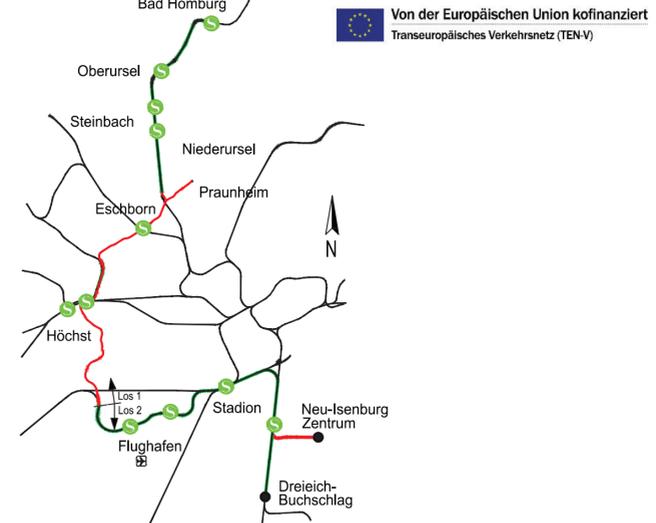


17.55 GW  
11.02.2014

17.55 GW  
1.WA 07.02.2014

TIEFE	BODENART
0.40	Mutterboden, kalkfrei, braun
3.60	Ton, schluffig, schwach feinsandig, kalkfrei, weich bis steif, TM, schwerer zu bohren, braun
6.00	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig, kalkfrei, bis kalkhaltig, steif, UL, TL, braun
6.90	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig, Kohlespitzen, kalkfrei, weich bis steif, UL, TL, dunkelbraun
8.75	Ton, schluffig, feinsandig, schwach kiesig, kalkfrei, halbfest, TL, braun
9.50	Ton, schluffig, stark sandig, kiesig, verbacken, kalkfrei, steif bis halbfest, TL, abgerundet, braun
11.00	Ton, schluffig, schwach feinsandig-sondig, schwach feinkiesig, Kohlespitzen, kalkfrei, weich, TM, braun
13.50	Ton, schluffig, schwach tonig, schwach feinsandig, kalkfrei, steif bis halbfest, TL, braun
13.90	Ton, schwach schluffig, feinsandig, kalkfrei, steif, TL, grau
15.90	Mittelsand, schwach feinsandig, feinsandig, grobsandig, schwach grobkiesig, kalkfrei, dicht, SI, abgerundet, braun
18.00	Fein- bis Mittelsand, grobsandig, schwach schluffig, schwach tonig, kalkfrei, dicht, SI, abgerundet, grau
21.65	Mittelsand, grobsandig, Toninseln, schwach feinsandig, kalkfrei, dicht, SE, hellgrau-braun, ocker
23.30	Ton, schwach schluffig, stark feinsandig-sondig, schwach mittelkiesig, kalkfrei, steif bis halbfest, TL, grau-braun
25.45	Mittelsand, feinsandig, kalkfrei, dicht, SE, abgerundet, grau
26.00	Ton, schwach schluffig, schwach feinsandig, kalkfrei, weich bis steif, TL, TM, grau-braun, ocker
28.00	Mittelsand, feinsandig, Toninseln, schwach grobsandig, kalkfrei, dicht, SE, abgerundet, grau-braun, ocker
30.00	

### Regionaltangente West / Los 1



Von der Europäischen Union kofinanziert  
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

Lagesystem:	DB_REF	
Höhensystem:	DB_REF (DHHN92)	
	Datum	Name
bearb.	21.04.2016	Sielisch
gez.	21.04.2016	Wagner
gepr.	29.04.2016	Jung

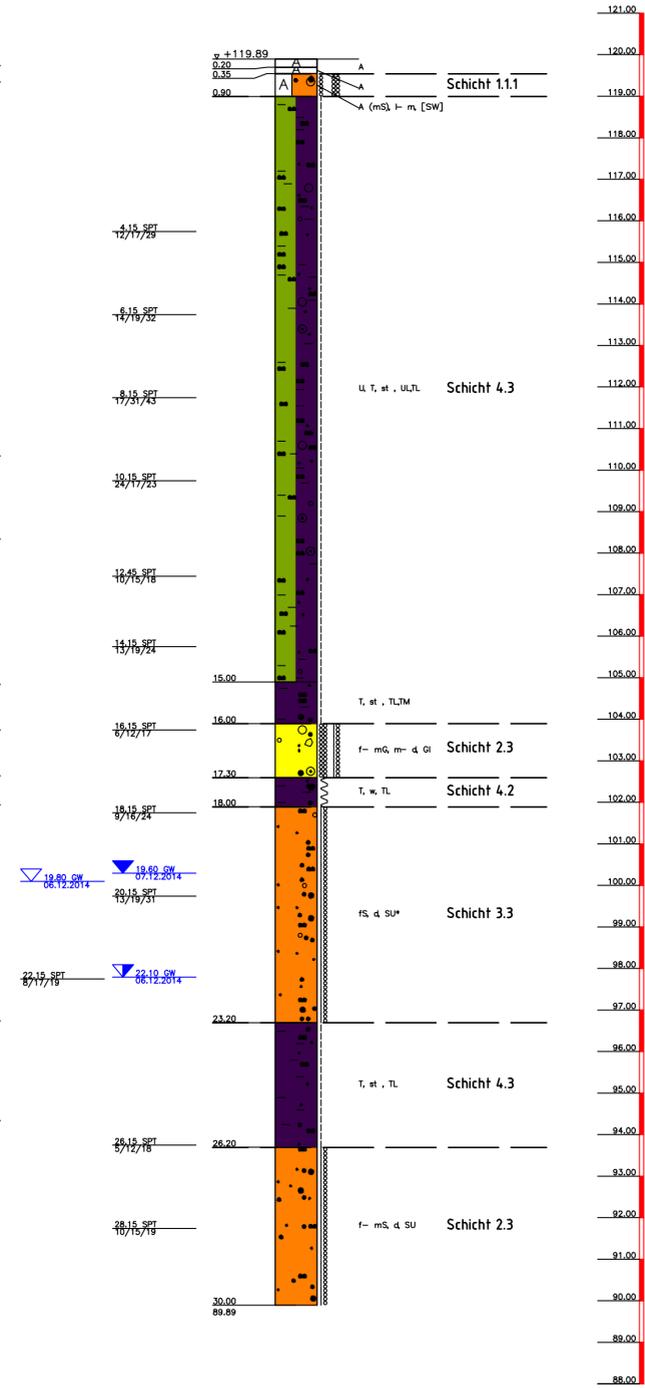
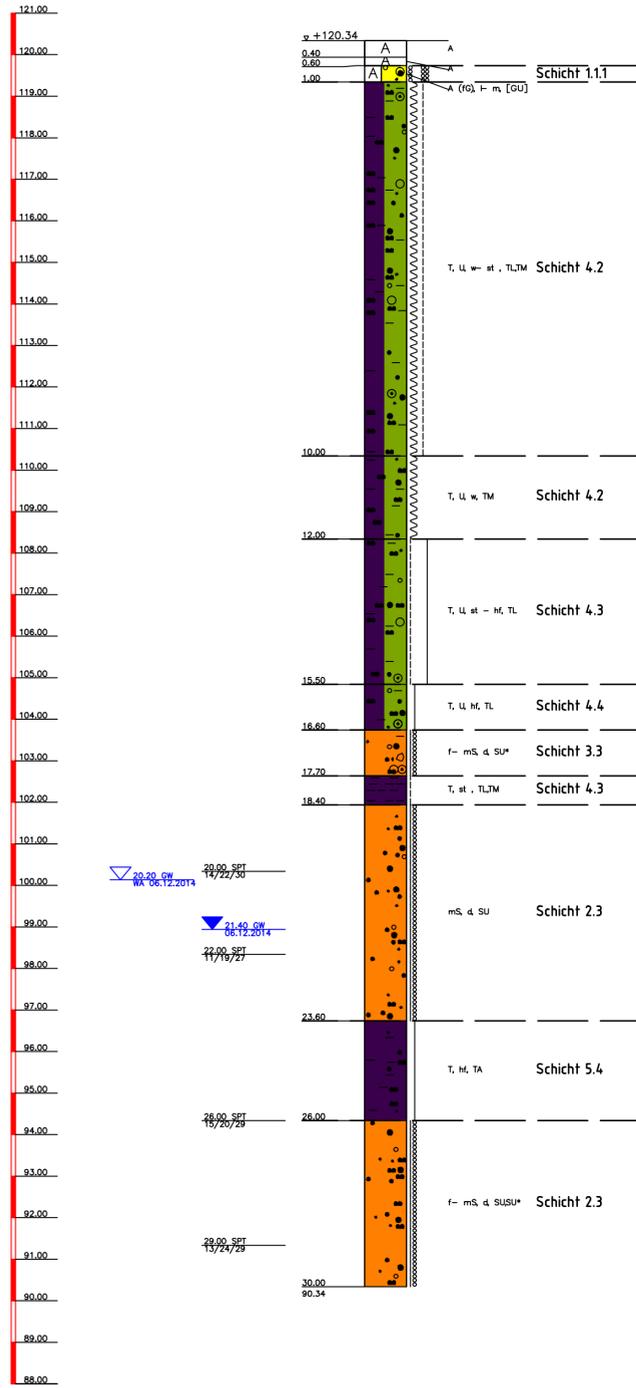
Maßstab 1:100	Bohr- und Sondierprofile EÜ BAB 5 km 2,3+83 Querprofil Widerlager Ost	Anlage 3.2
Format 594x590		Blatt 1 - Los 1
Ausgabe vom		
Planersteller DB E&C	Phase 3	Geometrie 12
Planart BP	Örtl. Struktur xxx	Id.Nr. 1
		Index 1
		Status 1
		Format pdf

BK 1-24  
05./06.12.2014

BK 1-25  
06./07.12.2014

DHHN 92

DHHN 92

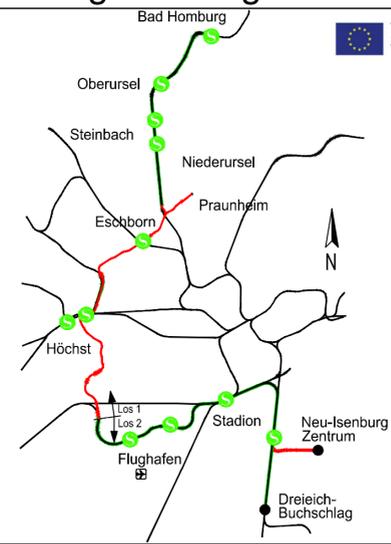


TIEFE	BODENART
0.40	Auffüllung Asphalt, schwarz
0.60	Auffüllung (Beton), grau
1.00	Auffüllung (Feinkies, grobkiesig, feinsandig- grobsandig, schwach schluffig) locker bis mitteldicht, [GU] gelb
10.00	Ton, Schluff, schwach sandig- sandig schwach kiesig, weich bis steif, TLTM, braun - grau
12.00	Ton, Schluff, feinst- bis mittelkiesig- schwach grobsandig, weich TM, braun-grau
15.50	Ton, Schluff, sandig, schwach kiesig steif bis halbfest, TL, braun - grau
16.60	Ton, Schluff, sandig, schwach kiesig, halbfest, TL, braun - grau
17.70	Fein- bis Mittelsand, grobsandig, fein- bis mittelkiesig- schwach grobkiesig, schwach steinig, schluffig, schwach tonig, dicht, SU*, braun
18.40	Ton, steif, TLTM, hellgrau
23.60	Mittelsand, stark, feinsandig- grobsandig, schwach feinkiesig, schwach schluffig, dicht, SU, grau - rotbraun
26.00	Ton, schluffig, schwach feinsandig- schwach mittelsandig, halbfest, TA, gelb - braun
30.00	Fein- bis Mittelsand, grobsandig, schwach feinkiesig, schwach schluffig- schluffig, dicht, SUSU*, grau

TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Asphalt), schwarz
0.30	Auffüllung (Beton), grau
0.90	Auffüllung (Mittelsand, grobsandig- feinsandig, mittelkiesig, kalkhaltig trocken locker bis mitteldicht, [SW]) braun
15.00	Schluff, Ton, feinsandig, schwach kiesig kalkhaltig steif, ULTL, leicht zu bohren, bei 1190 m stark grobkiesig und schwach steinig, braun
16.00	Ton, schluffig, schwach fein- bis mittelkiesig- schwach grobsandig, kalkfrei, steif, TLTM, leicht zu bohren, grün - grau
17.30	Fein- bis Mittelsand, stark grobkiesig, steinig mittel- bis grobsandig- schwach feinsandig, kalkfrei, trocken, mitteldicht bis dicht, GI, schwer zu bohren, grau - braun
18.00	Ton, schluffig, sandig, kalkfrei, weich, TL, leicht zu bohren, beige
23.20	Feinsand, mittelsandig- stark mittelsandig- schwach grobsandig, schwach feinkiesig, schluffig, kalkfrei, dicht, SU*, leicht zu bohren, ohne Konsistenz, feucht, ab 1980 m nass, beige, hellgrau
26.20	Ton, schluffig, stark feinsandig- schwach mittelsandig, kalkfrei, steif, TL, leicht zu bohren, hellgrau
30.00	Fein- bis Mittelsand, schwach grobsandig, schwach schluffig, kalkfrei, nass, dicht, SU, leicht zu bohren, beige

## Regionaltangente West / Los 1

Von der Europäischen Union kofinanziert  
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)



Lagesystem:		DB_REF (DHHN92)	
Höhensystem:		DB_REF (DHHN92)	
Index	Anderungen bzw. Ergänzungen	Datum	Name
		bearb.	21.04.2016 Sielisch
		gez.	21.04.2016 Wagner
		gepr.	29.04.2016 Jung

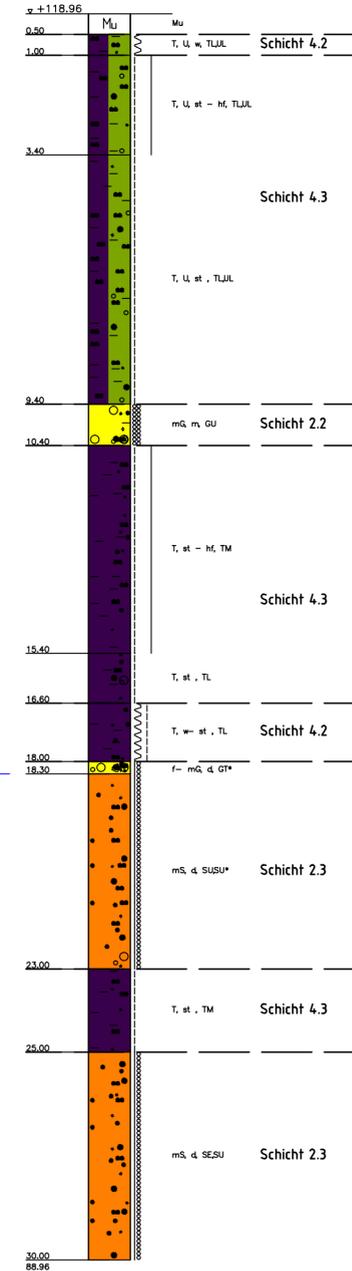
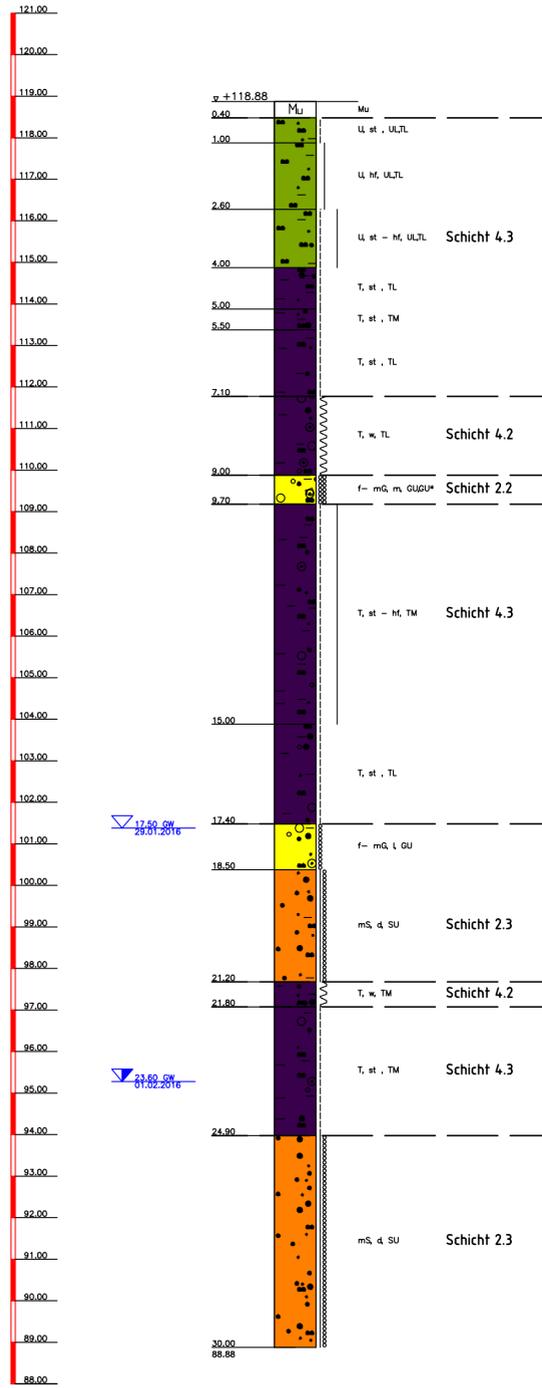
Maßstab 1:100	Bohr- und Sondierprofile EÜ BAB 5 km 2,3+83 Querprofil Mittelpfeiler	Anlage 3.2
Format 594x590		Blatt 2 - Los 1
Ausgabe vom		
Planersteller DB E&C	Phase 3	Gewerk 12
Planart BP	Ort. Struktur xxx	td. Nr. 1
		Index 1
		Status 1
		Format pdf

BK 1-26  
26.-29.01.2016

BK 1-27  
01.-03.02.2016

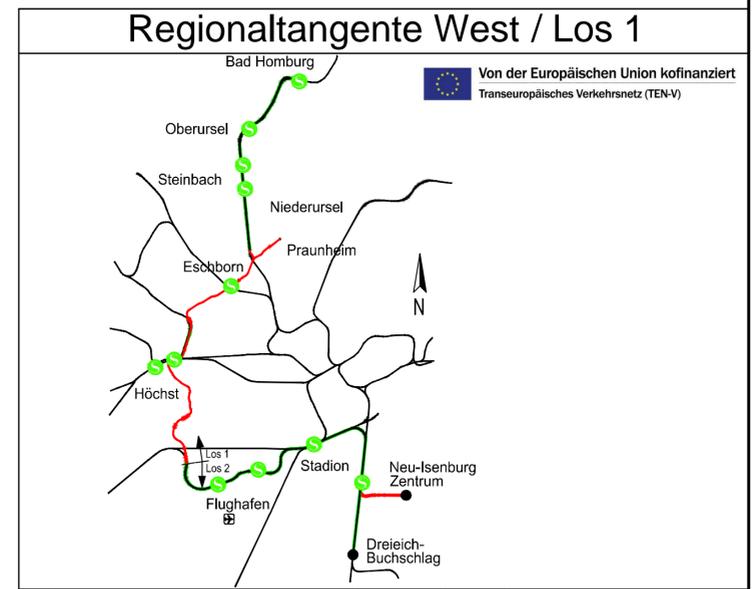
DHHN 92

DHHN 92



TIEFE	BODENART
0.40	Mutterboden, dunkelbraun
1.00	Schluff, tonig schwach feinsandig- feinsandig kalkhaltig steil, ULTL, braun
2.60	Schluff, tonig feinsandig kalkhaltig halbfest, ULTL, leicht zu bohren, hellbraun - braun
4.00	Schluff, tonig schwach fei- bis mittelsandig kalkhaltig steil bis halbfest, ULTL, leicht zu bohren, braun
5.00	Ton, schluffig schwach sandig kalkhaltig steil, TL, leicht zu bohren, braun - dunkelbraun
5.50	Ton, schluffig schwach sandig steil, TM, leicht zu bohren, dunkelbraun - dunkelgrau
7.10	Ton, schluffig schwach fei- bis mittelsandig kalkhaltig steil, TL, mäßig schwer zu bohren, hellbraun - braun
9.00	Ton, schluffig fei- bis grobsandig schwach kiesig- kiesig Sand-/Kieslinsen, kalkhaltig, weich, TL, mäßig schwer zu bohren, braun
9.70	Fei- bis Mittelkies, schwach grobkiesig schwach steinig stark sandig schwach schluffig- schluffig schwach tonig Tonlinsen, mitteldicht, GU/UP, mäßig schwer zu bohren, braun
15.00	Ton, schluffig fei- bis mittelsandig schwach kiesig steil bis halbfest, TM, schwer zu bohren, braun
17.40	Ton, schluffig stark fei- bis mittelsandig- grobsandig schwach fei- bis mittelsandig Sand-/Kieslinsen, steil, TL, schwer zu bohren
18.50	Fei- bis Mittelkies, grobkiesig schwach mittel- bis grobsandig feinsandig schwach schluffig schwach tonig Tonlinsen, feucht bis naß, locker, GU, schwer zu bohren, braun
21.20	Mittelsand, grobsandig- schwach feinsandig- feinsandig schwach schluffig schwach tonig Tonlinsen, naß, dicht, SU, schwer zu bohren, hellgrau
21.80	Ton, schluffig schwach sandig- sandig Sandlinsen, weich, TM, schwer zu bohren, hellgrau - grau
24.90	Ton, schluffig sandig schwach kiesig Sandlinsen, steil, TM schwer zu bohren, grau - gelbbrau
30.00	Mittelsand, grobsandig- schwach feinsandig- feinsandig schwach schluffig naß, dicht, SU, schwer zu bohren, hellgrau / ocker

TIEFE	BODENART
0.50	Mutterboden, braun
1.00	Ton, Schluff, feinsandig kalkhaltig weich, TLUL, braun
3.40	Ton, Schluff, schwach fei- bis grobsandig schwach feinkiesig stark kalkhaltig steil bis halbfest, TLUL, leicht zu bohren, hellbraun
9.40	Ton, Schluff, fei- bis grobsandig schwach feinkiesig stark kalkhaltig steil, TLUL, leicht zu bohren, braun
10.40	Mittelkies, stark feinkiesig- grobkiesig steinig stark sandig schwach schluffig schwach tonig Tonlinsen, mitteldicht, GU, schwer zu bohren, Steinanteil ~25 % braun
15.40	Ton, schluffig feinsandig- schwach mittelsandig steil bis halbfest, TM, schwer zu bohren, braun
16.60	Ton, schwach schluffig feinsandig- stark feinsandig- mittel- bis grobsandig schwach feinkiesig- schwach mittelsandig steil, TL, schwer zu bohren, graubraun - rotbraun
18.00	Ton, schluffig stark feinsandig- schwach mittelsandig- mittelsandig schwach organisch, weich bis steil, TL, schwer zu bohren
18.30	Fei- bis Mittelkies, grobkiesig steinig stark sandig schluffig tonig dicht, GU, schwer zu bohren, braun
23.00	Mittelsand, stark feinsandig- grobsandig schwach fei- bis mittelsandig schwach schluffig- schluffig, Tonlinsen dicht, SUSU*, schwer zu bohren, grau - beige
25.00	Ton, schluffig feinsandig steil, TM, schwer zu bohren, grau
30.00	Mittelsand, feinsandig- grobsandig schwach schluffig dicht, SESU, schwer zu bohren, grau - beige



Lagesystem: DB_REF	
Höhensystem: DB_REF (DHHN92)	
bearb.	21.04.2016 Sielisch
gez.	21.04.2016 Wagner
gepr.	29.04.2016 Jung

Index	Anderungen bzw. Ergänzungen	Datum	Name

Maßstab 1:100

Format 594x590

**Bohr- und Sondierprofile**  
EÜ BAB 5  
km 2,3+83  
Querprofil Widerlager West

Anlage 3.2  
Blatt 3 - Los 1

Ausgabe vom

Planersteller	Phase	Gewerk	Planart	örtl. Struktur	td. Nr.	Index	Status	Format
DB E&C	3	12	BP	xxx	1	1	1	dxf

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.				B		B		B		B							
Entnahmestelle						1-22		1-22		1-22		1-22							
Zusätzliche Angaben																			
Entnahmetiefe		von	m			4,00		11,20		19,00		25,00							
		bis	m			4,30		11,50											
Entnahmeart						ungestört		ungestört		gestört		gestört							
Probenbeschreibung						U/T,s'		T/U,s'		S,u/t'		mS,fs							
Bodengruppe nach DIN18196						TL		TM		SU / ST		SE							
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>																
Stratigraphie																			
Kornverf.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil	%		1	8 / 80 / 12 / 0	17 / 77 / 6 / 0	--15-- / 84 / 1	--5-- / 95 / 0											
		bzw. --T/U--/S/G							Vers.-Typ		Komb.		Komb.		Siebung		Siebung		
Dichtebestimmung	Korndichte	ρ <sub>s</sub>	t/m <sup>3</sup>	2															
	Feuchtdichte	ρ	t/m <sup>3</sup>	3															
	Wassergehalt	w	%	4	19,5		19,4												
	Trockendichte	ρ <sub>d</sub>	t/m <sup>3</sup>	5															
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6															
Atterberg Grenzen	w-Feinteile	w	%	7															
	Fließgrenze	w <sub>L</sub>	%	8	31,9		35,4												
	Ausrollgrenze	w <sub>p</sub>	%	8	14,9		13,0												
	Plastizitätszahl	I <sub>p</sub>	%	8	17,0		22,4												
Glühverlust		V <sub>gl</sub>	%	9															
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub>	%	9															
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub>	m/s	10															
Versuchsspannung		σ	MN/m <sup>2</sup>	10															
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast	p <sub>n</sub>	MN/m <sup>2</sup>	11	0,083		0,227												
	Steifemodul	E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp	MN/m <sup>2</sup>		9,3 / 0,200		14,2 / 0,200												
	Konsolidierungsbeiwert	c <sub>v</sub>	cm <sup>2</sup> /s		n.b.		n.b.												
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				6 / 2		6 / 1												
Quellversuche	Quellspannung	σ <sub>q</sub>	MN/m <sup>2</sup>	13															
	Versuchsdauer	d		14															
	Quelldehnung	ε <sub>q,0</sub>	%	15															
	Versuchsdauer	d		16															
	Quellversuch nach Huder und Amberg	K	%	17															
		σ <sub>0</sub>	MN/m <sup>2</sup>	17															
Versuchsdauer		d		18															
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>	19															
Probendurchmesser		cm		19															
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>	20	0,110		0,108												
Scherversuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21															
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22															
	Reibungswinkel		φ	°	23														
	Kohäsion		c	MN/m <sup>2</sup>	23														
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub>	t/m <sup>3</sup>	24															
Optimaler Wassergehalt		W <sub>Pr</sub>	%	24															
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> /..	%	25															
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub>	t/m <sup>3</sup>	25															
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub>	t/m <sup>3</sup>	26															
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub>	t/m <sup>3</sup>																
Versuchsgerät / Durchmesser		-/cm		26															
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27															
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %																
	Schwellmaß / Dauer		% / d																
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung		%																
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%		28															
PDV	Verformungsmodul		E <sub>v1</sub>	29															
			E <sub>v2</sub>																
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub>																
dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29															

Bemerkungen:

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.													
Entnahmestelle															
Zusätzliche Angaben															
Entnahmetiefe		von	m												
		bis	m												
Entnahmeart															
Probenbeschreibung															
Bodengruppe nach DIN18196															
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>												
Stratigraphie															
Kom- vertig.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil	%		1		21 / 76 / 3 / 0				15 / 76 / 9 / 0		--3-- / 97 / 0			
	bzw. --T/U--/S/G	Vers.-Typ				Komb.				Komb.		Siebung			
Dichte- bestimmung	Korndichte	ρ <sub>s</sub>	t/m <sup>3</sup>	2											
	Feuchtdichte	ρ	t/m <sup>3</sup>	3											
	Wassergehalt	w	%	4		21,7		18,2		18,2		23,5			
	Trockendichte	ρ <sub>d</sub>	t/m <sup>3</sup>	5											
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6											
Atterberg Grenzen	w-Feinteile	w	%	7				18,3		19,0		24,4			
	Fließgrenze	w <sub>L</sub>	%	8				31,4		32,1		36,2			
	Ausrollgrenze	w <sub>p</sub>	%	8				13,9		14,0		14,3			
	Plastizitätszahl	I <sub>p</sub>	%	8				17,5		18,1		21,9			
Glühverlust		V <sub>gl</sub>	%	9											
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub>	%	9											
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub>	m/s	10											
Versuchsspannung		σ	MN/m <sup>2</sup>	10											
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast	p <sub>n</sub>	MN/m <sup>2</sup>	11		0,057				0,203					
	Steifemodul	E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp	MN/m <sup>2</sup>	11		10,3 / 0,200				8,5 / 0,200					
	Konsolidierungsbeiwert	c <sub>v</sub>	cm <sup>2</sup> /s	11		6,4E-04				3,1E-03					
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				12		6 / 1				6 / 1				
Quellversuche	Quellspannung	σ <sub>q</sub>	MN/m <sup>2</sup>	13											
	Versuchsdauer	d		14											
	Quelldehnung	ε <sub>q,0</sub>	%	15											
	Versuchsdauer	d		16											
	Quellversuch nach Huder und Amberg	K	%	17											
		σ <sub>0</sub>	MN/m <sup>2</sup>	17											
Versuchsdauer		d		18											
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>	19											
Probendurchmesser		cm		19											
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>	20		0,100				0,050					
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21											
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22											
	Reibungswinkel		φ	23											
	Kohäsion		c	MN/m <sup>2</sup>	23										
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub>	t/m <sup>3</sup>	24											
Optimaler Wassergehalt		w <sub>Pr</sub>	%	24											
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> /..	%	25											
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub>	t/m <sup>3</sup>	25											
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub>	t/m <sup>3</sup>	26											
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub>	t/m <sup>3</sup>	26											
Versuchsgerät / Durchmesser		-/cm		26											
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27											
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %	27											
	Schwellmaß / Dauer		% / d	27											
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung		%	27											
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%	28												
PDV	Verformungs- modul		E <sub>v1</sub>	29											
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub>	29											
	dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub>	29											

Bemerkungen:

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.				B		B		B		B		B		B	
Entnahmestelle						1-24		1-24		1-24		1-24		1-24		1-24	
Zusätzliche Angaben																	
Entnahmetiefe		von	m			3,00		5,20		9,00		11,00		12,00		15,50	
		bis	m					5,50		11,30							
Entnahmeart						gestört		ungestört		gestört		ungestört		gestört		gestört	
Probenbeschreibung						U/T		T/U		U/T,s'		T/U,s'		T/U,s'		U/T,s'	
Bodengruppe nach DIN18196						TL		TM		TL		TM		TM		TL	
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>														
Stratigraphie																	
Kom- vertig.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil		%	1	8 / 89 / 3 / 0						14 / 77 / 8 / 1				6 / 25 / 44 / 25		
	bzw. --T/U--/S/G		Vers.-Typ		Komb.						Komb.				Komb.(GrK)		
Dichte- bestimmung	Korndichte		ρ <sub>s</sub> t/m <sup>3</sup>	2													
	Feuchtdichte		ρ t/m <sup>3</sup>	3													
	Wassergehalt		w %	4			22,3		19,9		24,8				15,5		
	Trockendichte		ρ <sub>d</sub> t/m <sup>3</sup>	5													
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6													
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w %	7													
	Fließgrenze		w <sub>L</sub> %	8			40,3		31,7		36,1				30,4		
	Ausrollgrenze		w <sub>p</sub> %	8			16,8		15,8		16,0				15,9		
	Plastizitätszahl		I <sub>p</sub> %	8			23,5		15,9		20,1				14,5		
Glühverlust		V <sub>gl</sub> %	9														
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub> %	9														
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub> m/s	10														
Versuchsspannung		σ MN/m <sup>2</sup>	10														
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p <sub>n</sub> MN/m <sup>2</sup>	11			0,107				0,223						
	Steifemodul		E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp MN/m <sup>2</sup>				10,2 / 0,200				11,2 / 0,200						
	Konsolidierungsbeiwert		c <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /s				3,5E-04				1,1E-03						
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven						7 / 1				8 / 1						
Quellversuche	Quellspannung		σ <sub>q</sub> MN/m <sup>2</sup>	13													
	Versuchsdauer		d	14													
	Quelldehnung		ε <sub>q,0</sub> %	15													
	Versuchsdauer		d	16													
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K %	17													
	Versuchsdauer		d	18													
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub> MN/m <sup>2</sup>	19														
Probendurchmesser		cm	19														
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub> MN/m <sup>2</sup>	20														
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21													
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22													
	Reibungswinkel		φ °	23													
	Kohäsion		c MN/m <sup>2</sup>	23													
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub> t/m <sup>3</sup>	24														
Optimaler Wassergehalt		W <sub>Pr</sub> %	24														
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> /.. %	25														
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub> t/m <sup>3</sup>	25														
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub> t/m <sup>3</sup>	26														
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub> t/m <sup>3</sup>	26														
Versuchsgerät / Durchmesser		-/cm	26														
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27													
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %														
	Schwellmaß / Dauer		% / d														
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung		%														
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%	28														
PDV	Verformungsmodul		E <sub>v1</sub> MN/m <sup>2</sup>	29													
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub> -														
	dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub> MN/m <sup>2</sup>														

Bemerkungen:

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.														
Entnahmestelle																
Zusätzliche Angaben																
Entnahmetiefe		von	m													
		bis	m													
Entnahmeart																
Probenbeschreibung																
Bodengruppe nach DIN18196																
Penetrometerablesung				q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>											
Stratigraphie																
Korn- verf.ig.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil		%													
	bzw. --T/U--/S/G		Vers.-Typ													
Dichte- bestimmung	Korndichte		ρ <sub>s</sub>	t/m <sup>3</sup>												
	Feuchtdichte		ρ	t/m <sup>3</sup>												
	Wassergehalt		w	%												
	Trockendichte		ρ <sub>d</sub>	t/m <sup>3</sup>												
Verdichtungsg. / Lagerungsd. D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>				%/ -												
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w	%												
	Fließgrenze		w <sub>L</sub>	%												
	Ausrollgrenze		w <sub>p</sub>	%												
	Plastizitätszahl		I <sub>p</sub>	%												
Glühverlust				V <sub>gl</sub>	%											
Kalkgehalt nach SCHEIBLER				V <sub>Ca</sub>	%											
Durchlässigkeitsbeiwert				k <sub>10°</sub>	m/s											
Versuchsspannung				σ	MN/m <sup>2</sup>											
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p <sub>n</sub>	MN/m <sup>2</sup>												
	Steifemodul		E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp	MN/m <sup>2</sup>												
	Konsolidierungsbeiwert		c <sub>v</sub>	cm <sup>2</sup> /s												
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven															
Quellversuche	Quellspannung		σ <sub>q</sub>	MN/m <sup>2</sup>												
	Versuchsdauer		d													
	Quelldehnung		ε <sub>q,0</sub>	%												
	Versuchsdauer		d													
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K	%												
			σ <sub>0</sub>	MN/m <sup>2</sup>												
Versuchsdauer				d												
Einaxiale Druckfestigk./-modul				q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>											
Probendurchmesser				cm												
Scherwiderst. d. Flügelsonde				τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>											
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm													
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d													
	Reibungswinkel		φ	°												
	Kohäsion		c	MN/m <sup>2</sup>												
Einfache Proctordichte				ρ <sub>Pr</sub>	t/m <sup>3</sup>											
Optimaler Wassergehalt				w <sub>Pr</sub>	%											
Einbau-w / % Proctorenergie				W <sub>e</sub> /..	%											
Erreichte Trockendichte				ρ <sub>de</sub>	t/m <sup>3</sup>											
Lockerste Lagerung				ρ <sub>d min</sub>	t/m <sup>3</sup>											
Dichteste Lagerung				ρ <sub>d max</sub>	t/m <sup>3</sup>											
Versuchsgerät / Durchmesser				-/cm												
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L													
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %													
	Schwellmaß / Dauer		% / d													
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung		%													
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%														
PDV	Verformungs- modul		E <sub>v1</sub>	MN/m <sup>2</sup>												
			E <sub>v2</sub>	MN/m <sup>2</sup>												
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub>	-												
dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub>	MN/m <sup>2</sup>													

Bemerkungen:

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.				B	B	B	B	B	B	B
Entnahmestelle						1-25	1-25	1-25	1-25	1-25	1-25	1-25
Zusätzliche Angaben												
Entnahmetiefe		von	m			2,90	4,70	7,90	11,90	15,90	16,90	18,00
		bis	m				5,00					18,60
Entnahmeart						gestört	ungestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört
Probenbeschreibung						U/T	U/T	T/U,s'	U/T,g*,s'	T/U,s	G,s	f-mS,u/t
Bodengruppe nach DIN18196						TL	TL	TM	TL	TM	GI	SU* / ST*
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>									
Stratigraphie												
Kornverf.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil	%		1	9 / 88 / 3 / 0			5 / 40 / 7 / 48	15 / 56 / 29 / 0	--3-- / 22 / 75	4 / 23 / 73 / 0	
	bzw. --T/U--/S/G	Vers.-Typ			Komb.		Komb.(GrK)	Komb.	Sieb.(GrK)	Komb.		
Dichtebestimmung	Korndichte	ρ <sub>s</sub>	t/m <sup>3</sup>	2								
	Feuchtdichte	ρ	t/m <sup>3</sup>	3								
	Wassergehalt	w	%	4		18,3	19,7		20,1			
	Trockendichte	ρ <sub>d</sub>	t/m <sup>3</sup>	5								
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6								
Atterberg Grenzen	w-Feinteile	w	%	7								
	Fließgrenze	w <sub>L</sub>	%	8		28,9	42,3		37,0			
	Ausrollgrenze	w <sub>p</sub>	%	8		17,0	16,6		14,5			
	Plastizitätszahl	I <sub>p</sub>	%	8		11,9	25,7		22,5			
Glühverlust		V <sub>gl</sub>	%	9								
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub>	%	9								
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub>	m/s	10								
Versuchsspannung		σ	MN/m <sup>2</sup>	10								
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast	p <sub>n</sub>	MN/m <sup>2</sup>	11		0,097						
	Steifemodul	E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp	MN/m <sup>2</sup>		29,6 / 0,200							
	Konsolidierungsbeiwert	c <sub>v</sub>	cm <sup>2</sup> /s		n.b.							
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				8 / 1							
Quellversuche	Quellspannung	σ <sub>q</sub>	MN/m <sup>2</sup>	13								
	Versuchsdauer	d		14								
	Quelldehnung	ε <sub>q,0</sub>	%	15								
	Versuchsdauer	d		16								
	Quellversuch nach Huder und Amberg	K	%	17								
		σ <sub>0</sub>	MN/m <sup>2</sup>	17								
Versuchsdauer		d		18								
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>	19								
Probendurchmesser			cm	19								
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>	20								
Scherversuche	Vers.Typ/Probendurchm.	- / cm		21							RAS / 7,1 (x)	
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer	- / d		22							- / -	
	Reibungswinkel	φ	°	23							33,9	
	Kohäsion	c	MN/m <sup>2</sup>	23							0,020	
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub>	t/m <sup>3</sup>	24							1,764	
Optimaler Wassergehalt		W <sub>Pr</sub>	%	24							13,3	
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> /..	%	25								
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub>	t/m <sup>3</sup>	25								
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub>	t/m <sup>3</sup>	26								
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub>	t/m <sup>3</sup>									
Versuchsgerät / Durchmesser			-/cm	26								
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)	F/L		27								
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.	% / %										
	Schwellmaß / Dauer	% / d										
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung	%										
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung			%	28								
PDV	Verformungsmodul	E <sub>v1</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29								
		E <sub>v2</sub>	MN/m <sup>2</sup>									
	Verhältnis	E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub>	-									
dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29								

Bemerkungen: (x = gestörter Einbau)

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.		B		B		B											
Entnahmestelle				1-25		1-25		1-25											
Zusätzliche Angaben																			
Entnahmetiefe		von	m	21,90		24,90		28,00											
		bis	m					28,60											
Entnahmeart				gestört		gestört		gestört											
Probenbeschreibung				f-mS,u/t		U/T,f-ms*		S,u/t'											
Bodengruppe nach DIN18196				SU* / ST*		TL		SU / ST											
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>																
Stratigraphie																			
Kom- vertig.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil bzw. --T/U--/S/G	%	Vers.-Typ	1	6 / 17 / 77 / 0		21 / 38 / 41 / 0		--13-- / 86 / 1										
					Komb.		Komb.		Siebung										
Dichte- bestimmung	Korndichte	ρ <sub>s</sub>	t/m <sup>3</sup>	2															
	Feuchtdichte	ρ	t/m <sup>3</sup>	3															
	Wassergehalt	w	%	4			19,5												
	Trockendichte	ρ <sub>d</sub>	t/m <sup>3</sup>	5															
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6															
Atterberg Grenzen	w-Feinteile	w	%	7															
	Fließgrenze	w <sub>L</sub>	%	8			34,9												
	Ausrollgrenze	w <sub>p</sub>	%	8			14,7												
	Plastizitätszahl	I <sub>p</sub>	%	8			20,2												
Glühverlust		V <sub>gl</sub>	%	9															
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub>	%	9															
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub>	m/s	10															
Versuchsspannung		σ	MN/m <sup>2</sup>	10															
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast	p <sub>n</sub>	MN/m <sup>2</sup>	11															
	Steifemodul	E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp	MN/m <sup>2</sup>																
	Konsolidierungsbeiwert	c <sub>v</sub>	cm <sup>2</sup> /s																
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				12														
Quellversuche	Quellspannung	σ <sub>q</sub>	MN/m <sup>2</sup>	13															
	Versuchsdauer	d		14															
	Quelldehnung	ε <sub>q,0</sub>	%	15															
	Versuchsdauer	d		16															
	Quellversuch nach Huder und Amberg	K	%	17															
		σ <sub>0</sub>	MN/m <sup>2</sup>																
Versuchsdauer	d		18																
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>	19															
Probendurchmesser			cm	19															
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>	20															
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21			RAS / 7,1 ( <sup>x</sup>												
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22			- / -												
	Reibungswinkel		φ	°	23			35,6											
	Kohäsion		c	MN/m <sup>2</sup>				0,022											
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub>	t/m <sup>3</sup>	24			1,818												
Optimaler Wassergehalt		W <sub>Pr</sub>	%	24			11,6												
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> /..	%	25															
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub>	t/m <sup>3</sup>																
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub>	t/m <sup>3</sup>	26															
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub>	t/m <sup>3</sup>																
Versuchsgerät / Durchmesser			-/cm	26															
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27															
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %																
	Schwellmaß / Dauer		% / d																
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung		%																
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%		28															
PDV	Verformungs- modul		E <sub>v1</sub>	29															
			E <sub>v2</sub>																
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub>		-														
dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29															

Bemerkungen: ( <sup>x</sup> = gestörter Einbau

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.				B	B	B	B	B	B	B
Entnahmestelle						1-26	1-26	1-26	1-26	1-26	1-26	1-26
Zusätzliche Angaben												
Entnahmetiefe		von	m			1,00	2,00	4,00	6,00	9,00	11,00	16,00
Entnahmeart		bis	m					4,30			11,30	
Probenbeschreibung						gestört	gestört	ungestört	gestört	gestört	ungestört	gestört
Bodengruppe nach DIN18196						U/T,s'	U/T,s'	U/T,s'	U/T	U/T,g*,s	T/U,s'	U/T,s*
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>			TL	TL	TL	TL	TL	TM	TL
Stratigraphie												
Korn- verf.ig.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil	%		1				8 / 89 / 3 / 0	9 / 43 / 17 / 31		12 / 31 / 55 / 2	
	bzw. --T/U--/S/G	Vers.-Typ						Komb.	Komb.(GrK)		Komb.	
Dichte- bestimmung	Korndichte	ρ <sub>s</sub>	t/m <sup>3</sup>	2								
	Feuchtdichte	ρ	t/m <sup>3</sup>	3								
	Wassergehalt	w	%	4	15,3	13,1	21,0	17,9		16,5		
	Trockendichte	ρ <sub>d</sub>	t/m <sup>3</sup>	5								
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6								
Atterberg Grenzen	w-Feinteile	w	%	7								
	Fließgrenze	w <sub>L</sub>	%	8		25,8	34,8	29,0		35,5		
	Ausrollgrenze	w <sub>p</sub>	%	8		14,8	15,9	14,4		15,3		
	Plastizitätszahl	I <sub>p</sub>	%	8		11,0	18,9	14,6		20,2		
Glühverlust		V <sub>gl</sub>	%	9								
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub>	%	9		0,0						
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub>	m/s	10								
Versuchsspannung		σ	MN/m <sup>2</sup>	10								
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast	p <sub>n</sub>	MN/m <sup>2</sup>	11			0,083			0,223		
	Steifemodul	E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp	MN/m <sup>2</sup>				8,4 / 0,200			14,7 / 0,200		
	Konsolidierungsbeiwert	c <sub>v</sub>	cm <sup>2</sup> /s				3,5E-04			8,5E-04		
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven						9 / 1			9 / 1		
Quellversuche	Quellspannung	σ <sub>q</sub>	MN/m <sup>2</sup>	13								
	Versuchsdauer	d		14								
	Quelldehnung	ε <sub>q,0</sub>	%	15								
	Versuchsdauer	d		16								
	Quellversuch nach Huder und Amberg	K	%	17								
	σ <sub>0</sub>	MN/m <sup>2</sup>	17									
	Versuchsdauer	d		18								
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>	19								
Probendurchmesser		cm		19								
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>	20			0,084			>0,130		
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.	- / cm		21								
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer	- / d		22								
	Reibungswinkel	φ	°	23								
	Kohäsion	c	MN/m <sup>2</sup>	23								
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub>	t/m <sup>3</sup>	24								
Optimaler Wassergehalt		W <sub>Pr</sub>	%	24								
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> /..	%	25								
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub>	t/m <sup>3</sup>	25								
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub>	t/m <sup>3</sup>	26								
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub>	t/m <sup>3</sup>									
Versuchsgerät / Durchmesser		-/cm		26								
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)	F/L		27								
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.	% / %										
	Schwellmaß / Dauer	% / d										
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung	%										
	CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung	%		28								
PDV	Verformungs- modul	E <sub>v1</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29								
	Verhältnis	E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub>	-									
	dyn. Verformungsmodul	E <sub>vd</sub>	MN/m <sup>2</sup>									

Bemerkungen:

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.		B		B		B										
Entnahmestelle				1-26		1-26		1-26										
Zusätzliche Angaben																		
Entnahmetiefe		von	m	20,00		24,00		27,00										
		bis	m															
Entnahmeart				gestört		gestört		gestört										
Probenbeschreibung				S,u/t'		T/U,s'		S,u/t'										
Bodengruppe nach DIN18196				SU / ST		TM		SU / ST										
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>															
Stratigraphie																		
Kornverf.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil	%		--10-- / 90 / 0				--6-- / 94 / 0										
		bzw. --T/U--/S/G		Vers.-Typ		Siebung				Siebung								
Dichtebestimmung	Korndichte	ρ <sub>s</sub>	t/m <sup>3</sup>	2														
	Feuchtdichte	ρ	t/m <sup>3</sup>	3														
	Wassergehalt	w	%	4		20,8												
	Trockendichte	ρ <sub>d</sub>	t/m <sup>3</sup>	5														
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6														
Atterberg Grenzen	w-Feinteile	w	%	7														
	Fließgrenze	w <sub>L</sub>	%	8		49,3												
	Ausrollgrenze	w <sub>p</sub>	%	8		19,1												
	Plastizitätszahl	I <sub>p</sub>	%	8		30,2												
Glühverlust		V <sub>gl</sub>	%	9														
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub>	%	9														
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub>	m/s	10														
Versuchsspannung		σ	MN/m <sup>2</sup>	10														
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast	p <sub>n</sub>	MN/m <sup>2</sup>	11														
	Steifemodul	E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp	MN/m <sup>2</sup>	11														
	Konsolidierungsbeiwert	c <sub>v</sub>	cm <sup>2</sup> /s	11														
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				12													
Quellversuche	Quellspannung	σ <sub>q</sub>	MN/m <sup>2</sup>	13														
	Versuchsdauer	d		14														
	Quelldehnung	ε <sub>q,0</sub>	%	15														
	Versuchsdauer	d		16														
	Quellversuch nach Huder und Amberg	K	%	17														
		σ <sub>0</sub>	MN/m <sup>2</sup>	17														
Versuchsdauer		d		18														
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>	19														
Probendurchmesser		cm		19														
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>	20														
Scherversuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21														
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22														
	Reibungswinkel		φ	°	23													
	Kohäsion		c	MN/m <sup>2</sup>	23													
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub>	t/m <sup>3</sup>	24														
Optimaler Wassergehalt		W <sub>Pr</sub>	%	24														
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> /..	%	25														
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub>	t/m <sup>3</sup>	25														
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub>	t/m <sup>3</sup>	26														
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub>	t/m <sup>3</sup>	26														
Versuchsgerät / Durchmesser		-/cm		26														
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27														
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %	27														
	Schwellmaß / Dauer		% / d	27														
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung		%		27													
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%		28														
PDV	Verformungsmodul		E <sub>v1</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29													
			E <sub>v2</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29													
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub>	-	29													
dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29														

Bemerkungen:

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.				B		B		B		B		B		B	
Entnahmestelle						1-27		1-27		1-27		1-27		1-27		1-27	
Zusätzliche Angaben																	
Entnahmetiefe		von	m			1,90		3,00		6,00		7,90		9,00		15,90	
		bis	m			2,00		3,30		6,30		8,00		9,30		10,00	
Entnahmeart						gestört		ungestört		ungestört		gestört		ungestört		gestört	
Probenbeschreibung				Zeilen-Nr.:		U/T		U/T,s'		U/T,s'		U/T,s		U/T,s		G,s,u/t'	
Bodengruppe nach DIN18196						TL		TL		TL		TL		TL		GU / GT	
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>														
Stratigraphie																	
Kornverf.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil	%		1		8 / 88 / 4 / 0				13 / 58 / 27 / 2				--6-- / 27 / 67		11 / 29 / 47 / 13	
	bzw. --T/U--/S/G	Vers.-Typ				Komb.				Komb.				Sieb.(GrK)		Komb.	
Dichtebestimmung	Korndichte	ρ <sub>s</sub>	t/m <sup>3</sup>	2													
	Feuchtdichte	ρ	t/m <sup>3</sup>	3													
	Wassergehalt	w	%	4		14,4		17,1		17,9		15,5		17,0			
	Trockendichte	ρ <sub>d</sub>	t/m <sup>3</sup>	5													
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6													
Atterberg Grenzen	w-Feinteile	w	%	7													
	Fließgrenze	w <sub>L</sub>	%	8		29,3		32,5		27,4		29,9		26,8			
	Ausrollgrenze	w <sub>p</sub>	%	8		16,9		15,0		17,4		14,0		12,5			
	Plastizitätszahl	I <sub>p</sub>	%	8		12,4		17,5		10,0		15,9		14,3			
Glühverlust		V <sub>gl</sub>	%	9													
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub>	%	9				5,9									
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub>	m/s	10													
Versuchsspannung		σ	MN/m <sup>2</sup>	10													
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast	p <sub>n</sub>	MN/m <sup>2</sup>	11				0,063		0,123		0,183					
	Steifemodul	E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp	MN/m <sup>2</sup>	11				11,7 / 0,200		10,9 / 0,200		11,9 / 0,200					
	Konsolidierungsbeiwert	c <sub>v</sub>	cm <sup>2</sup> /s	11				n.b.		n.b.		n.b.					
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven			12				9 / 1		9 / 1		9 / 1					
Quellversuche	Quellspannung	σ <sub>q</sub>	MN/m <sup>2</sup>	13													
	Versuchsdauer	d		14													
	Quelldehnung	ε <sub>q,0</sub>	%	15													
	Versuchsdauer	d		16													
	Quellversuch nach Huder und Amberg	K	%	17													
	σ <sub>0</sub>	MN/m <sup>2</sup>	17														
	Versuchsdauer	d		18													
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>	19													
Probendurchmesser		cm		19													
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>	20				0,125									
Scherversuche	Vers.Typ/Probendurchm.	- / cm		21													
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer	- / d		22													
	Reibungswinkel	φ	°	23													
	Kohäsion	c	MN/m <sup>2</sup>	23													
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub>	t/m <sup>3</sup>	24													
Optimaler Wassergehalt		w <sub>Pr</sub>	%	24													
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> /..	%	25													
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub>	t/m <sup>3</sup>	25													
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub>	t/m <sup>3</sup>	26													
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub>	t/m <sup>3</sup>	26													
Versuchsgerät / Durchmesser		-/cm		26													
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)	F/L		27													
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.	% / %		27													
	Schwellmaß / Dauer	% / d		27													
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung	%		27													
	CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung	%		28													
PDV	Verformungsmodul	E <sub>v1</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29													
		E <sub>v2</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29													
	Verhältnis	E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub>	-	29													
	dyn. Verformungsmodul	E <sub>vd</sub>	MN/m <sup>2</sup>	29													

Bemerkungen:

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.		B		B		B									
Entnahmestelle				1-27		1-27		1-27									
Zusätzliche Angaben																	
Entnahmetiefe		von	m	19,90		23,90		26,90									
		bis	m	20,00		24,00		27,00									
Entnahmeart				gestört		gestört		gestört									
Probenbeschreibung				S,u/t		T/U		S,u/t'									
Bodengruppe nach DIN18196				SU* / ST*		TM		SU / ST									
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>														
Stratigraphie																	
Kom- vertig.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil		%	1		--20-- / 79 / 1		--9-- / 91 / 0									
	bzw. --T/U--/S/G		Vers.-Typ			Siebung		Siebung									
Dichte- bestimmung	Korndichte		ρ <sub>s</sub> t/m <sup>3</sup>	2													
	Feuchtdichte		ρ t/m <sup>3</sup>	3													
	Wassergehalt		w %	4				20,8									
	Trockendichte		ρ <sub>d</sub> t/m <sup>3</sup>	5													
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6													
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w %	7													
	Fließgrenze		w <sub>L</sub> %	8				39,0									
	Ausrollgrenze		w <sub>p</sub> %	8				16,1									
	Plastizitätszahl		I <sub>p</sub> %	8				22,9									
Glühverlust		V <sub>gl</sub> %	9														
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub> %	9														
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub>	m/s	10													
Versuchsspannung		σ	MN/m <sup>2</sup>	10													
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p <sub>n</sub> MN/m <sup>2</sup>	11													
	Steifemodul		E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp MN/m <sup>2</sup>	11													
	Konsolidierungsbeiwert		c <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /s	11													
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				12												
Quellversuche	Quellspannung		σ <sub>q</sub> MN/m <sup>2</sup>	13													
	Versuchsdauer		d	14													
	Quelldehnung		ε <sub>q,0</sub> %	15													
	Versuchsdauer		d	16													
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K %	17													
	Versuchsdauer		σ <sub>0</sub> MN/m <sup>2</sup>	17													
Versuchsdauer		d	18														
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>	19													
Probendurchmesser				cm													
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>	20													
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21													
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22													
	Reibungswinkel		φ °	23													
	Kohäsion		c MN/m <sup>2</sup>	23													
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub> t/m <sup>3</sup>	24														
Optimaler Wassergehalt		W <sub>Pr</sub> %	24														
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> /.. %	25														
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub> t/m <sup>3</sup>	25														
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub> t/m <sup>3</sup>	26														
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub> t/m <sup>3</sup>	26														
Versuchsgerät / Durchmesser				-/cm													
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27													
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %	27													
	Schwellmaß / Dauer		% / d	27													
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung		%	28													
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%	28														
PDV	Verformungs- modul		E <sub>v1</sub> MN/m <sup>2</sup>	29													
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub> -	29													
	dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub> MN/m <sup>2</sup>	29													

Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-22

Tiefe unter GOK:

4,00 - 4,30 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:  
U/T,s'

Bodengruppe:  
TL

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Rhode

am: 10.04.2014

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.04.2014

Entrn. am: 12.02.2014

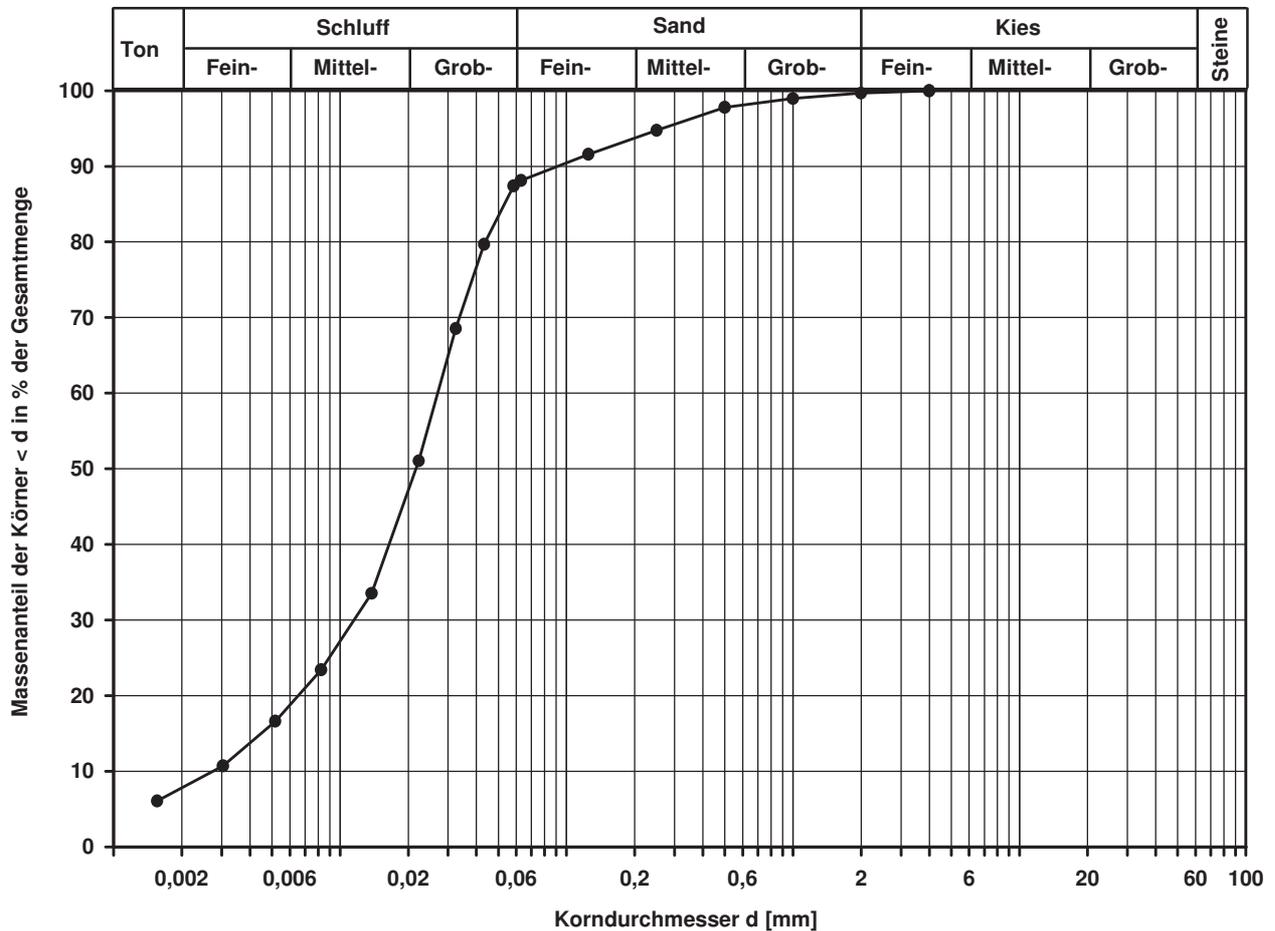
von: ARGE RTW

Kennziffer [%]	Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
8 / 80 / 12 / 0	1,8	10,0	0,0270	0,0216	0,0065	0,0027

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 5,103E-08 m/s

nach Bialas: 3,357E-08 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-22

Tiefe unter GOK:

11,20 - 11,50 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:  
T/U,s'

Bodengruppe:  
TM

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Rhode

am: 10.04.2014

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 15.04.2014

Entrn. am: 12.02.2014

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

17 / 77 / 6 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,0198

d50  
[mm]

0,0151

d20  
[mm]

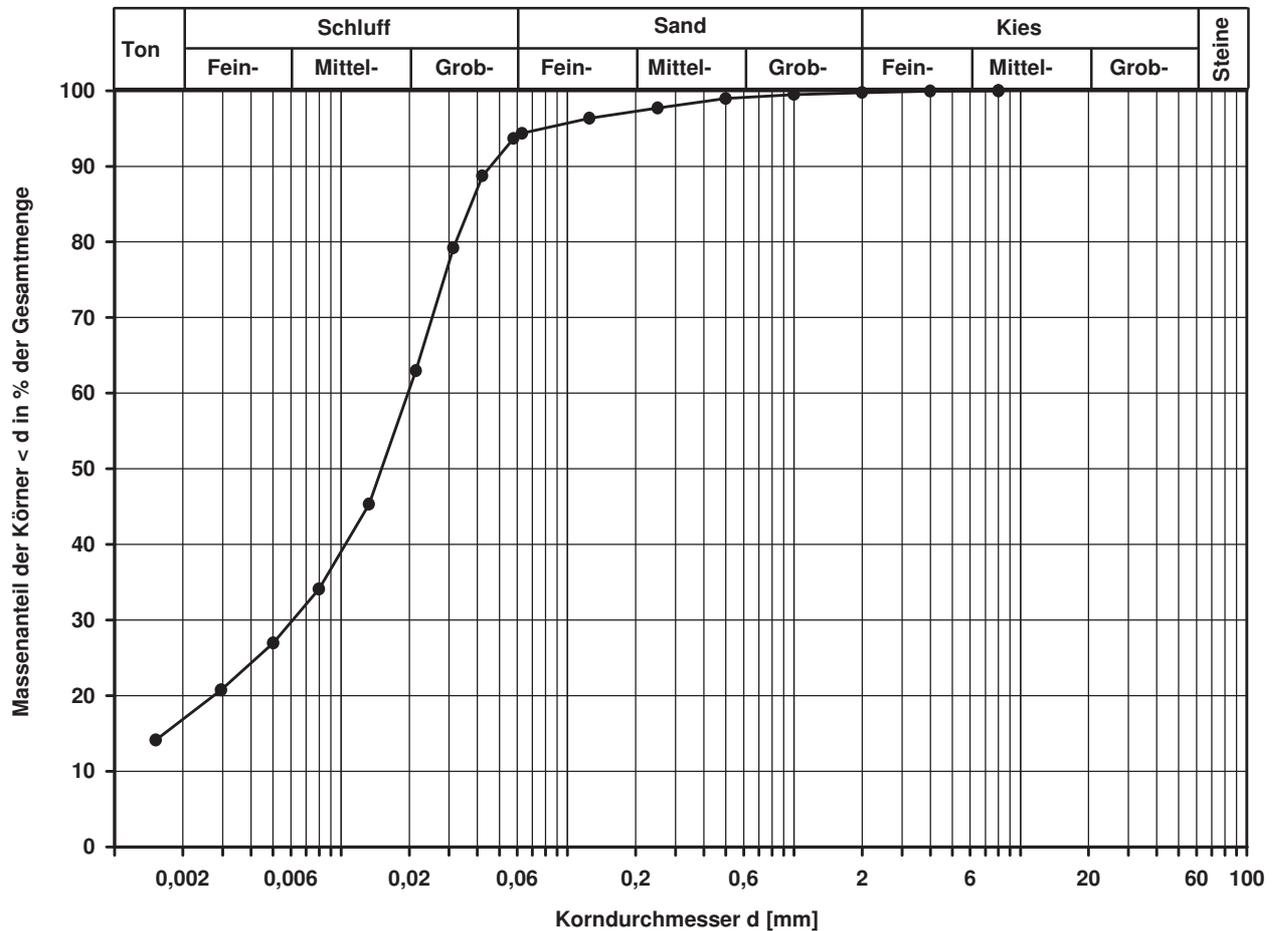
0,0027

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

4,451E-09 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung

Entnahmestelle

B 1-22

Tiefe unter GOK:

19,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

S,u/t'

Bodengruppe:

SU / ST

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Rhode

am: 07.04.2014

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 15.04.2014

Entn. am: 18.02.2014

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

--15-- / 84 / 1

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,2683

d50  
[mm]

0,2183

d20  
[mm]

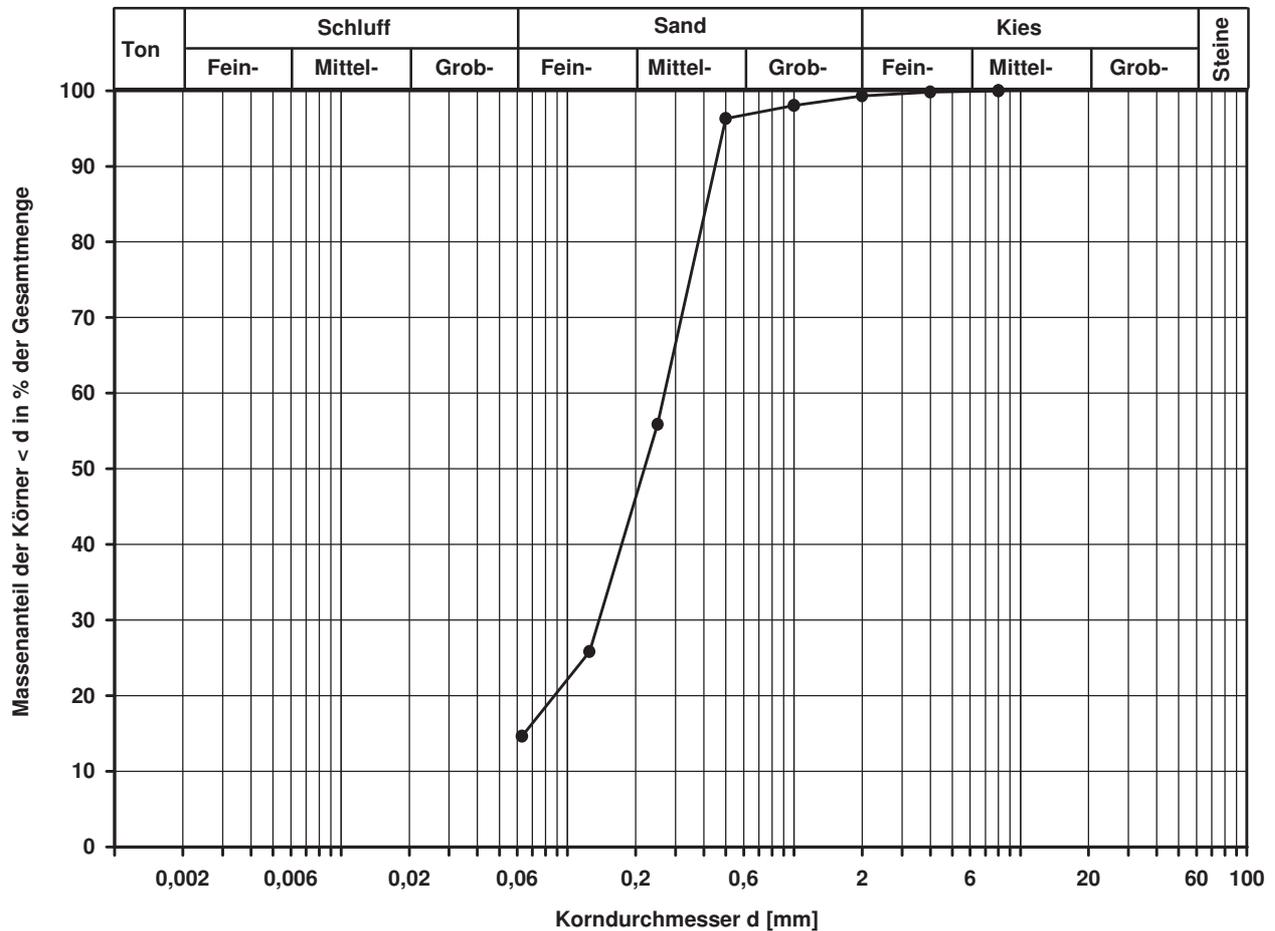
0,0875

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

1,327E-05 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung

Entnahmestelle

B 1-22

Tiefe unter GOK:

25,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

mS,fs

Bodengruppe:

SE

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Rhode

am: 07.04.2014

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 15.04.2014

Entn. am: 18.02.2014

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

$d_{60}$   
[mm]

$d_{50}$   
[mm]

$d_{20}$   
[mm]

$d_{10}$   
[mm]

--5-- / 95 / 0

1,4

2,5

0,3400

0,3084

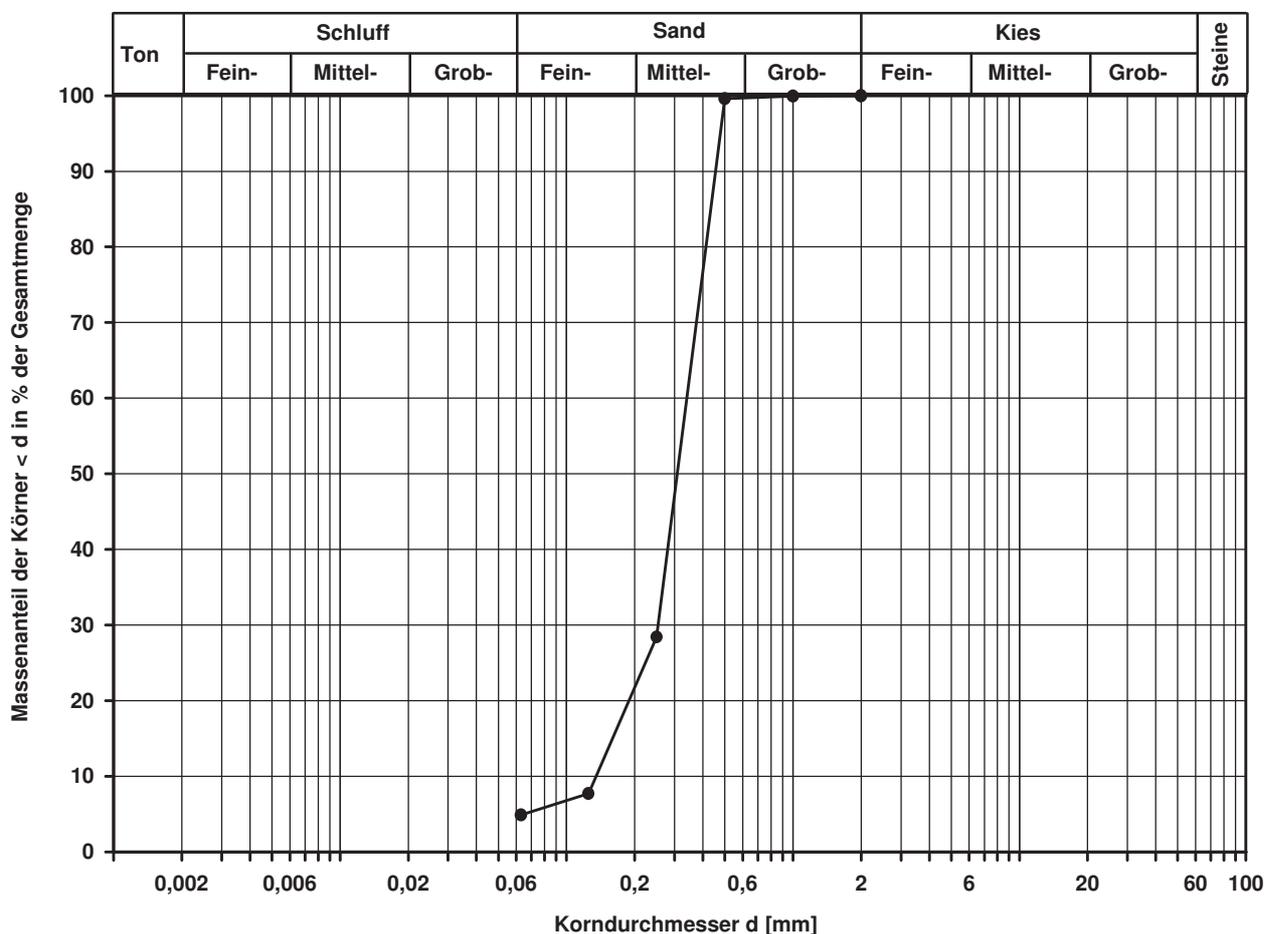
0,1886

0,1349

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 1,820E-04 m/s

nach Bialas: 7,763E-05 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-23

Tiefe unter GOK:

2,70 - 3,00 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:

T/U

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Rhode

am: 10.04.0114

Gep.::

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 26.04.2014

Entrn. am: 06.02.2014

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

21 / 76 / 3 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,0177

d50  
[mm]

0,0137

d20  
[mm]

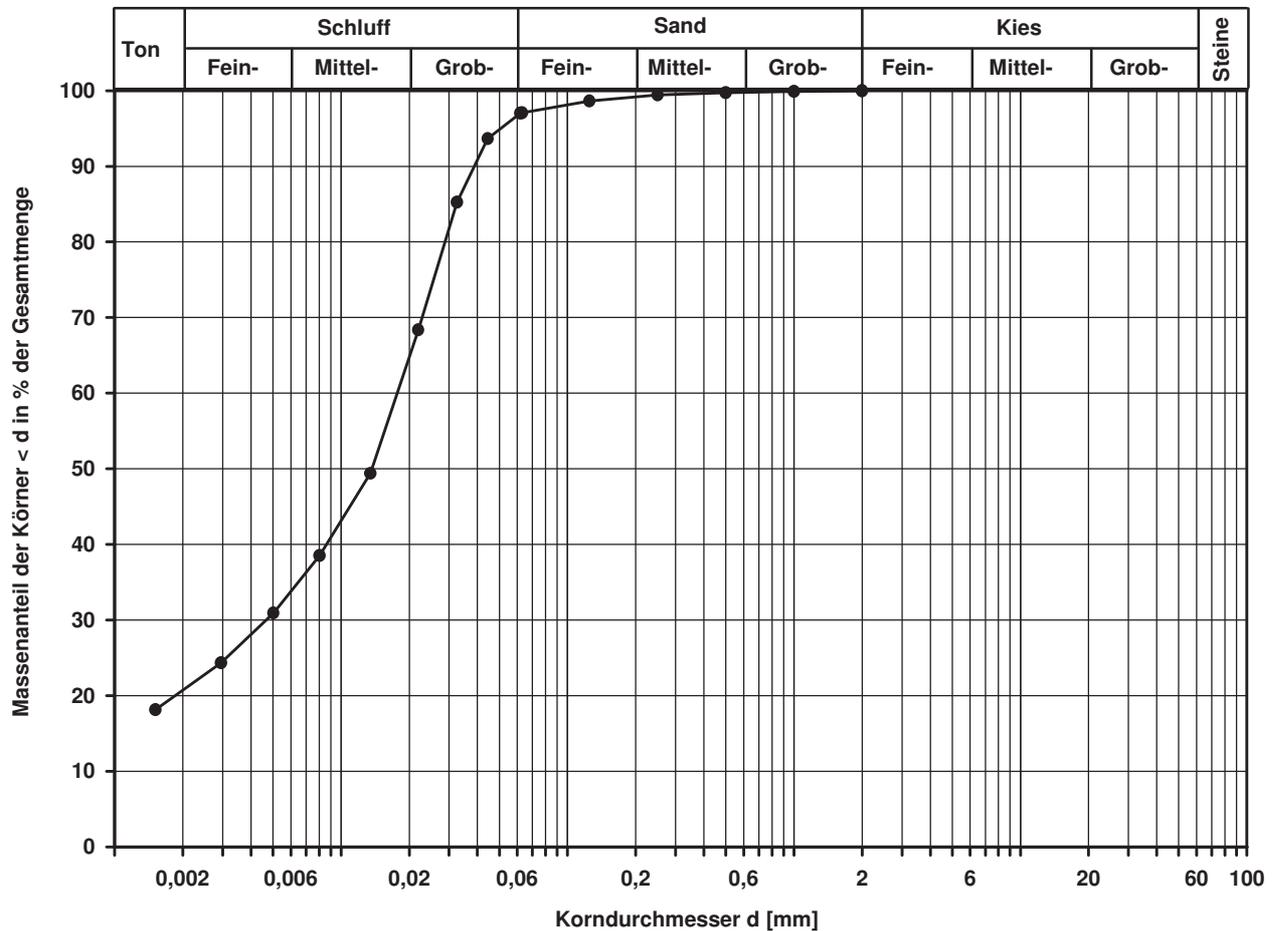
0,0018

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

1,752E-09 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-23

Tiefe unter GOK:

10,00 - 10,30 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:  
T/U,s',o'

Bodengruppe:  
TM

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Rhode

am: 10.04.2014

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 26.04.2014

Entrn. am: 06.02.2014

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

15 / 76 / 9 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,0207

d50  
[mm]

0,0158

d20  
[mm]

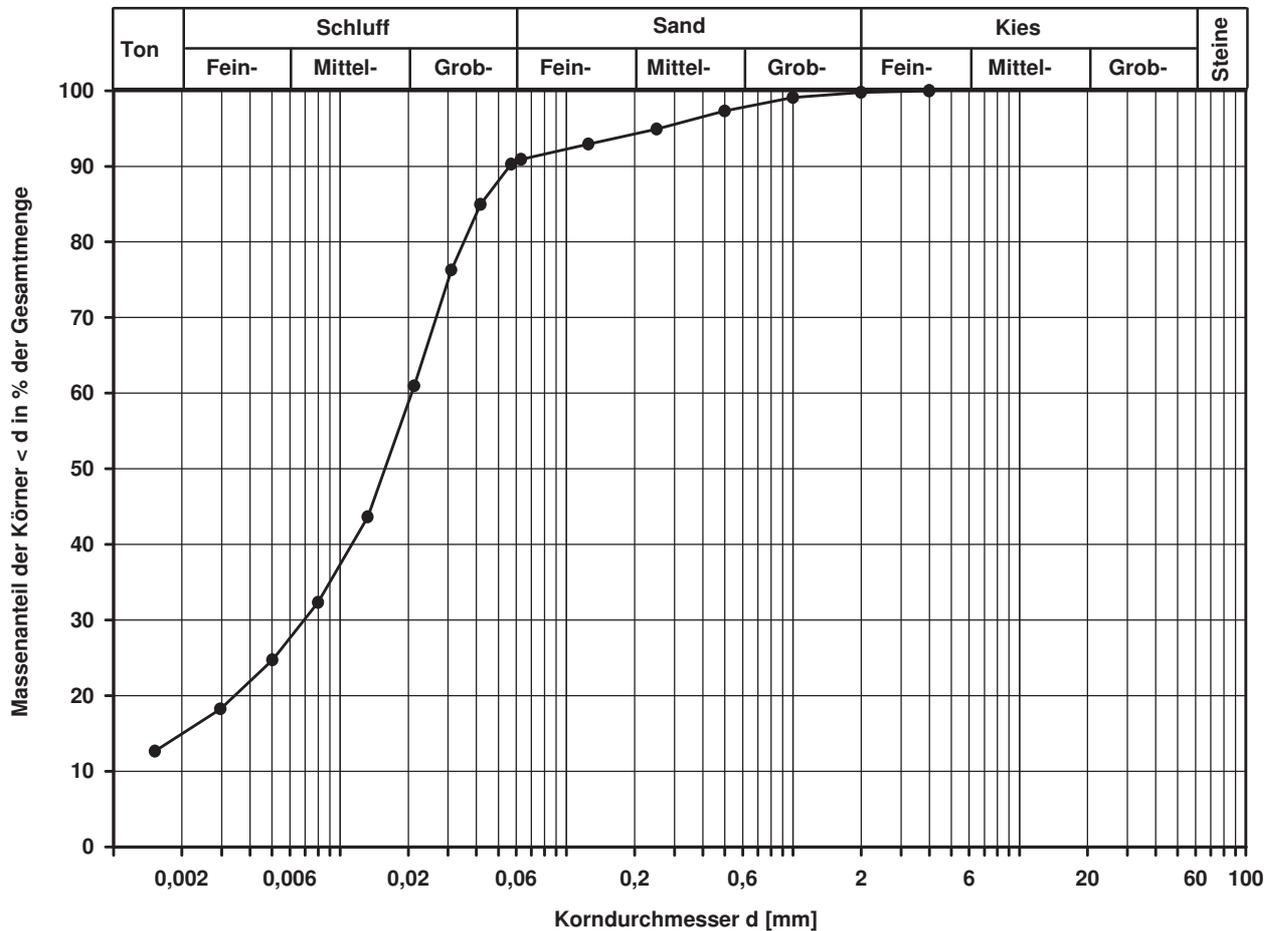
0,0034

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

7,563E-09 m/s



Bemerkungen:



## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-24

Tiefe unter GOK:

3,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 07.04.2015

Gep.::

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Entrn. am: 06.12.2014

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

8 / 89 / 3 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

3,0

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

9,1

$d_{60}$   
[mm]

0,0265

$d_{50}$   
[mm]

0,0225

$d_{20}$   
[mm]

0,0095

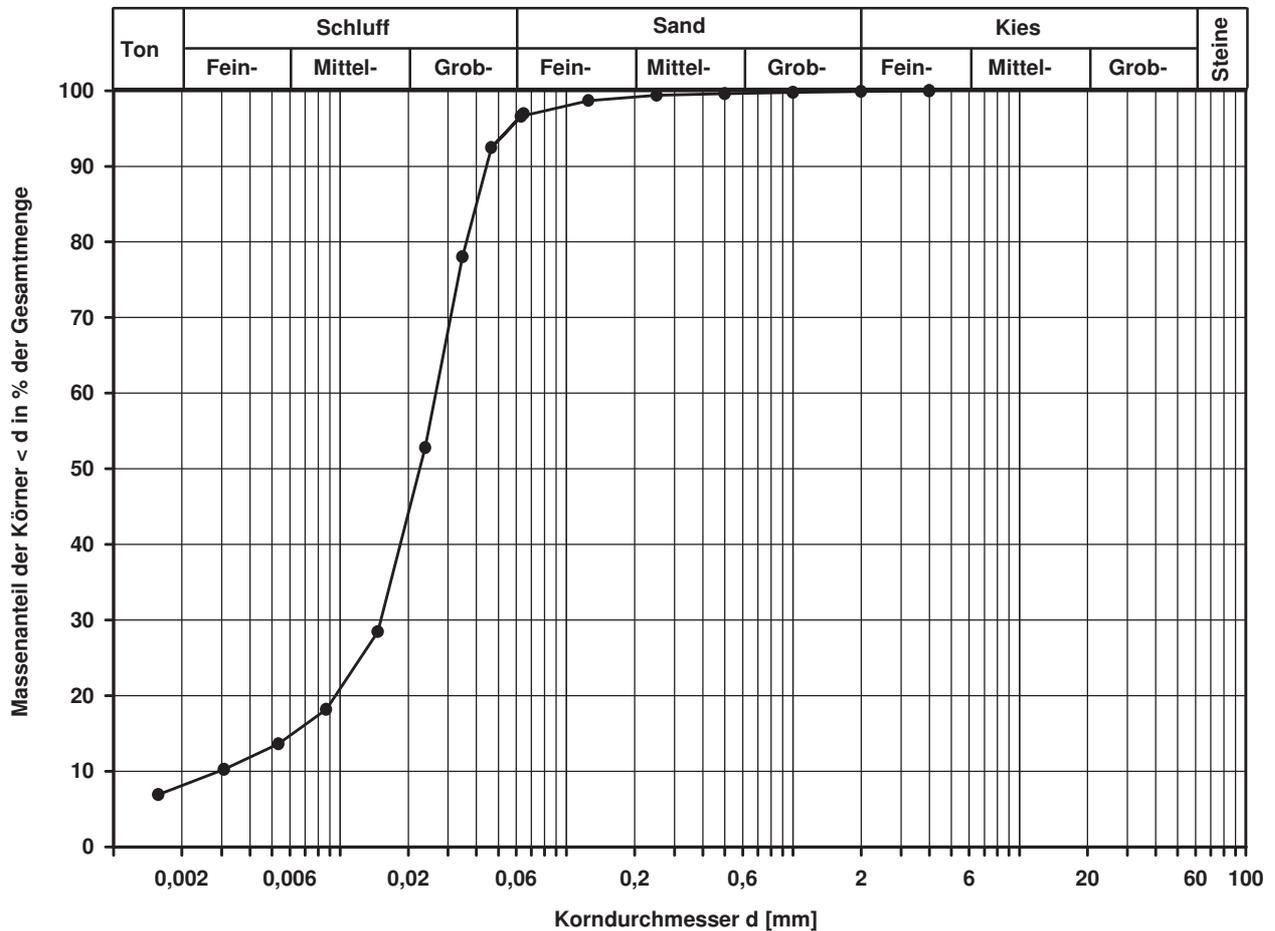
$d_{10}$   
[mm]

0,0029

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 6,728E-08 m/s

nach Bialas: 8,036E-08 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-24

Tiefe unter GOK:

12,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,s'

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 07.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Entrn. am: 06.12.2014

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

14 / 77 / 8 / 1

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,0247

d50  
[mm]

0,0194

d20  
[mm]

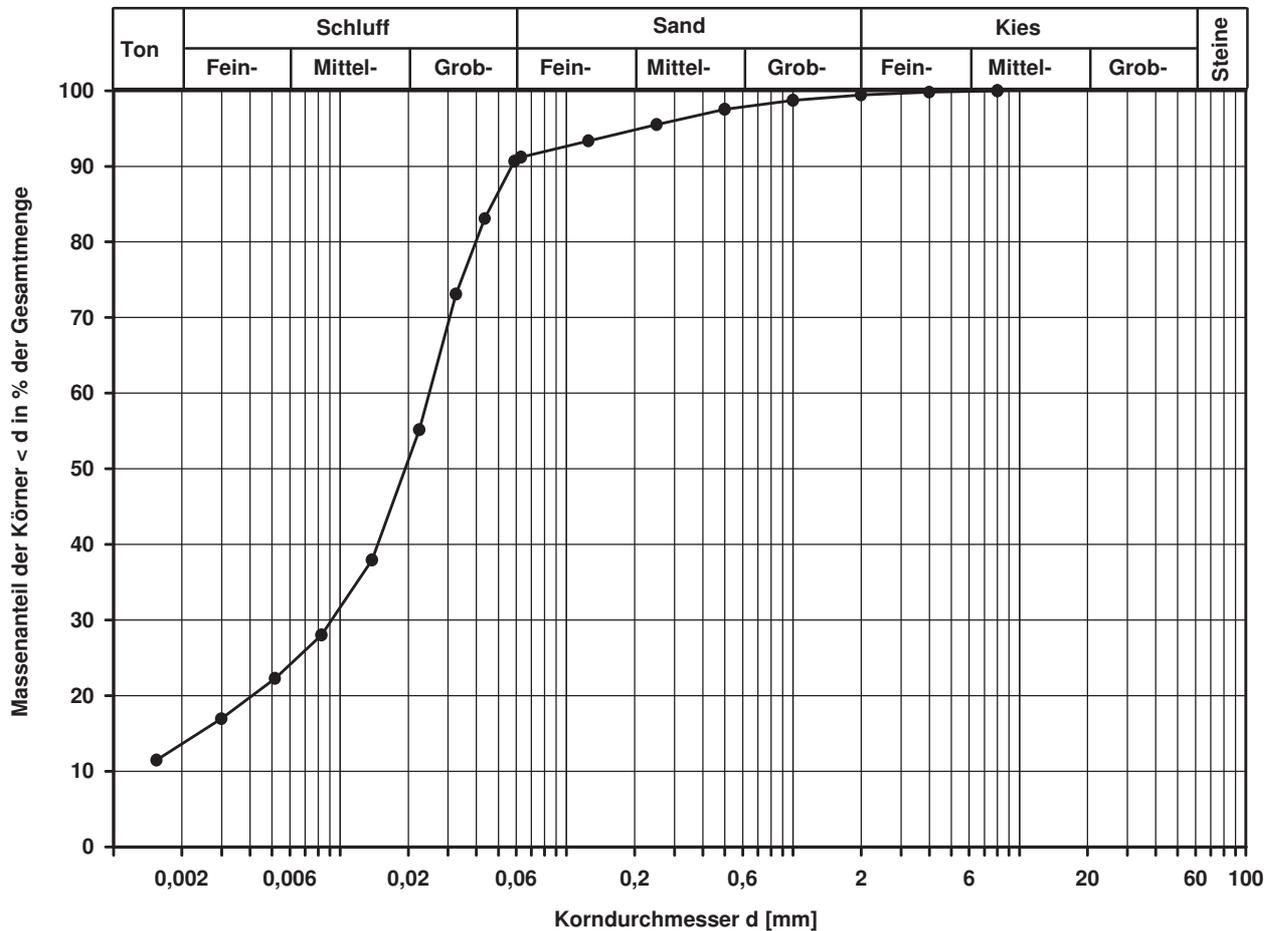
0,0041

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

1,163E-08 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation (GrK)

Entnahmestelle

B 1-24

Tiefe unter GOK:

17,70 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:  
S,u/t\*,g

Bodengruppe:  
SU\* / ST\*

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 07.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Entn. am: 06.12.2014

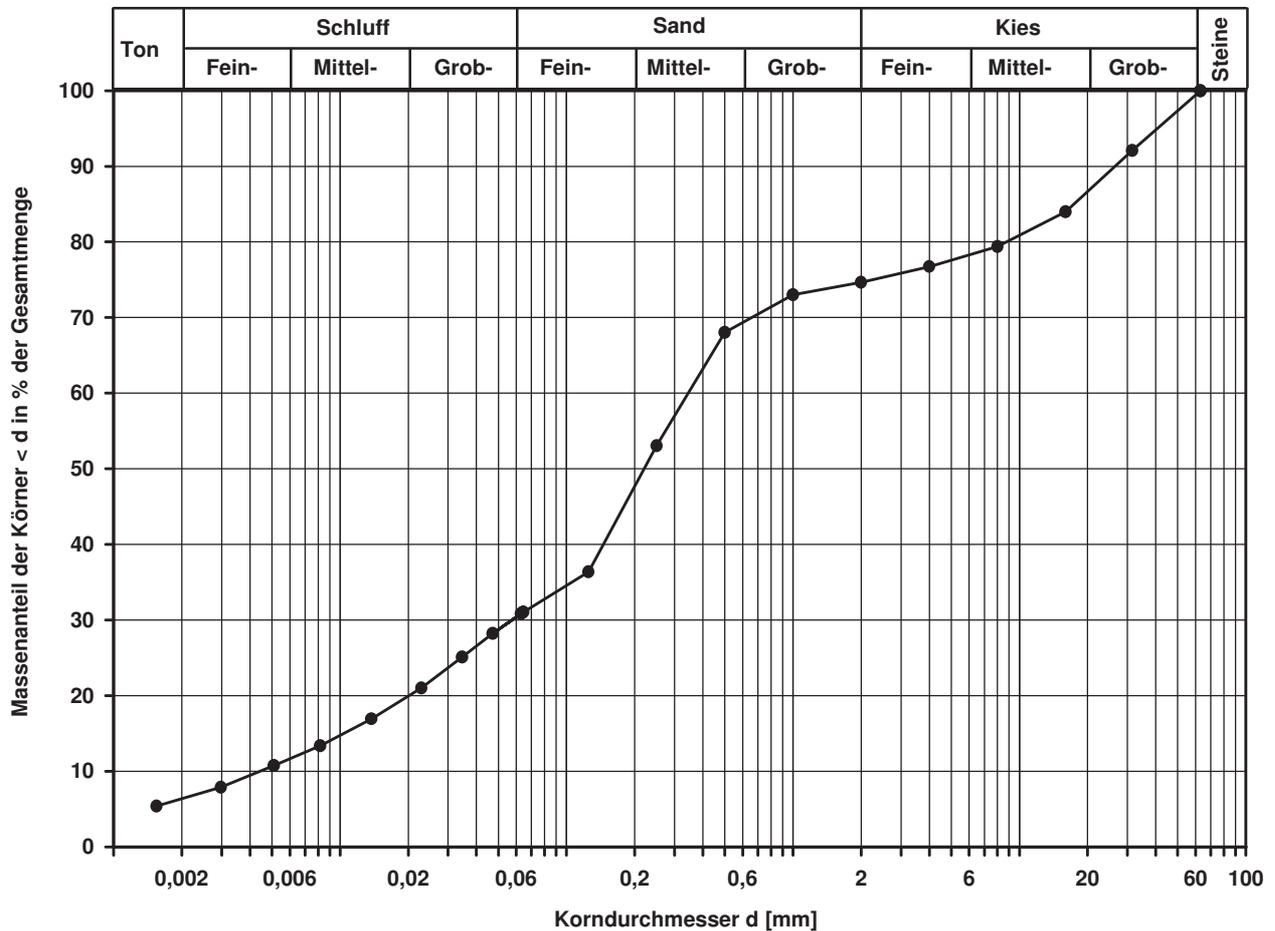
von: ARGE RTW

Kennziffer [%]	Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
6 / 25 / 44 / 25	2,2	78,3	0,3445	0,2201	0,0201	0,0044

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 1,162E-07 m/s

nach Bialas: 4,505E-07 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung

Entnahmestelle

B 1-24

Tiefe unter GOK:

21,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

S,u/t'

Bodengruppe:

SU / ST

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 07.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Entn. am: 06.12.2014

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

--5- / 95 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

1,2

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

4,1

d60  
[mm]

0,3716

d50  
[mm]

0,3126

d20  
[mm]

0,1496

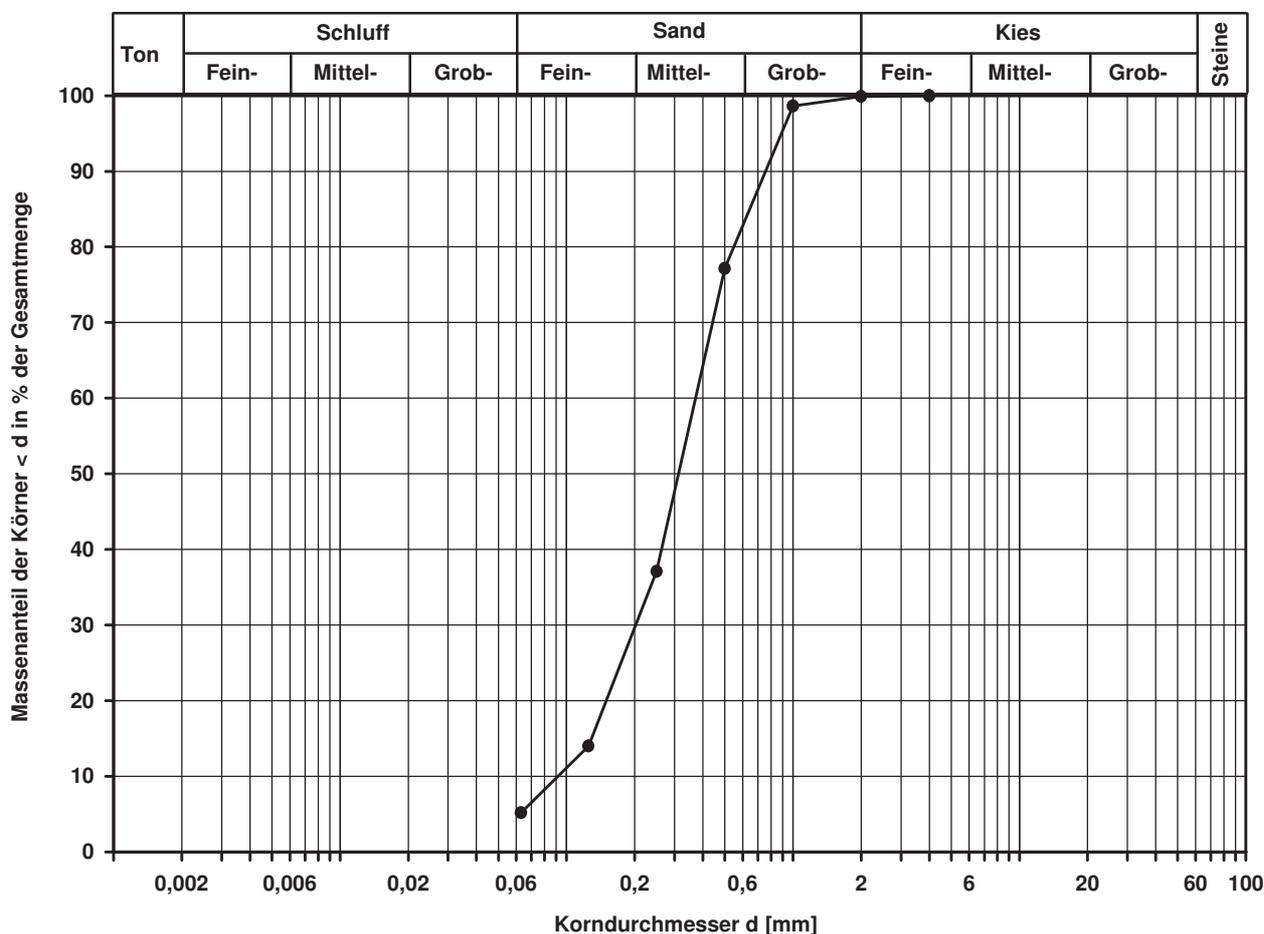
d10  
[mm]

0,0914

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 7,519E-05 m/s

nach Bialas: 4,557E-05 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-24

Tiefe unter GOK:

25,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T

Bodengruppe:

TA

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 07.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Entn. am: 06.12.2014

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

32 / 63 / 5 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,0061

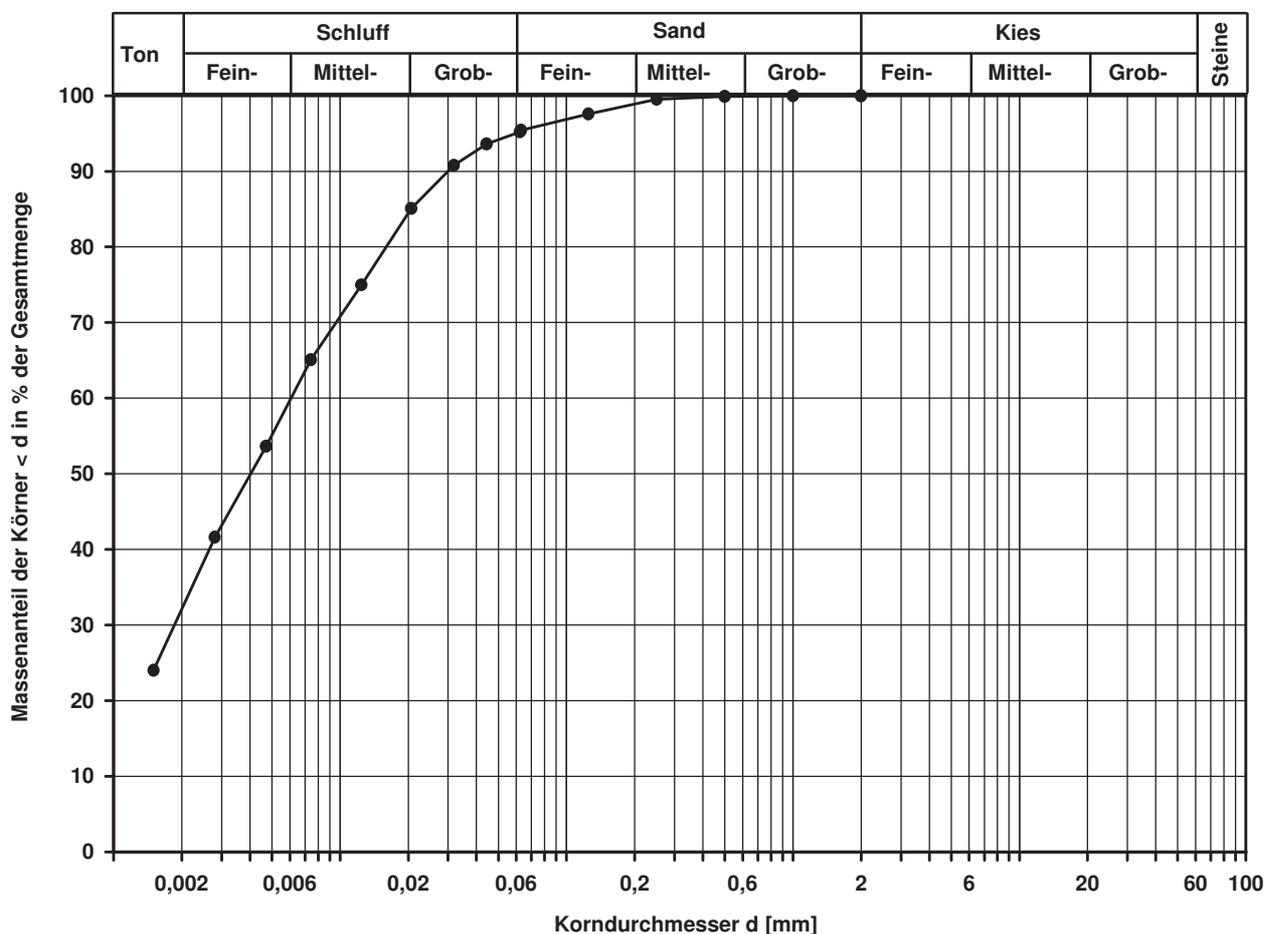
d50  
[mm]

0,0040

d20  
[mm]

d10  
[mm]

Berechnung  $k_\eta$  Wert:



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-24

Tiefe unter GOK:

29,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

S,u/t

Bodengruppe:

SU\* / ST\*

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 07.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Entrn. am: 06.12.2014

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

3 / 13 / 84 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

4,0

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

20,0

d60  
[mm]

0,3538

d50  
[mm]

0,2857

d20  
[mm]

0,0921

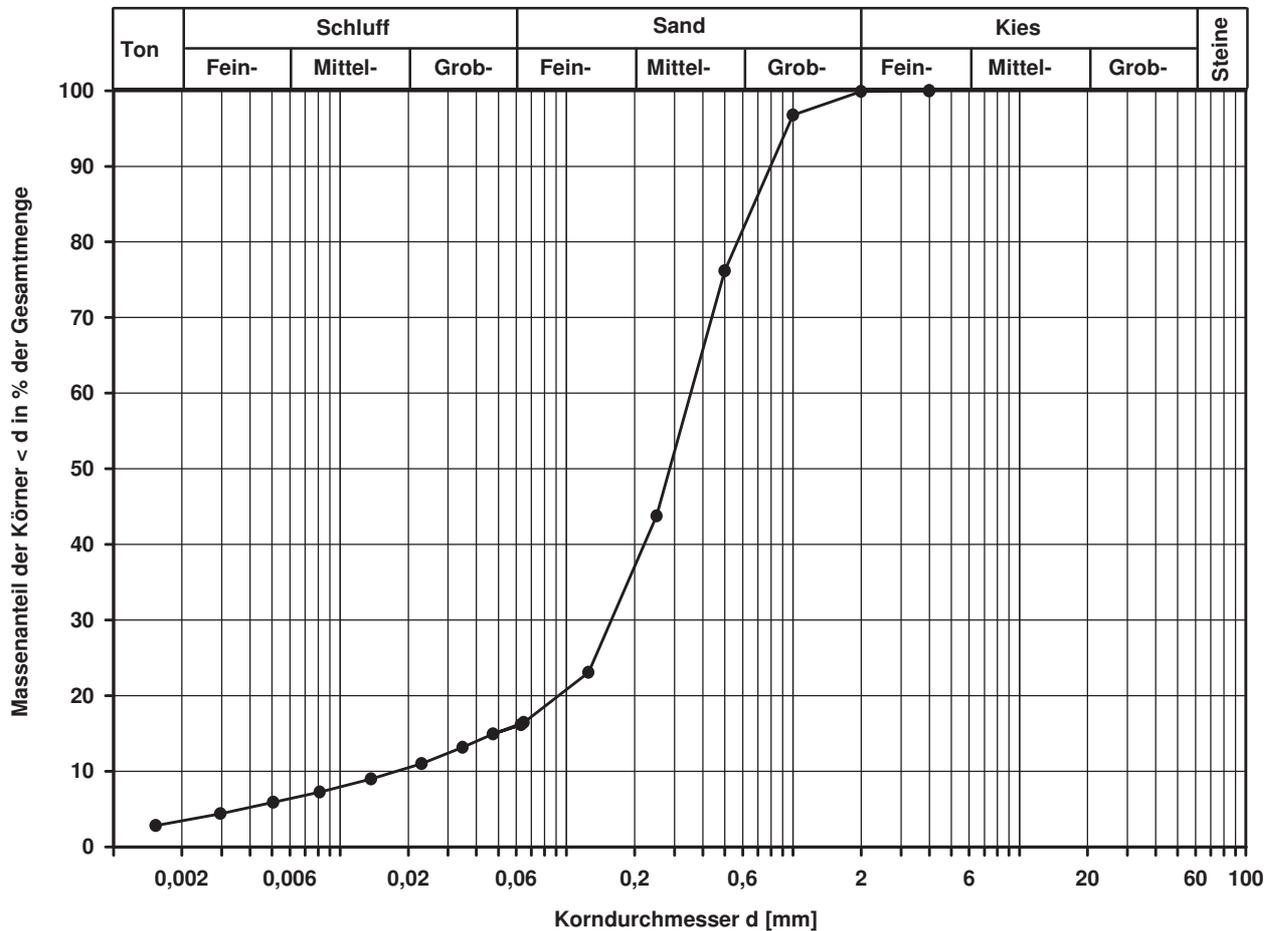
d10  
[mm]

0,0177

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 1,880E-06 m/s

nach Bialas: 1,493E-05 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-25

Tiefe unter GOK:

2,90 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Entn. am:

von: ARGE RTW

Ausgeführt von: Bembnista

am: 08.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Kennziffer  
[%]

9 / 88 / 3 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

2,3

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

10,6

$d_{60}$   
[mm]

0,0234

$d_{50}$   
[mm]

0,0189

$d_{20}$   
[mm]

0,0067

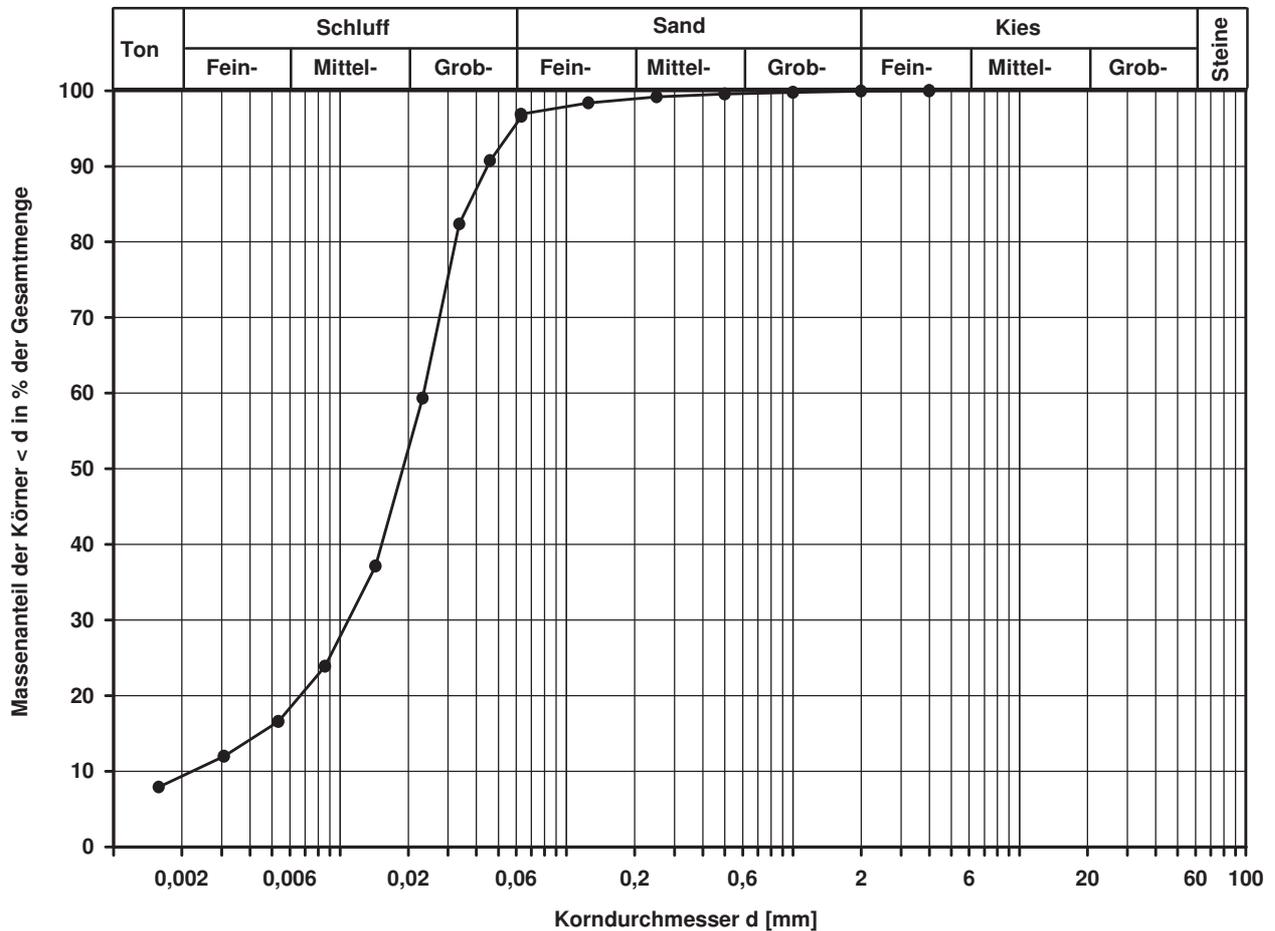
$d_{10}$   
[mm]

0,0022

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 3,388E-08 m/s

nach Bialas: 3,600E-08 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation (GrK)

Entnahmestelle

B 1-25

Tiefe unter GOK:

11,90 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:  
U/T,g\*,s'

Bodengruppe:  
TL

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 08.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Entn. am:

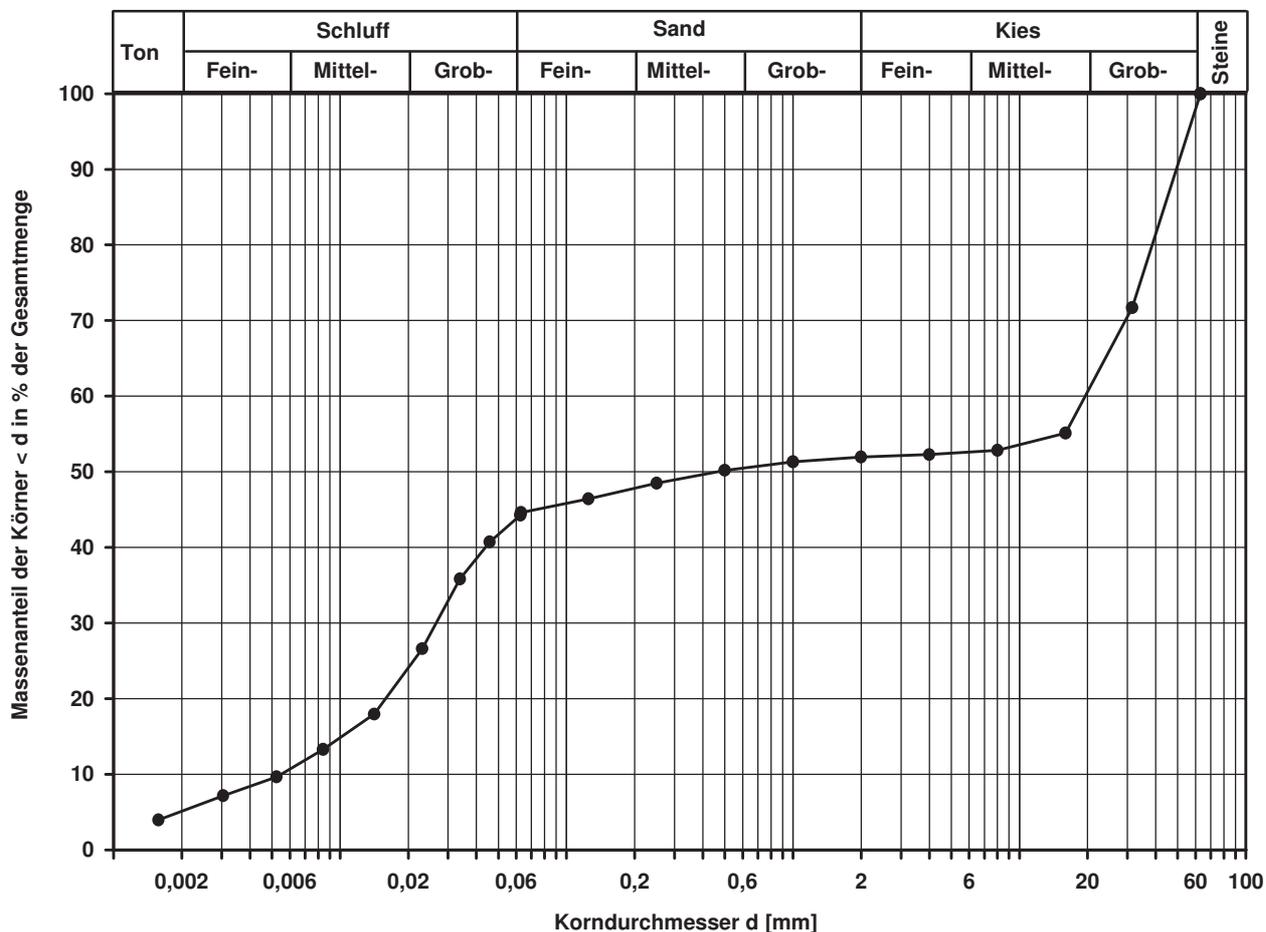
von: ARGE RTW

Kennziffer [%]	Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
5 / 40 / 7 / 48	0,0	3548,9	19,5190	0,4607	0,0159	0,0055

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 1,815E-07 m/s

nach Bialas: 2,627E-07 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-25

Tiefe unter GOK:

15,90 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:  
T/U,s

Bodengruppe:  
TM

Stratigraphie:

Entn. am:

von: ARGE RTW

Ausgeführt von: Bembnista

am: 08.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Kennziffer  
[%]

15 / 56 / 29 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,0339

d50  
[mm]

0,0238

d20  
[mm]

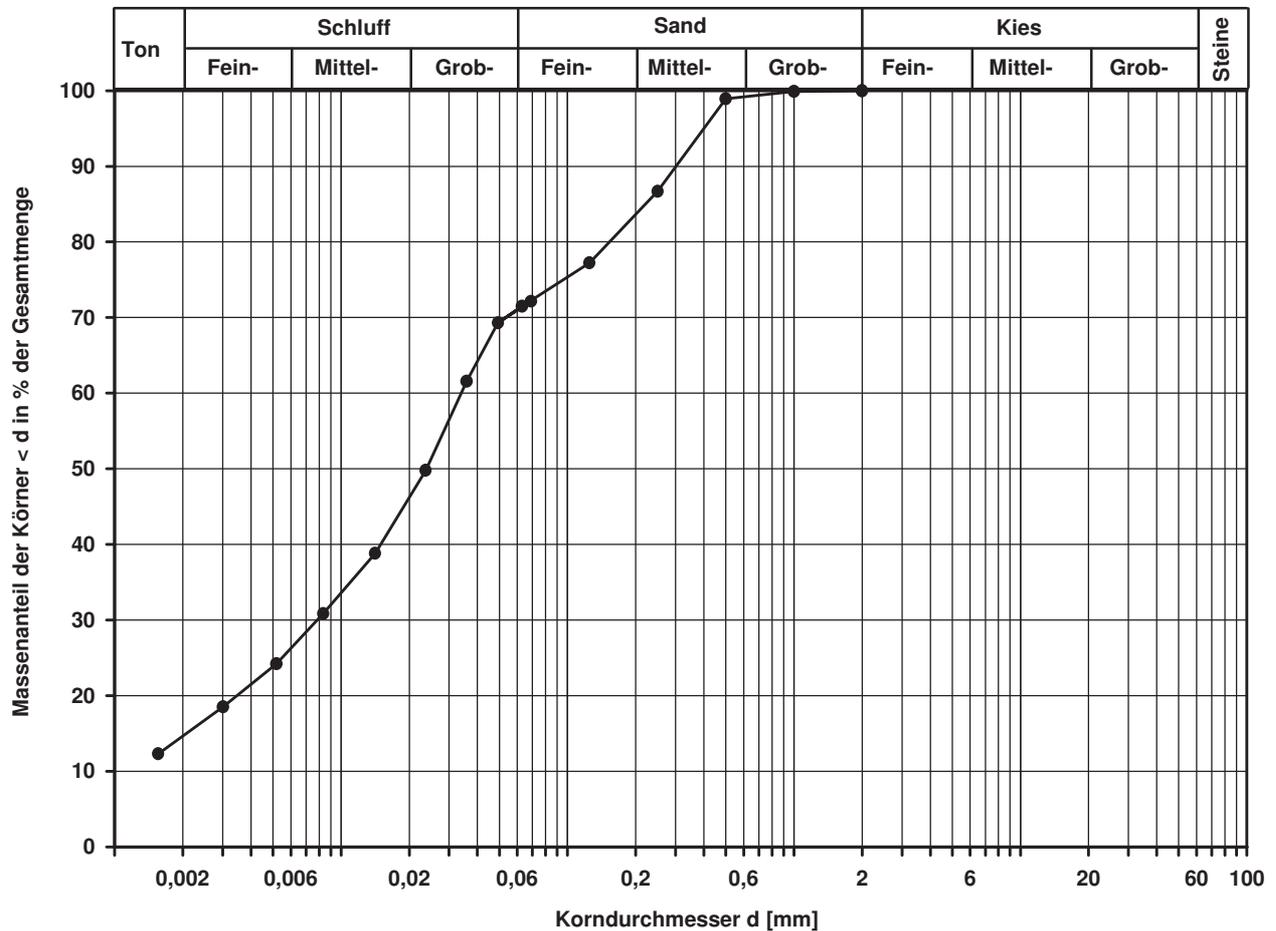
0,0035

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

8,085E-09 m/s



Bemerkungen:



## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-25

Tiefe unter GOK:

18,00 - 18,60 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

f-mS,u/t

Bodengruppe:

SU\* / ST\*

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 08.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Entn. am:

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

4 / 23 / 73 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

3,1

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

14,2

$d_{60}$   
[mm]

0,1486

$d_{50}$   
[mm]

0,1295

$d_{20}$   
[mm]

0,0389

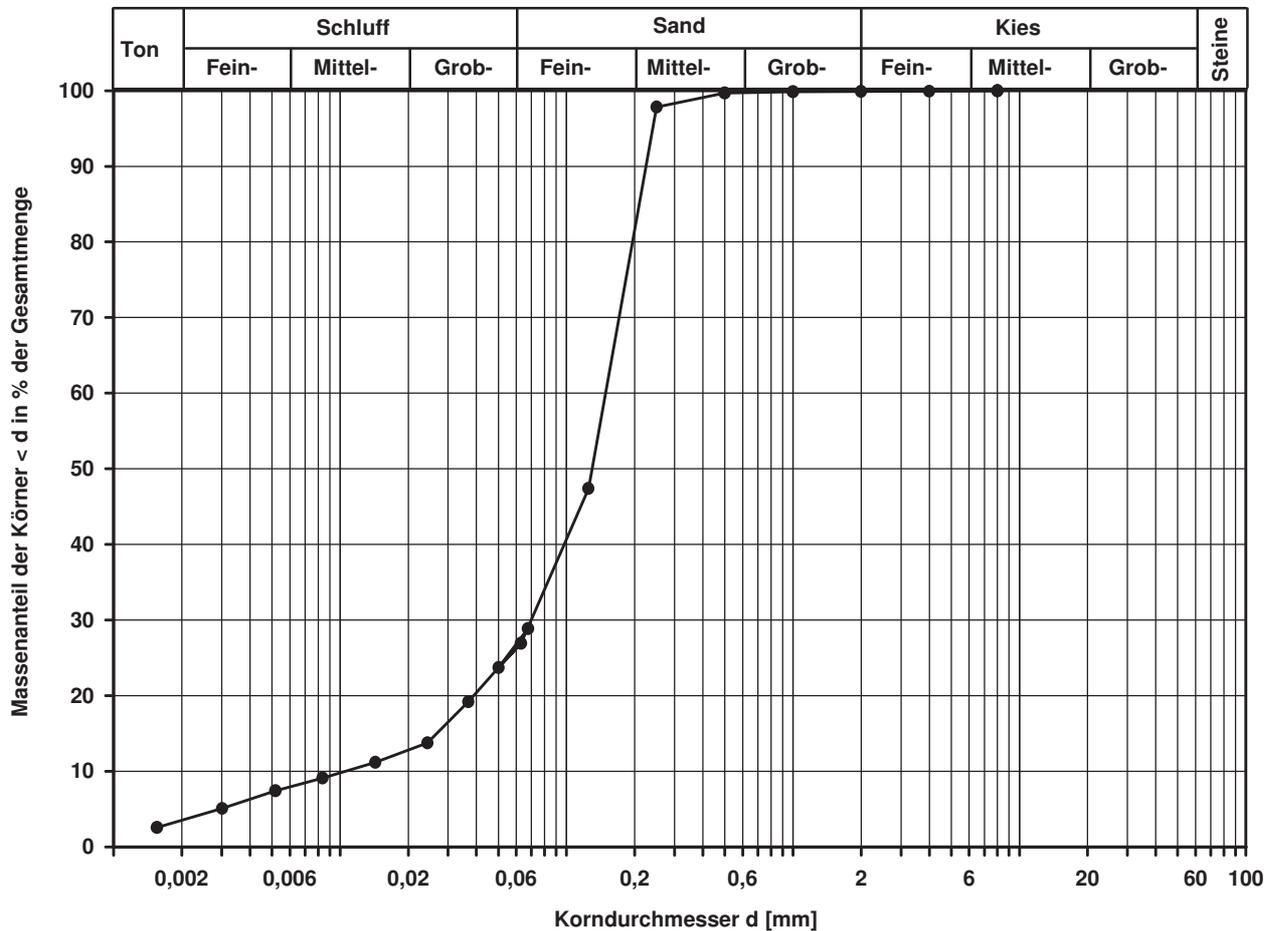
$d_{10}$   
[mm]

0,0105

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 7,718E-07 m/s

nach Bialas: 2,057E-06 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-25

Tiefe unter GOK:

21,90 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

f-mS,u/t

Bodengruppe:

SU\* / ST\*

Stratigraphie:

Entn. am:

von: ARGE RTW

Ausgeführt von: Bembnista

am: 08.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Kennziffer  
[%]

6 / 17 / 77 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

6,5

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

31,1

$d_{60}$   
[mm]

0,1930

$d_{50}$   
[mm]

0,1589

$d_{20}$   
[mm]

0,0491

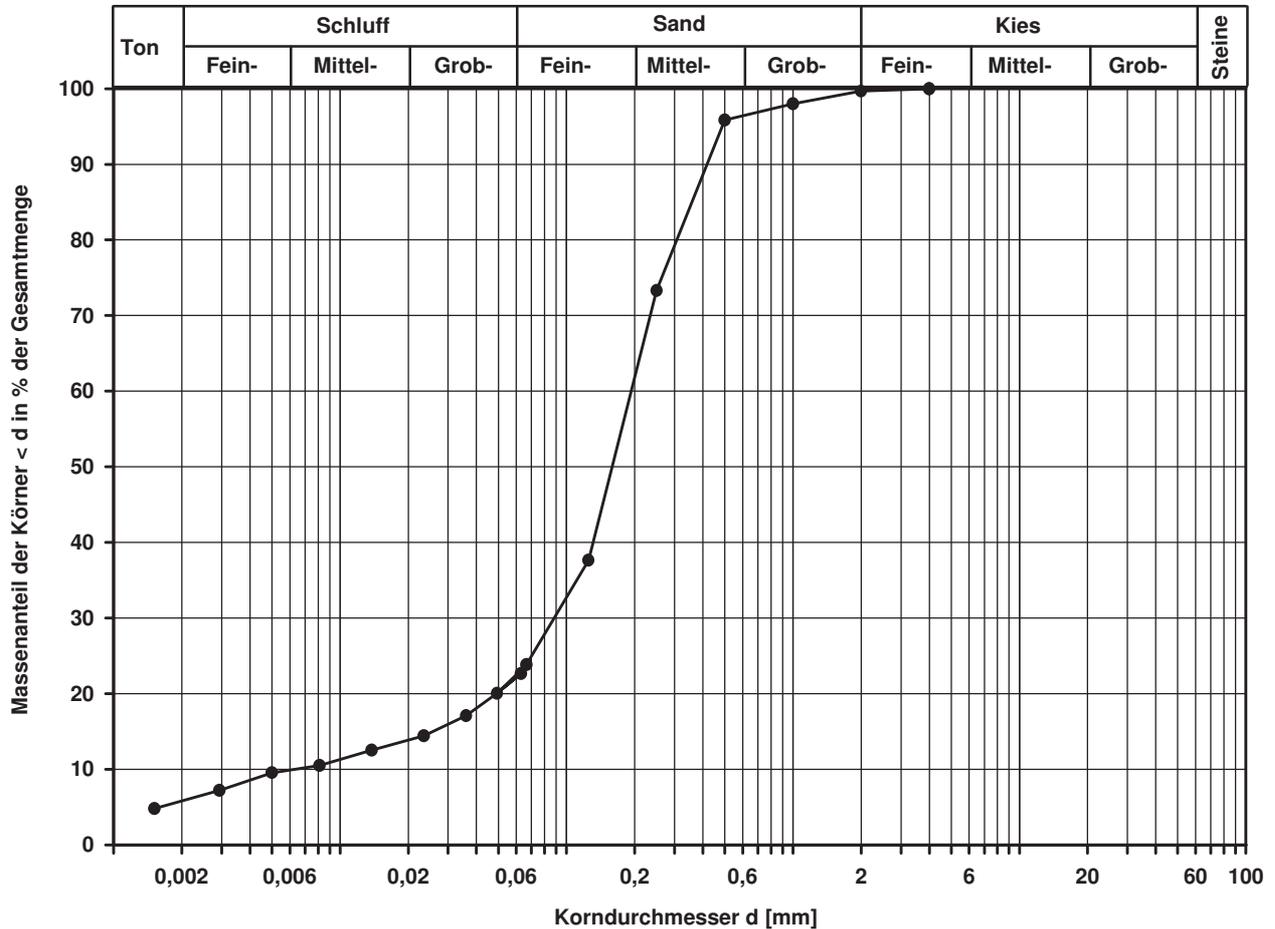
$d_{10}$   
[mm]

0,0062

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 2,306E-07 m/s

nach Bialas: 3,514E-06 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-25

Tiefe unter GOK:

24,90 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:  
U/T,f-ms\*

Bodengruppe:  
TL

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 08.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Entn. am:

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

21 / 38 / 41 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,0668

d50  
[mm]

0,0390

d20  
[mm]

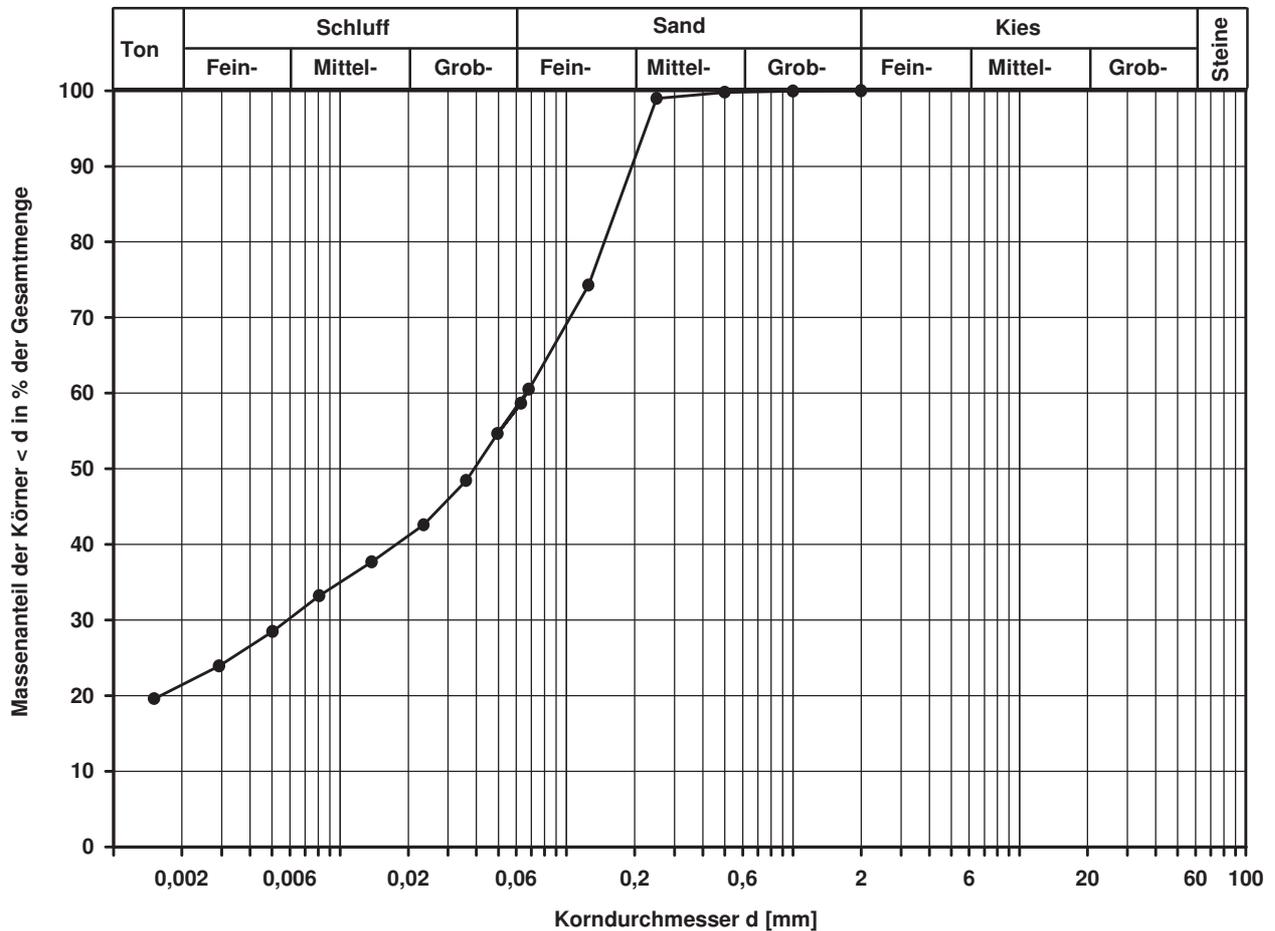
0,0016

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

1,336E-09 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung

Entnahmestelle

B 1-25

Tiefe unter GOK:

28,00 - 28,60 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

S,u/t'

Bodengruppe:

SU / ST

Stratigraphie:

Entn. am:

von: ARGE RTW

Ausgeführt von: Bembnista

am: 08.04.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 09.06.2015

Kennziffer  
[%]

--13-- / 86 / 1

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,2517

d50  
[mm]

0,2072

d20  
[mm]

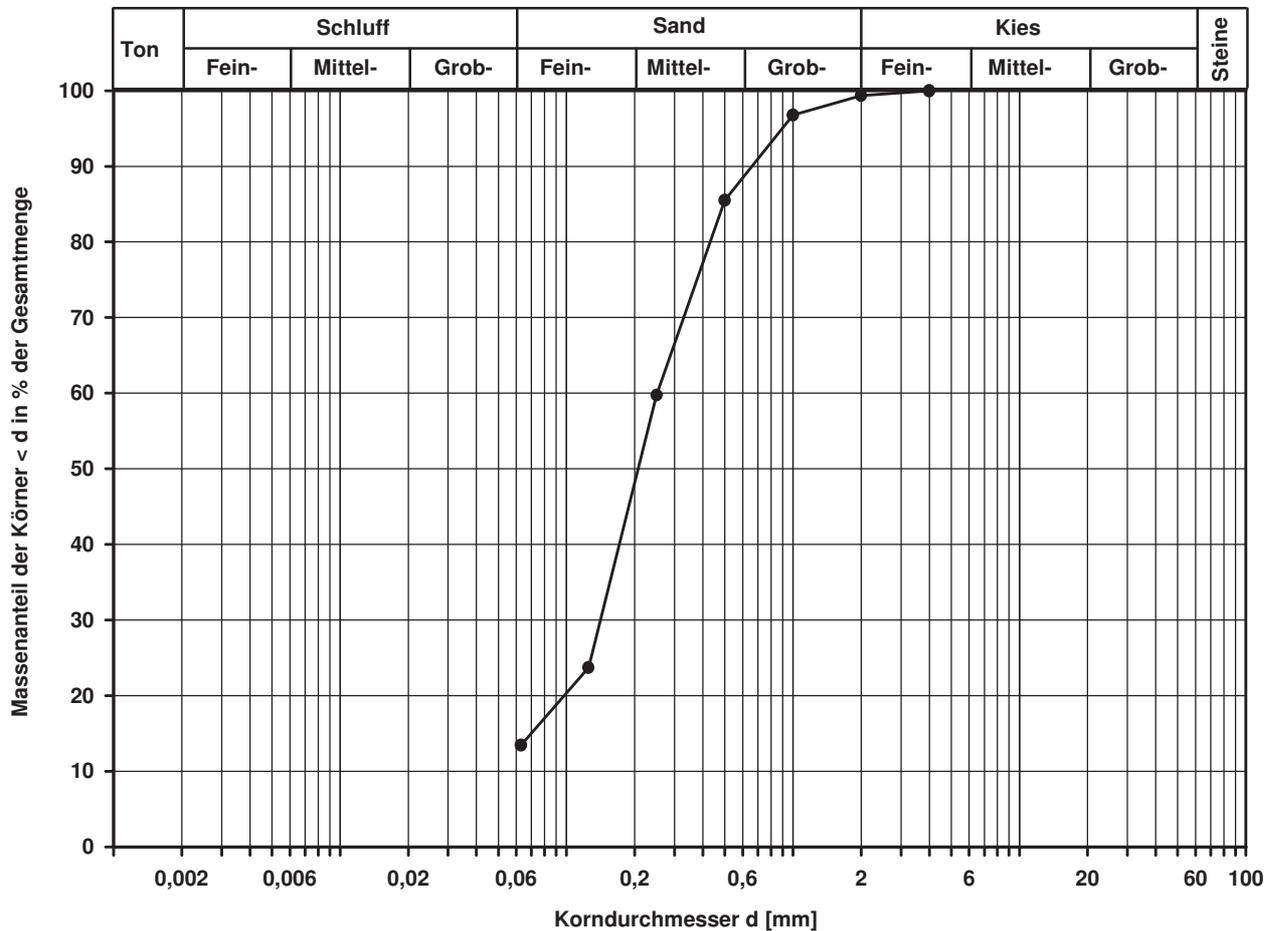
0,0974

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

1,698E-05 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-26

Tiefe unter GOK:

6,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 18.02.2016

Gep.::

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Entrn. am: 28.01.2016

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

8 / 89 / 3 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

1,7

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

9,4

$d_{60}$   
[mm]

0,0255

$d_{50}$   
[mm]

0,0203

$d_{20}$   
[mm]

0,0060

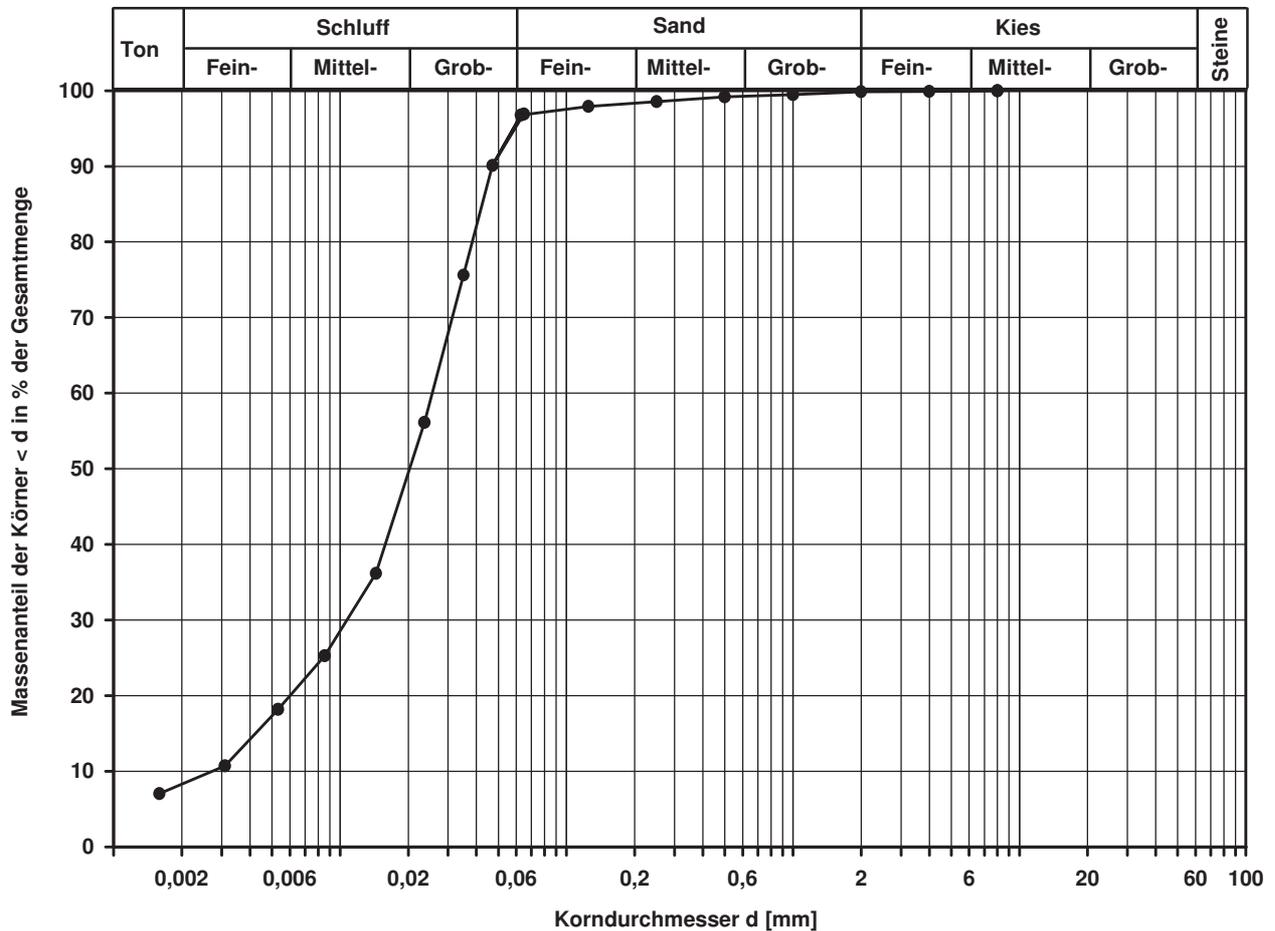
$d_{10}$   
[mm]

0,0027

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 5,832E-08 m/s

nach Bialas: 2,793E-08 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation (GrK)

Entnahmestelle

B 1-26

Tiefe unter GOK:

9,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:  
U/T,g\*,s

Bodengruppe:  
TL

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bergen

am: 16.02.2016

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Entn. am: 28.01.2016

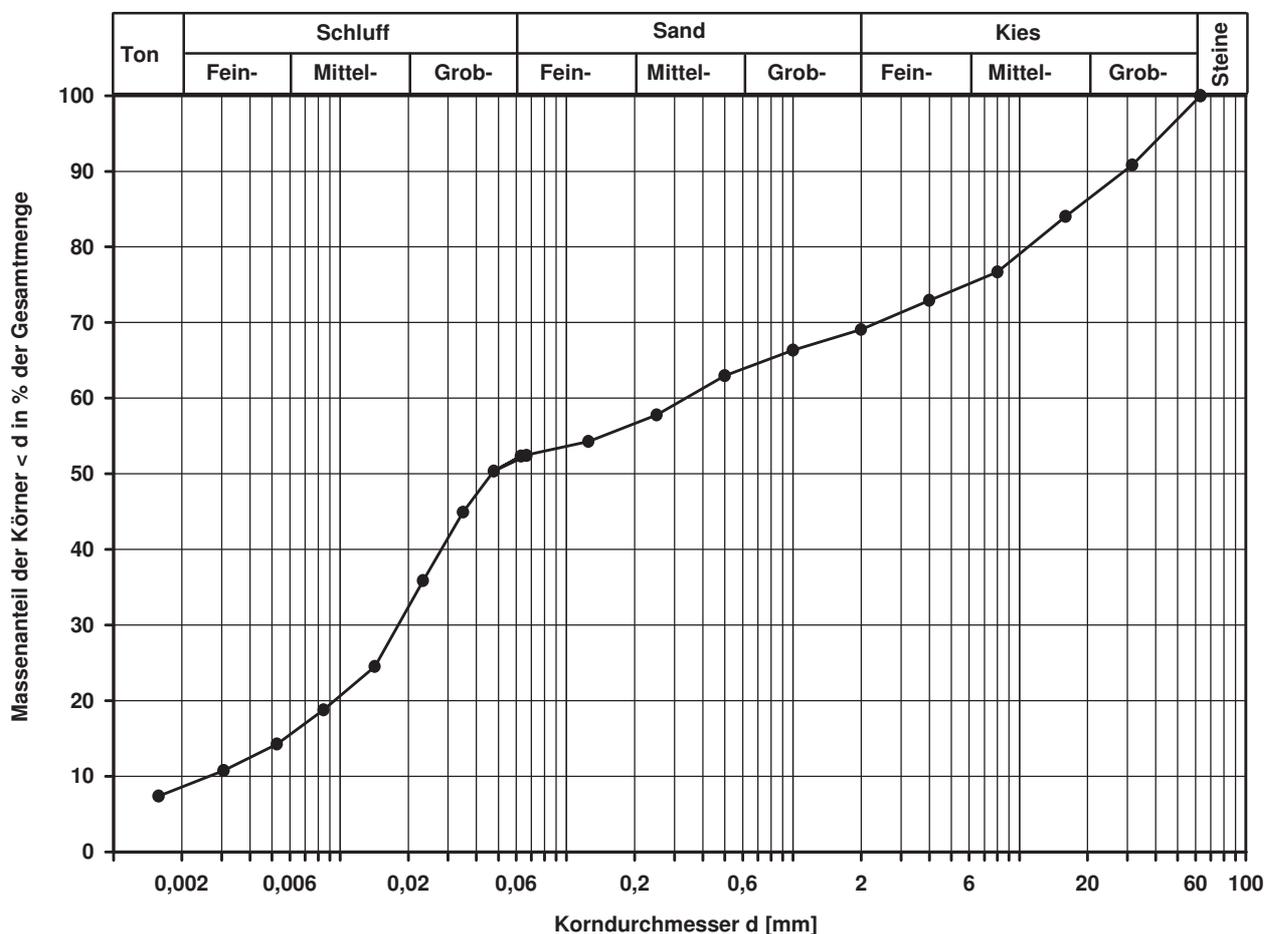
von: ARGE RTW

Kennziffer [%]	Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
9 / 43 / 17 / 31	0,4	129,3	0,3361	0,0468	0,0094	0,0026

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 4,056E-08 m/s

nach Bialas: 7,843E-08 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-26

Tiefe unter GOK:

16,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T,s\*

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 16.02.2016

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Entn. am: 28.01.2016

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

12 / 31 / 55 / 2

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,2416

d50  
[mm]

0,1448

d20  
[mm]

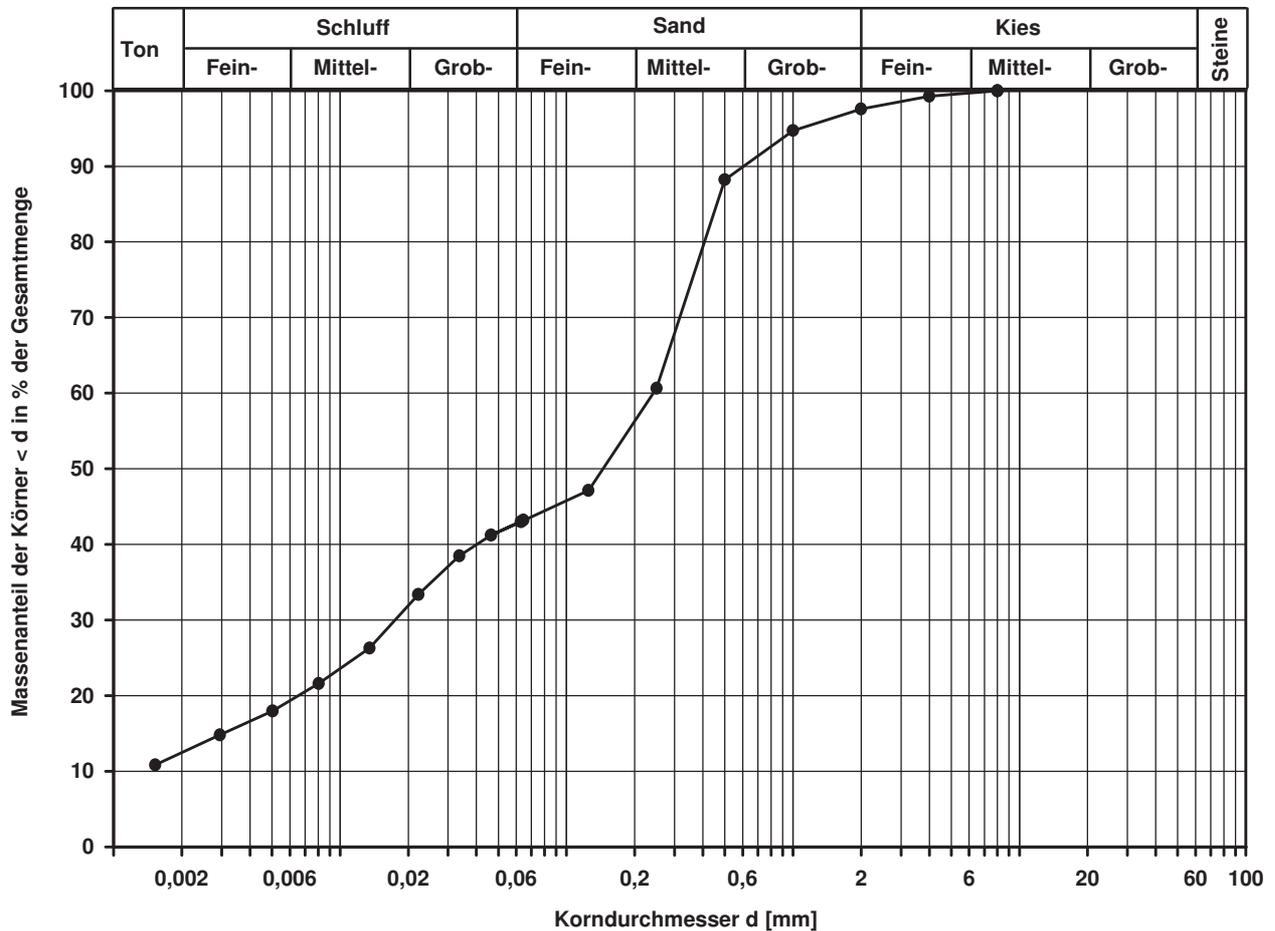
0,0065

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

3,357E-08 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung

Entnahmestelle

B 1-26

Tiefe unter GOK:

20,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

S,u/t'

Bodengruppe:

SU / ST

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 16.02.2016

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Entn. am: 28.01.2016

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

--10-- / 90 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

1,7

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

5,9

$d_{60}$   
[mm]

0,3887

$d_{50}$   
[mm]

0,3257

$d_{20}$   
[mm]

0,1501

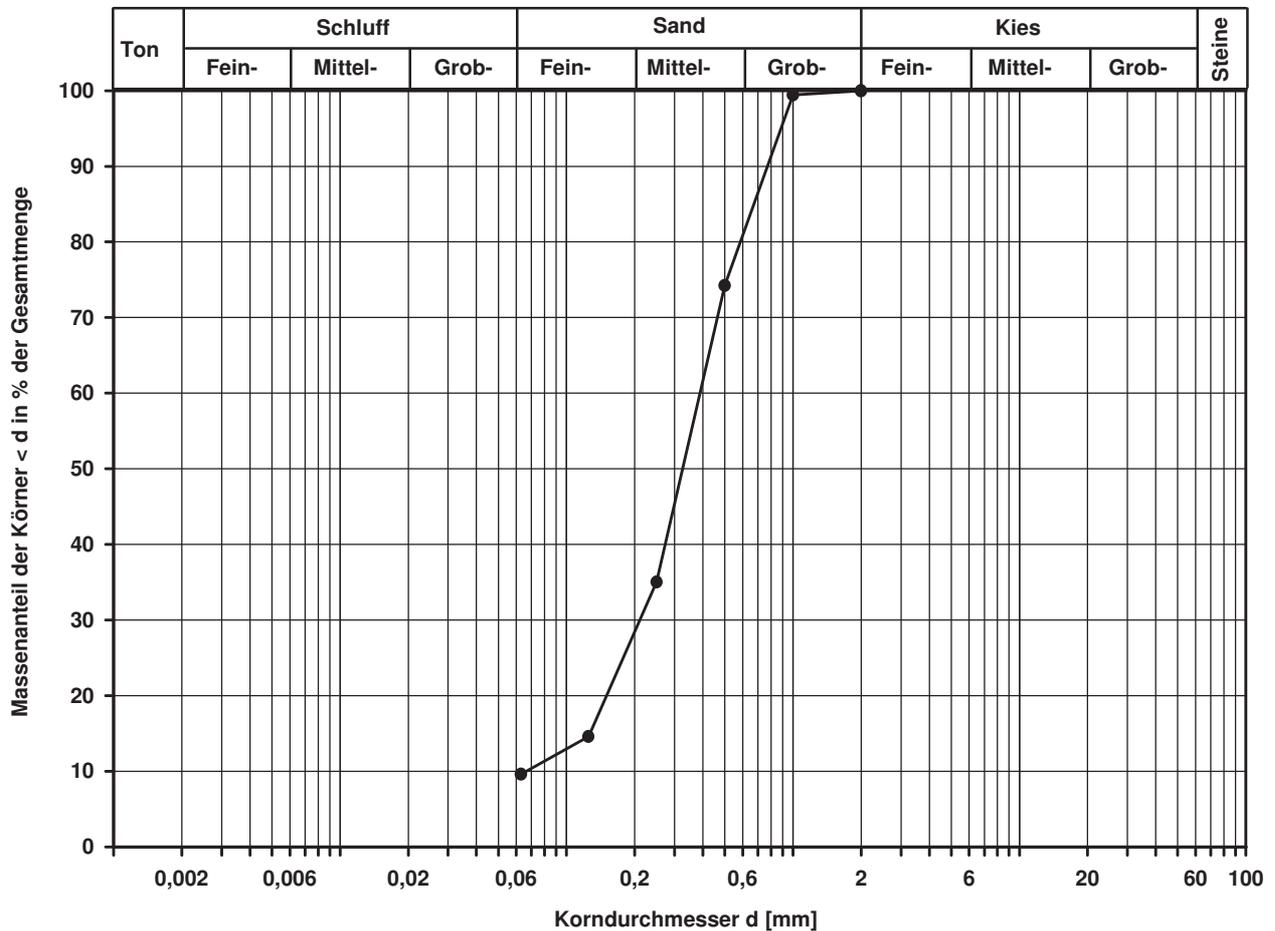
$d_{10}$   
[mm]

0,0663

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 3,517E-05 m/s

nach Bialas: 4,592E-05 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung

Entnahmestelle

B 1-26

Tiefe unter GOK:

27,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

S,u/t'

Bodengruppe:

SU / ST

Stratigraphie:

Entrn. am: 29.01.2016

von: ARGE RTW

Ausgeführt von: Bembnista

am: 16.02.2016

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Kennziffer  
[%]

--6-- / 94 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

1,6

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

3,3

$d_{60}$   
[mm]

0,3645

$d_{50}$   
[mm]

0,3239

$d_{20}$   
[mm]

0,1807

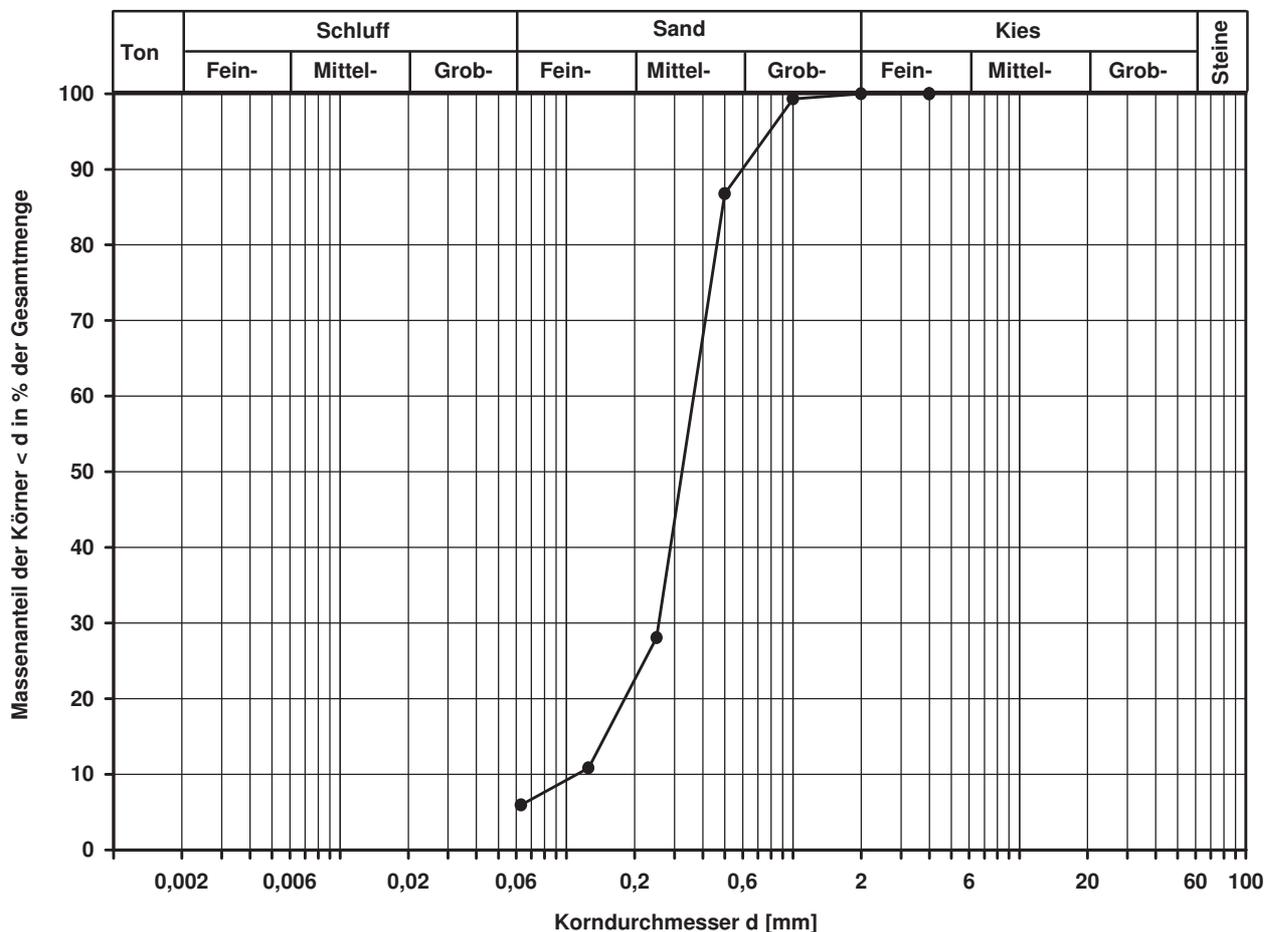
$d_{10}$   
[mm]

0,1111

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 1,111E-04 m/s

nach Biasas: 7,036E-05 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-27

Tiefe unter GOK:

1,90 - 2,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Enthn. am: 03.02.2016

von: ARGE RTW

Ausgeführt von: Bembnista

am: 18.02.2016

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Kennziffer  
[%]

8 / 88 / 4 / 0

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

2,0

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

8,2

d60  
[mm]

0,0237

d50  
[mm]

0,0195

d20  
[mm]

0,0074

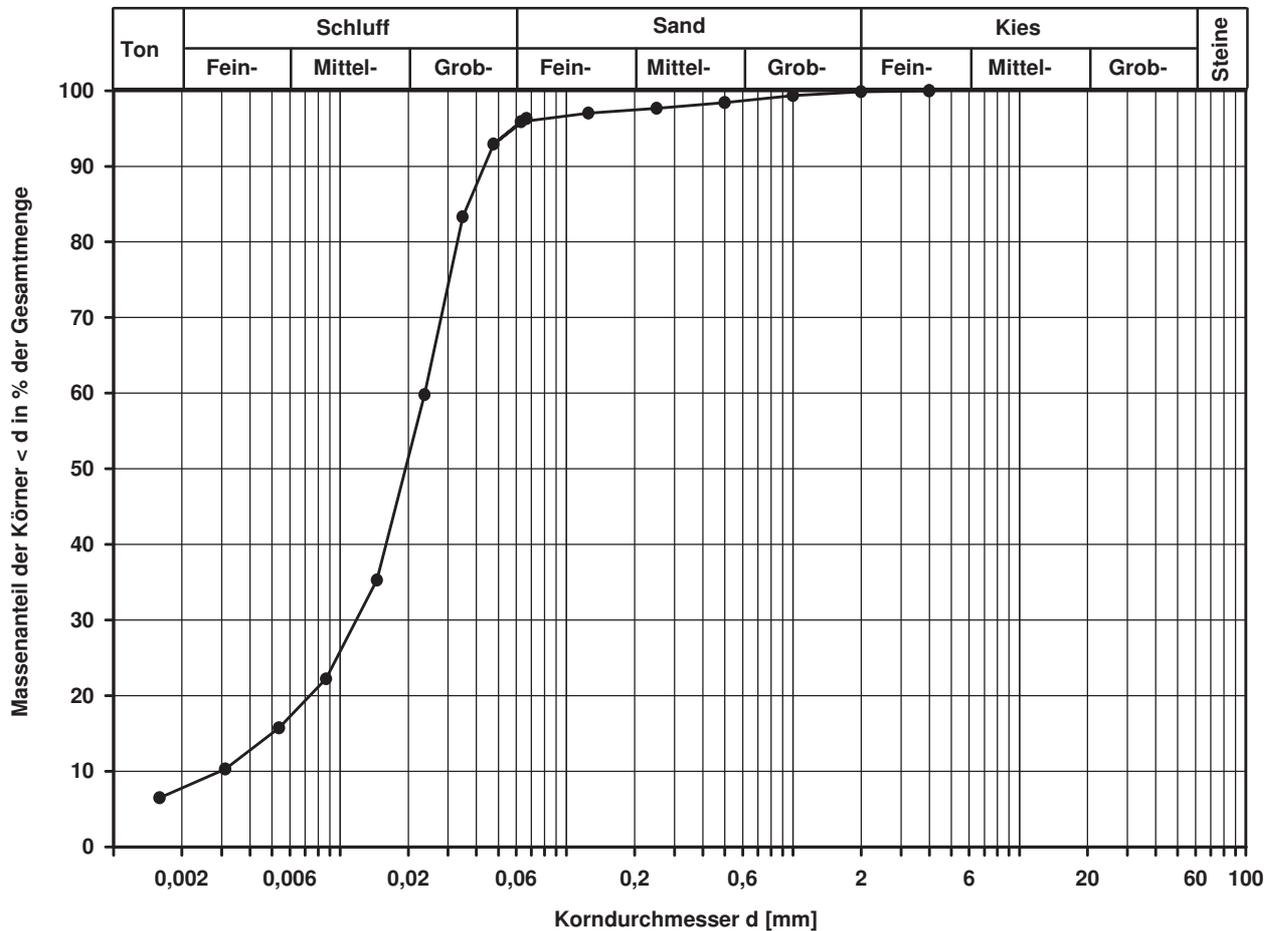
d10  
[mm]

0,0029

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 6,728E-08 m/s

nach Bialas: 4,524E-08 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-27

Tiefe unter GOK:

7,90 - 8,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:  
U/T,s

Bodengruppe:  
TL

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bemnista

am: 16.02.2016

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Enthn. am: 03.02.2016

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

13 / 58 / 27 / 2

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,0337

d50  
[mm]

0,0232

d20  
[mm]

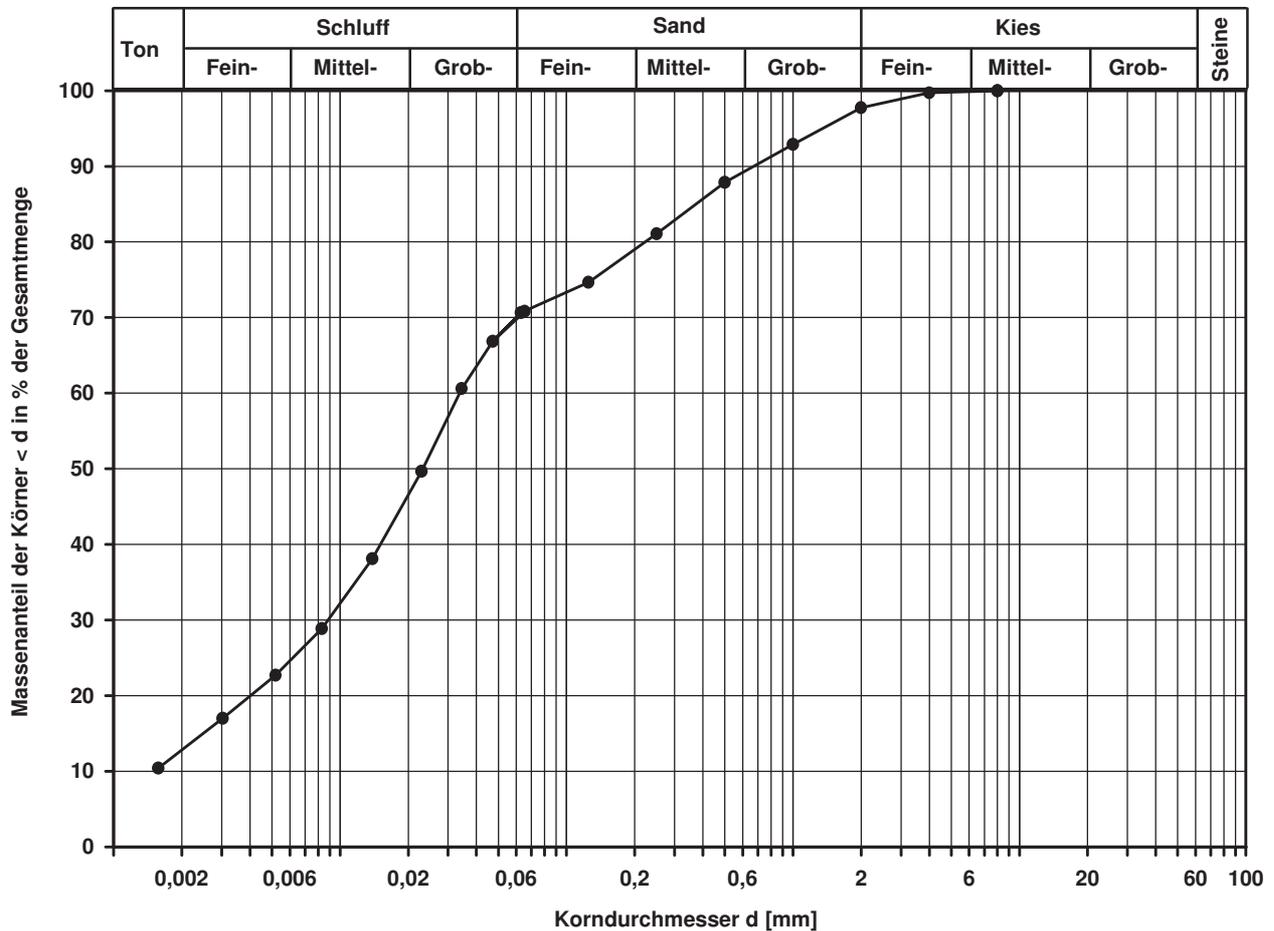
0,0040

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

1,099E-08 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung (GrK)

Entnahmestelle

B 1-27

Tiefe unter GOK:

9,90 - 10,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

G,s,u/t'

Bodengruppe:

GU / GT

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 18.02.2016

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Entrn. am: 03.02.2016

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

--6-- / 27 / 67

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

1,3

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

34,9

$d_{60}$   
[mm]

8,4297

$d_{50}$   
[mm]

5,4285

$d_{20}$   
[mm]

0,6871

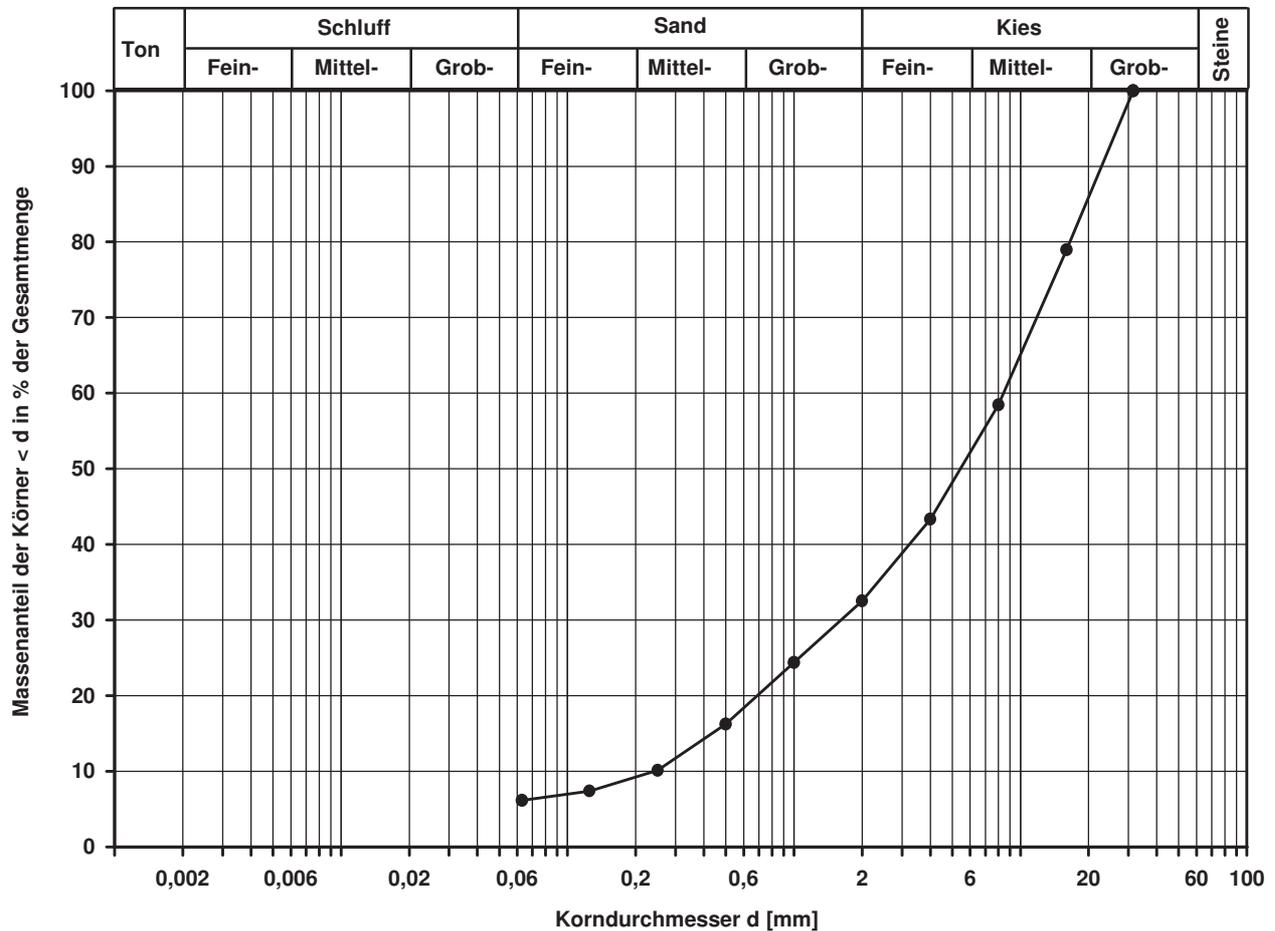
$d_{10}$   
[mm]

0,2412

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Beyer: 3,491E-04 m/s

nach Bialas: 1,519E-03 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

B 1-27

Tiefe unter GOK:

15,90 - 16,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T,s\*,g'

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 18.02.2016

Gep.::

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Enthn. am: 03.02.2016

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

11 / 29 / 47 / 13

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,1871

d50  
[mm]

0,1327

d20  
[mm]

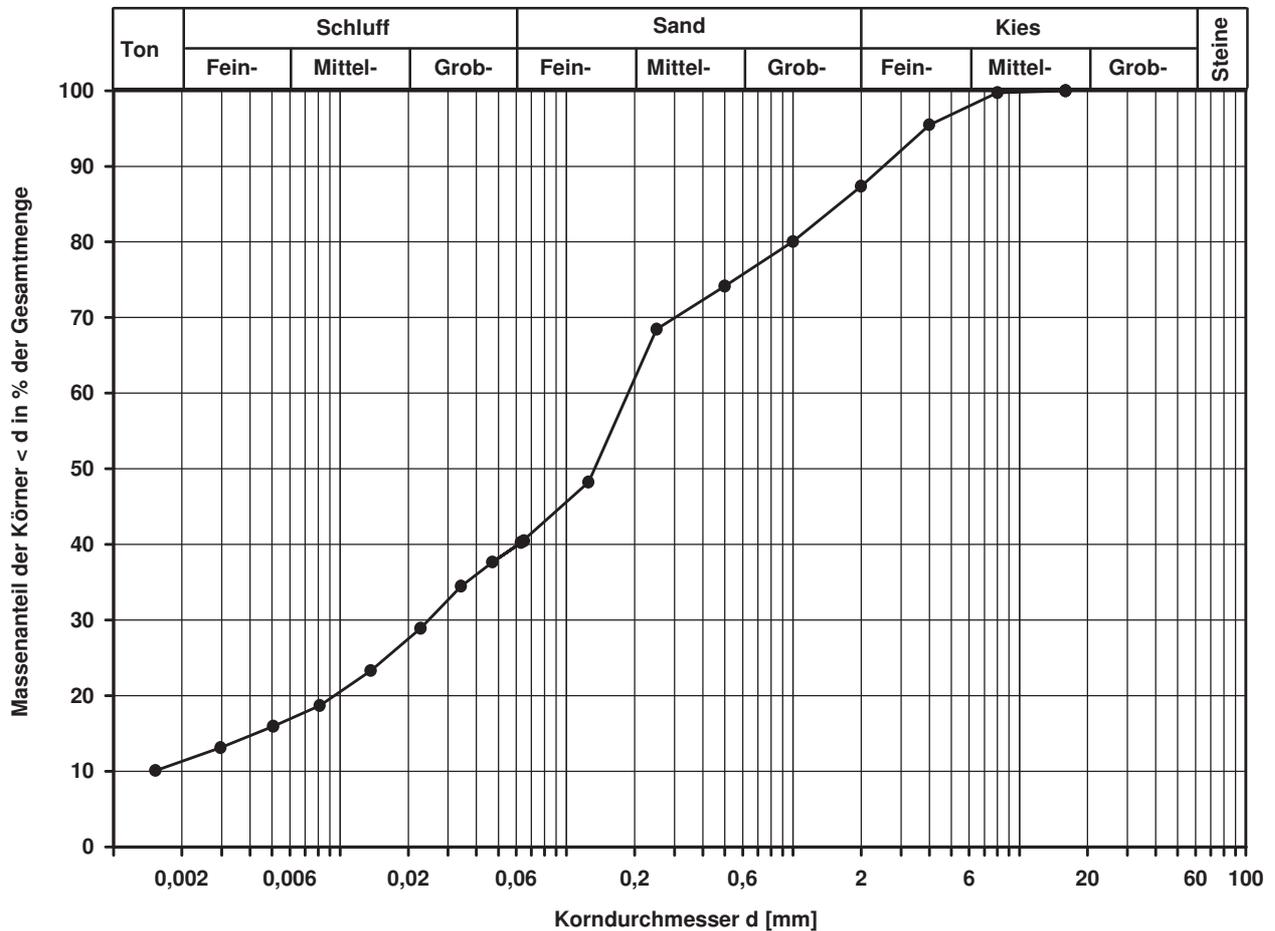
0,0094

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

7,843E-08 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung

Entnahmestelle

B 1-27

Tiefe unter GOK:

19,90 - 20,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:  
S,u/t

Bodengruppe:  
SU\* / ST\*

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 18.02.2016

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Entn. am: 03.02.2016

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

d50  
[mm]

d20  
[mm]

d10  
[mm]

--20-- / 79 / 1

0,3308

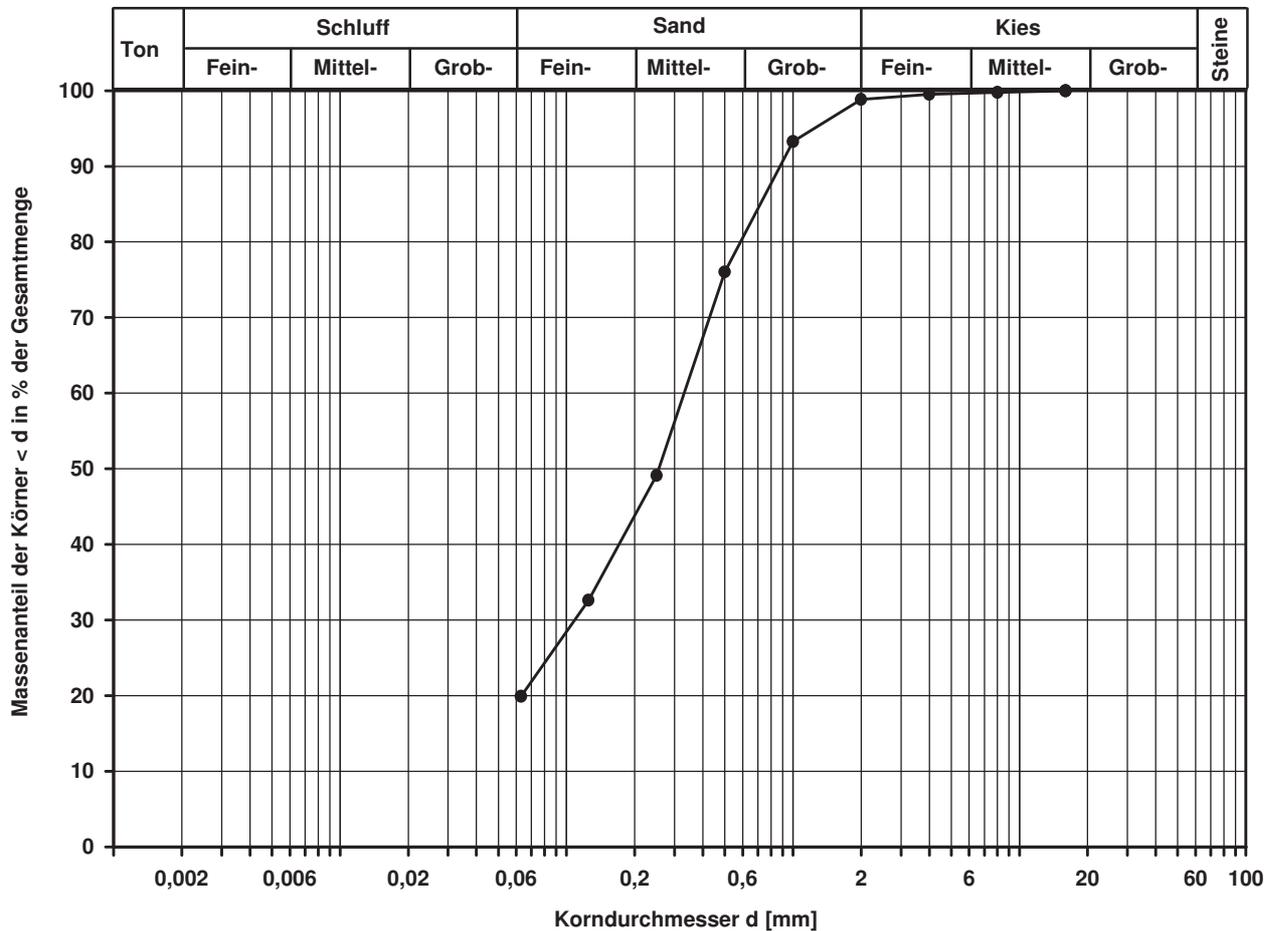
0,2556

0,0632

Berechnung  $k_f$  Wert:

nach Bialas:

6,280E-06 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung

Entnahmestelle

B 1-27

Tiefe unter GOK:

26,90 - 27,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

S<sub>u</sub>/t'

Bodengruppe:

SU / ST

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Bembnista

am: 17.02.2016

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 14.03.2016

Entn. am: 03.02.2016

von: ARGE RTW

Kennziffer  
[%]

--9-- / 91 / 0

Krümmungszahl C<sub>c</sub>  
C<sub>c</sub> = (d<sub>30</sub>)<sup>2</sup> / (d<sub>10</sub> \* d<sub>60</sub>)

1,7

Ungleichförmigkeitszahl U  
U = d<sub>60</sub> / d<sub>10</sub>

5,0

d<sub>60</sub>  
[mm]

0,3572

d<sub>50</sub>  
[mm]

0,3073

d<sub>20</sub>  
[mm]

0,1513

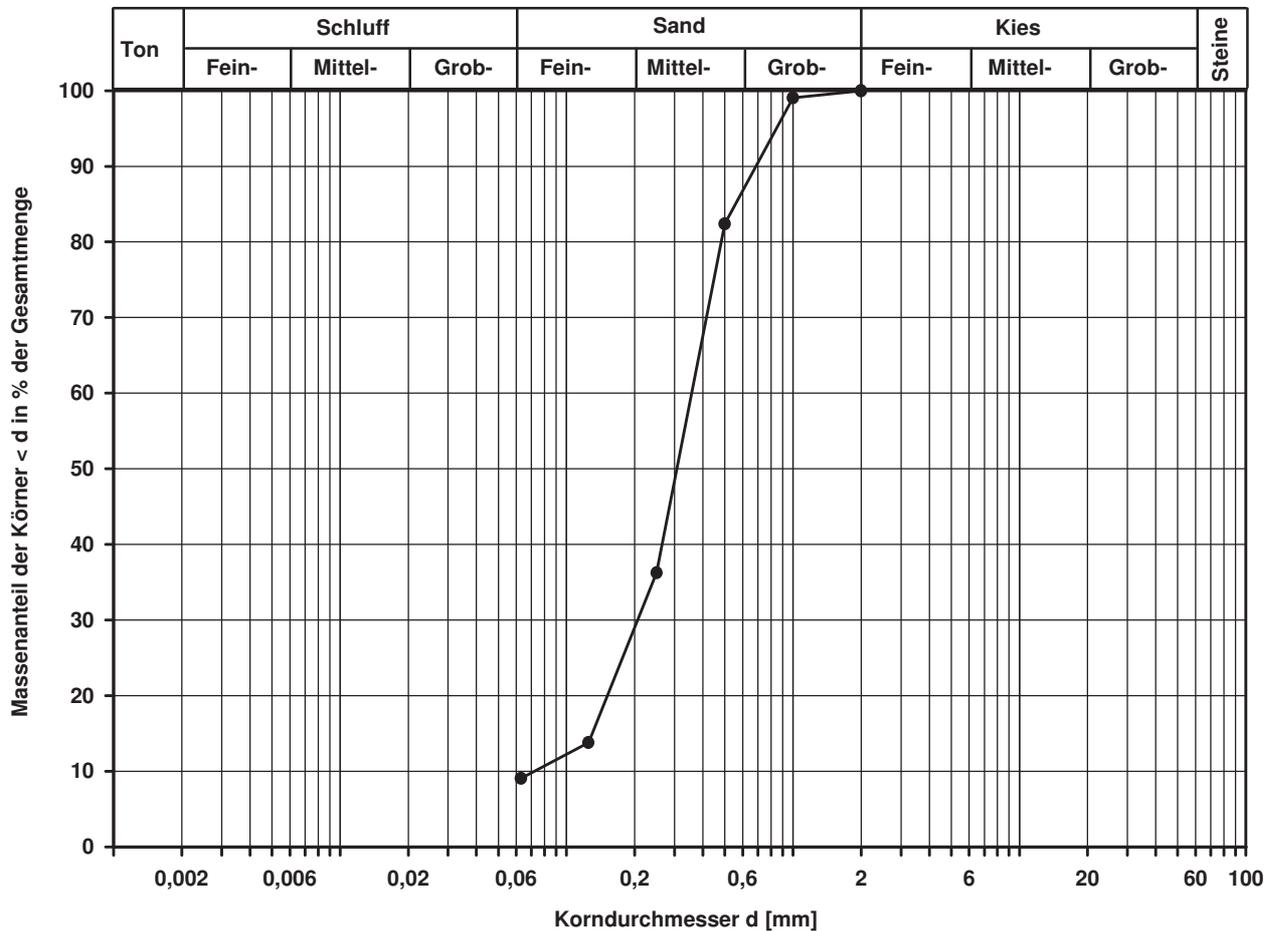
d<sub>10</sub>  
[mm]

0,0719

Berechnung k<sub>f</sub> Wert:

nach Beyer: 4,136E-05 m/s

nach Biasas: 4,677E-05 m/s

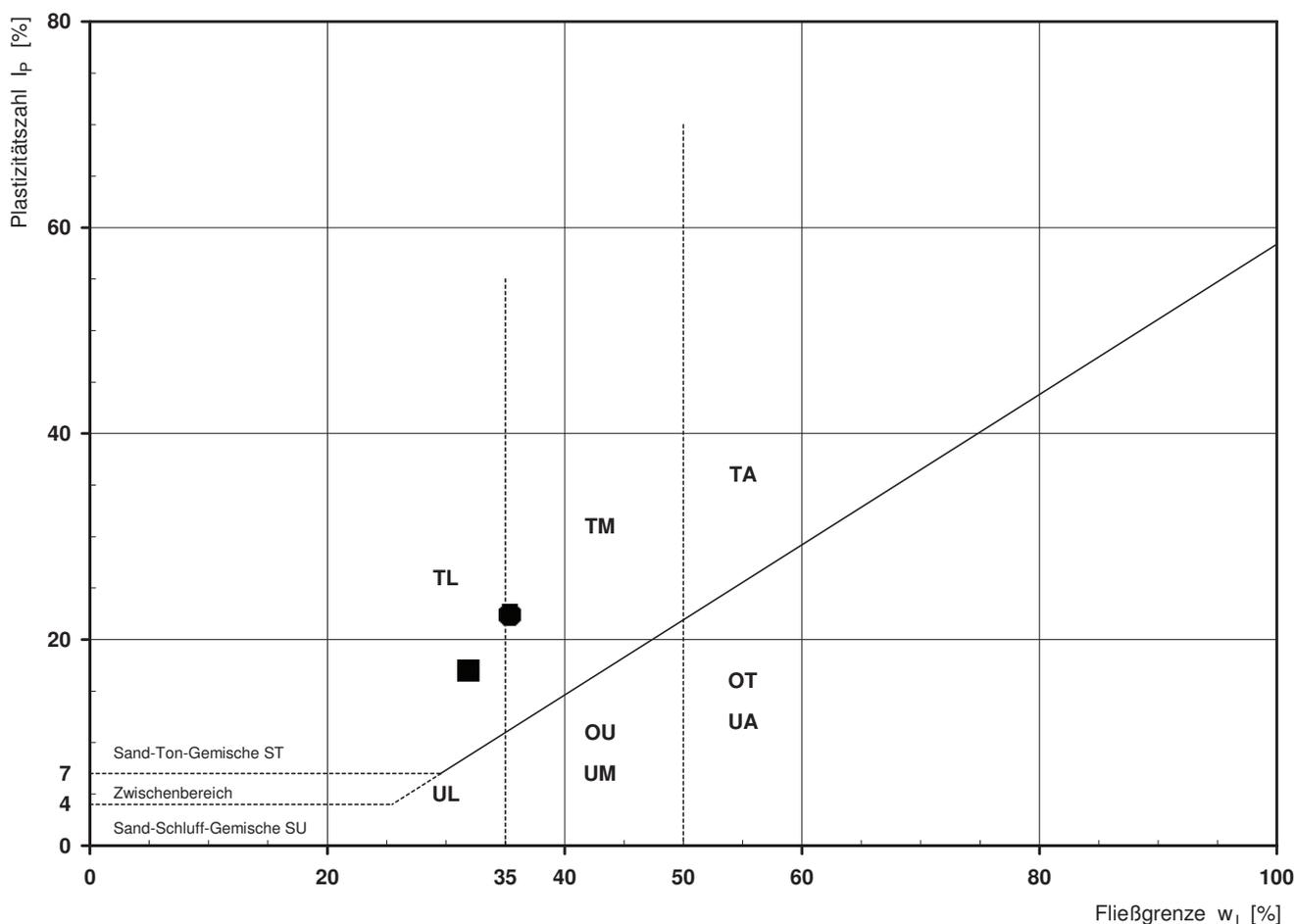


Bemerkungen:

## Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:		1	2				
Symbol:		■	●				
Entnahmestelle:		B 1-22	B 1-22				
Entnahmetiefe:	von [m]	4,00	11,20				
	bis [m]	4,30	11,50				
Probenbeschreibung:		U/T,s'	T/U,s'				
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: (Feinanteil <= 0,4 mm)	w <sub>F</sub> [%]	19,5	19,4				
Fließgrenze:	w <sub>L</sub> [%]	31,9	35,4				
Ausrollgrenze:	w <sub>P</sub> [%]	14,9	13,0				
Plastizitätszahl:	I <sub>P</sub> [%]	17,0	22,4				
Konsistenzzahl:	I <sub>C</sub> [-]	0,73	0,71				
Bodengruppe nach DIN 18196:		TL	TM				
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							

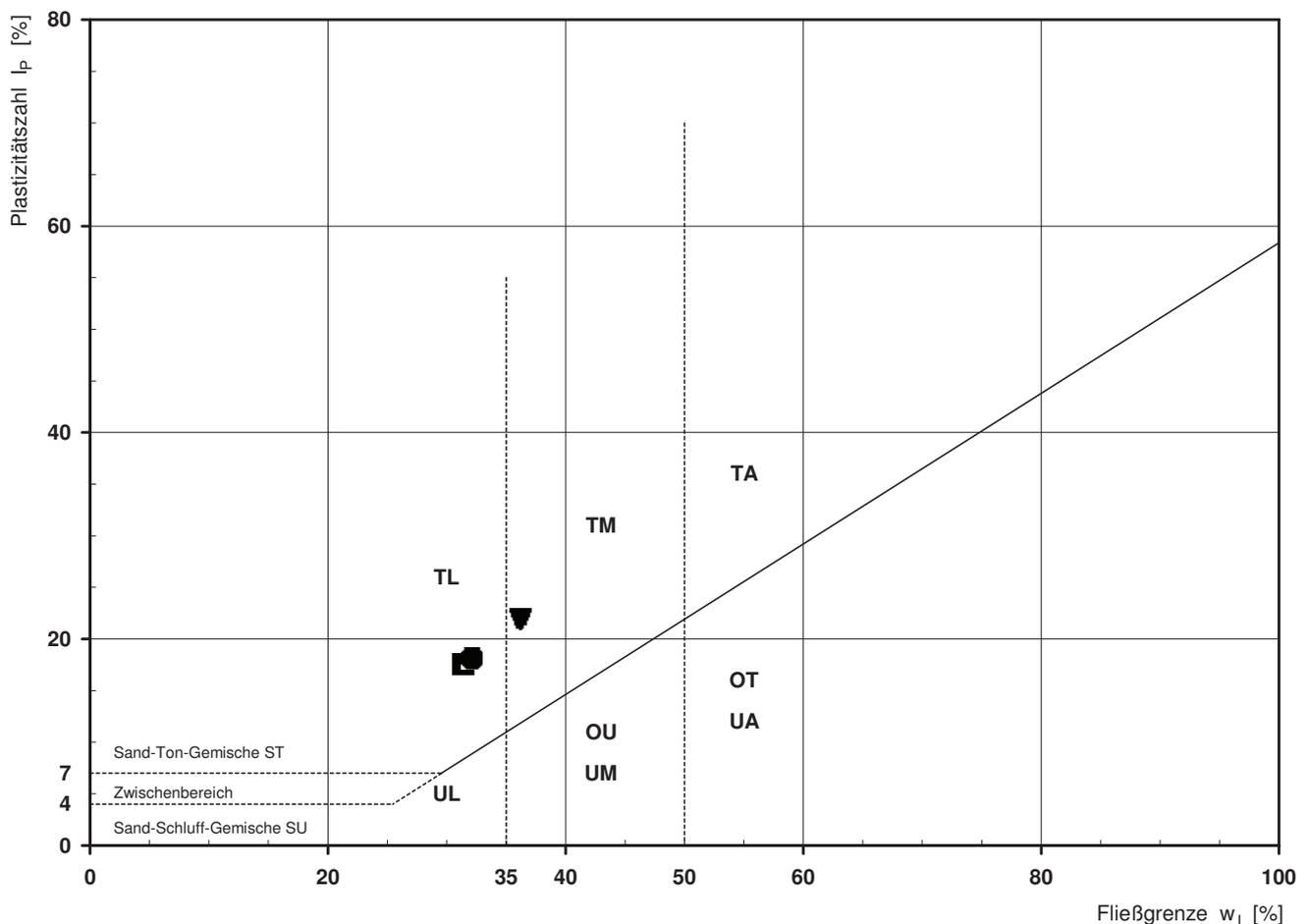
## Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



## Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:		1	2	3				
Symbol:		■	●	▼				
Entnahmestelle:		B 1-23	B 1-23	B 1-23				
Entnahmetiefe:	von bis [m]	4,00	6,00	10,00 10,30				
Probenbeschreibung:		U/T,s	U/T,s	T/U,s',o'				
Stratigraphie:								
Natürlicher Wassergehalt: (Feinanteil <= 0,4 mm)	w <sub>F</sub> [%]	18,3	19,0	24,4				
Fließgrenze:	w <sub>L</sub> [%]	31,4	32,1	36,2				
Ausrollgrenze:	w <sub>P</sub> [%]	13,9	14,0	14,3				
Plastizitätszahl:	I <sub>P</sub> [%]	17,5	18,1	21,9				
Konsistenzzahl:	I <sub>C</sub> [-]	0,75	0,72	0,54				
Bodengruppe nach DIN 18196:		TL	TL	TM				
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)								

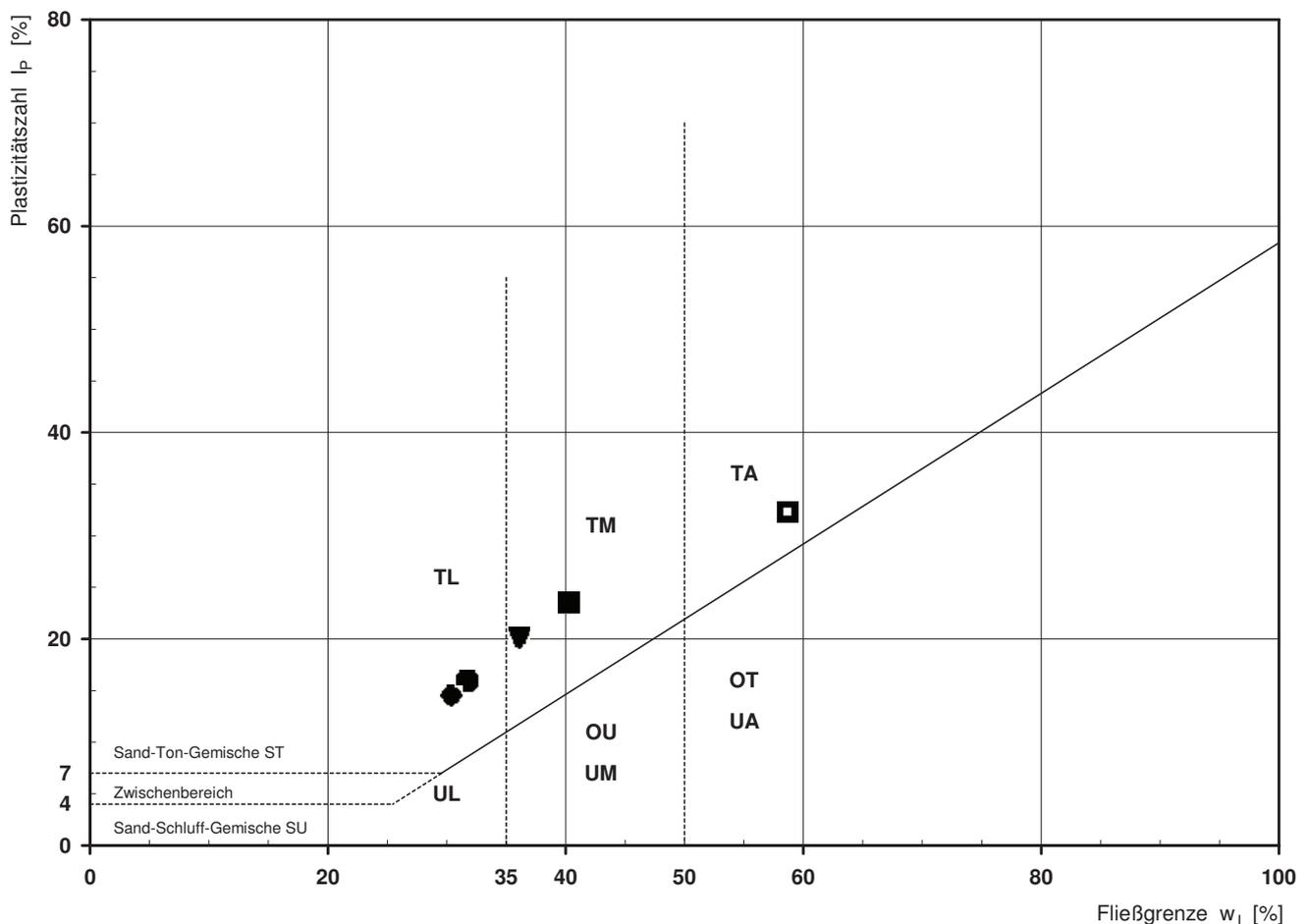
## Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



## Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:		1	2	3	4	5		
Symbol:		■	●	▼	◆	□		
Entnahmestelle:		B 1-24	B 1-24	B 1-24	B 1-24	B 1-24		
Entnahmetiefe:	von bis [m]	5,20 5,50	9,00	11,00 11,30	15,50	25,00		
Probenbeschreibung:		T/U	U/T,s'	T/U,s'	U/T,s'	T		
Stratigraphie:								
Natürlicher Wassergehalt: (Feinanteil <= 0,4 mm)	w <sub>F</sub> [%]	22,3	19,9	24,8	15,5	23,2		
Fließgrenze:	w <sub>L</sub> [%]	40,3	31,7	36,1	30,4	58,7		
Ausrollgrenze:	w <sub>P</sub> [%]	16,8	15,8	16,0	15,9	26,4		
Plastizitätszahl:	I <sub>P</sub> [%]	23,5	15,9	20,1	14,5	32,3		
Konsistenzzahl:	I <sub>C</sub> [-]	0,77	0,74	0,56	1,03	1,10		
Bodengruppe nach DIN 18196:		TM	TL	TM	TL	TA		
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)								

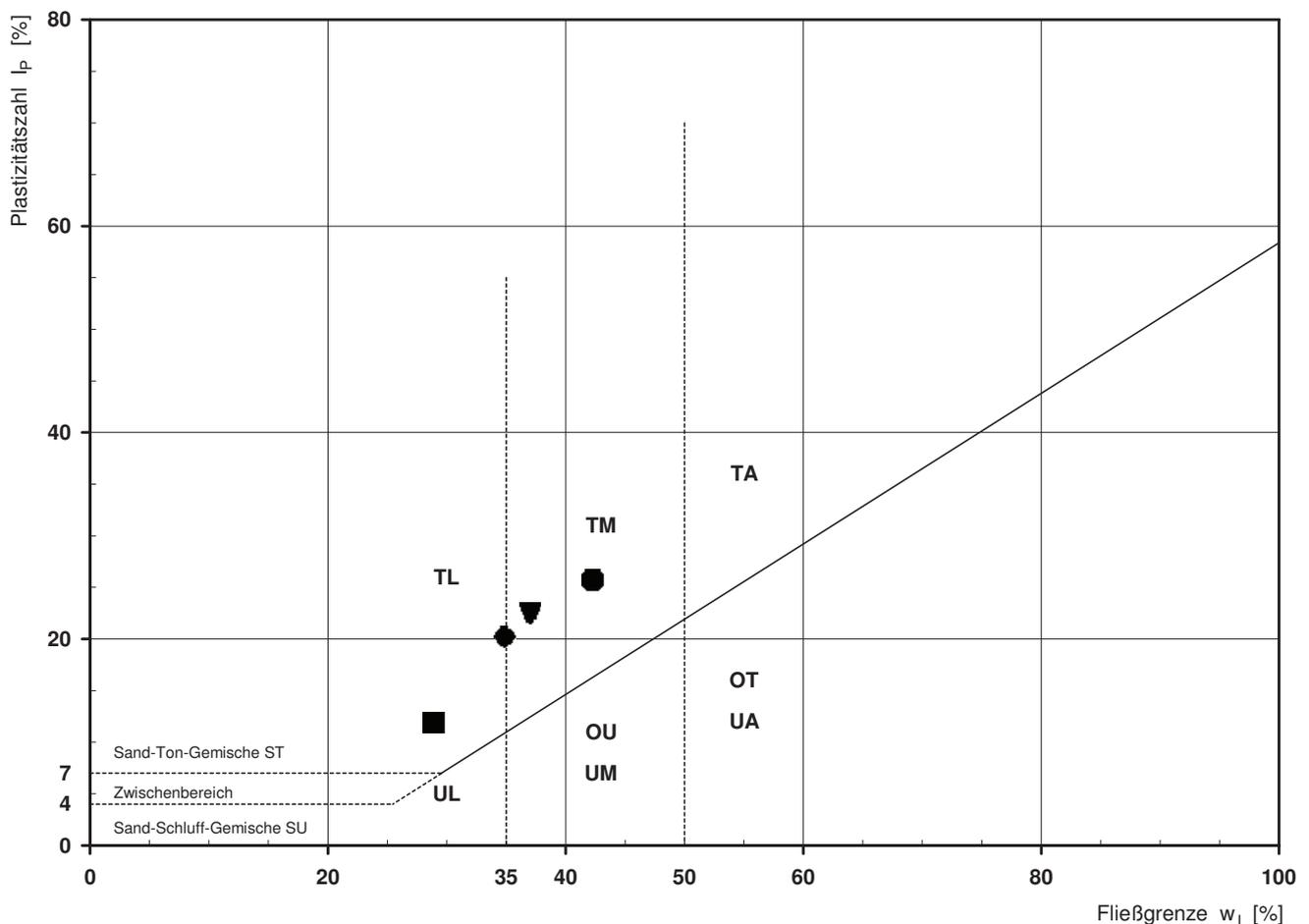
## Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



## Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:	1	2	3	4			
Symbol:	■	●	▼	◆			
Entnahmestelle:	B 1-25	B 1-25	B 1-25	B 1-25			
Entnahmetiefe: von bis [m]	4,70 5,00	7,90	15,90	24,90			
Probenbeschreibung:	U/T	T/U,s'	T/U,s	U/T,f-ms*			
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: $w_F$ [%] <small>(Feinanteil <math>\leq 0,4</math> mm)</small>	18,3	19,7	20,1	19,5			
Fließgrenze: $w_L$ [%]	28,9	42,3	37,0	34,9			
Ausrollgrenze: $w_P$ [%]	17,0	16,6	14,5	14,7			
Plastizitätszahl: $I_P$ [%]	11,9	25,7	22,5	20,2			
Konsistenzzahl: $I_C$ [-]	0,89	0,88	0,75	0,76			
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL	TM	TM	TL			
Bodengruppe des Feinanteils: <small>(bei gemischtkörnigen Böden)</small>							

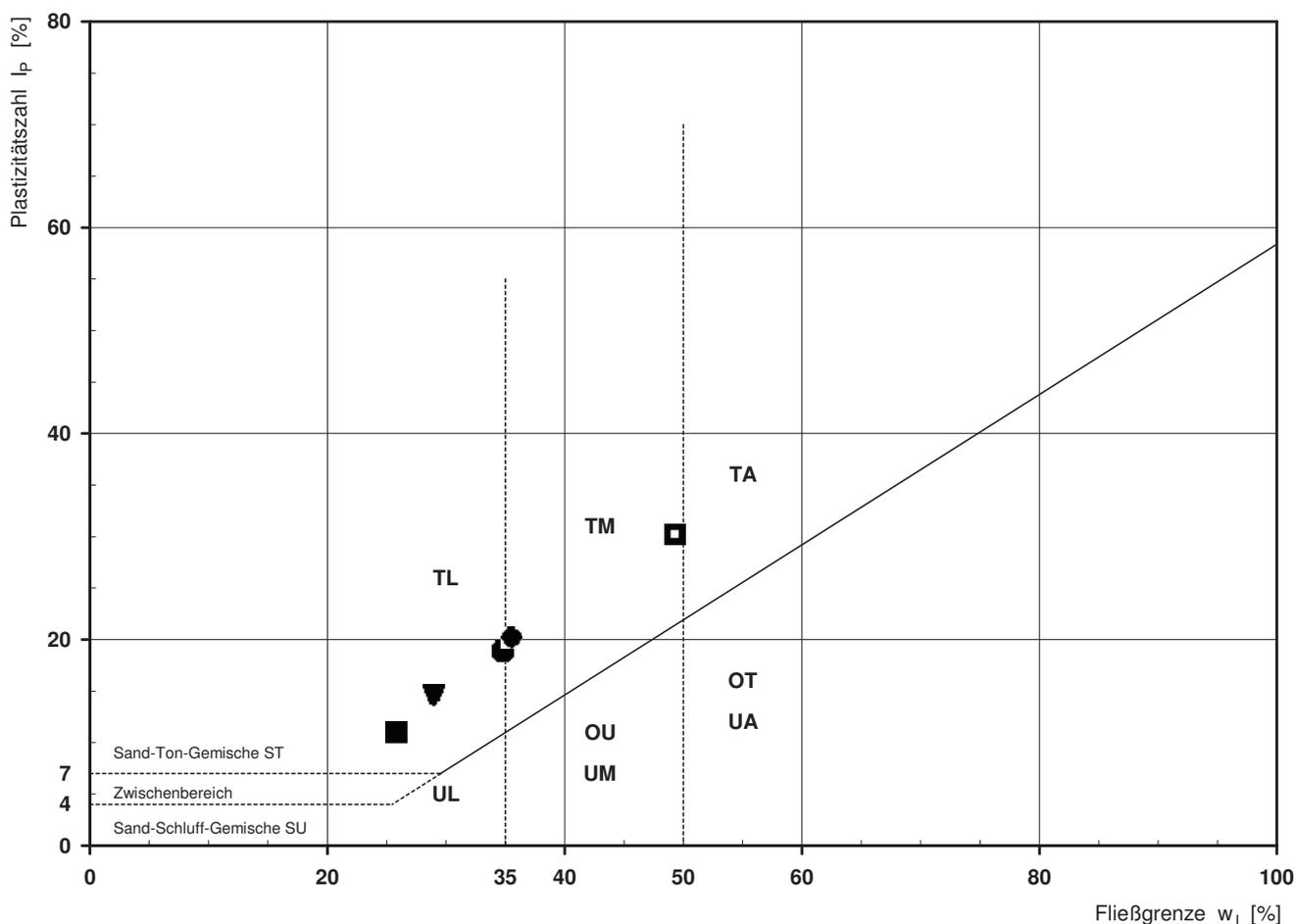
## Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



## Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:	1	2	3	4	5		
Symbol:	■	●	▼	◆	□		
Entnahmestelle:	B 1-26	B 1-26	B 1-26	B 1-26	B 1-26		
Entnahmetiefe: von bis [m]	2,00	4,00 4,30	6,00	11,00 11,30	24,00		
Probenbeschreibung:	U/T,s'	U/T,s'	U/T	T/U,s'	T/U,s'		
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: $w_F$ [%] (Feinanteil $\leq 0,4$ mm)	13,1	21,0	17,9	16,5	20,8		
Fließgrenze: $w_L$ [%]	25,8	34,8	29,0	35,5	49,3		
Ausrollgrenze: $w_P$ [%]	14,8	15,9	14,4	15,3	19,1		
Plastizitätszahl: $I_P$ [%]	11,0	18,9	14,6	20,2	30,2		
Konsistenzzahl: $I_C$ [-]	1,15	0,73	0,76	0,94	0,94		
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL	TL	TL	TM	TM		
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							

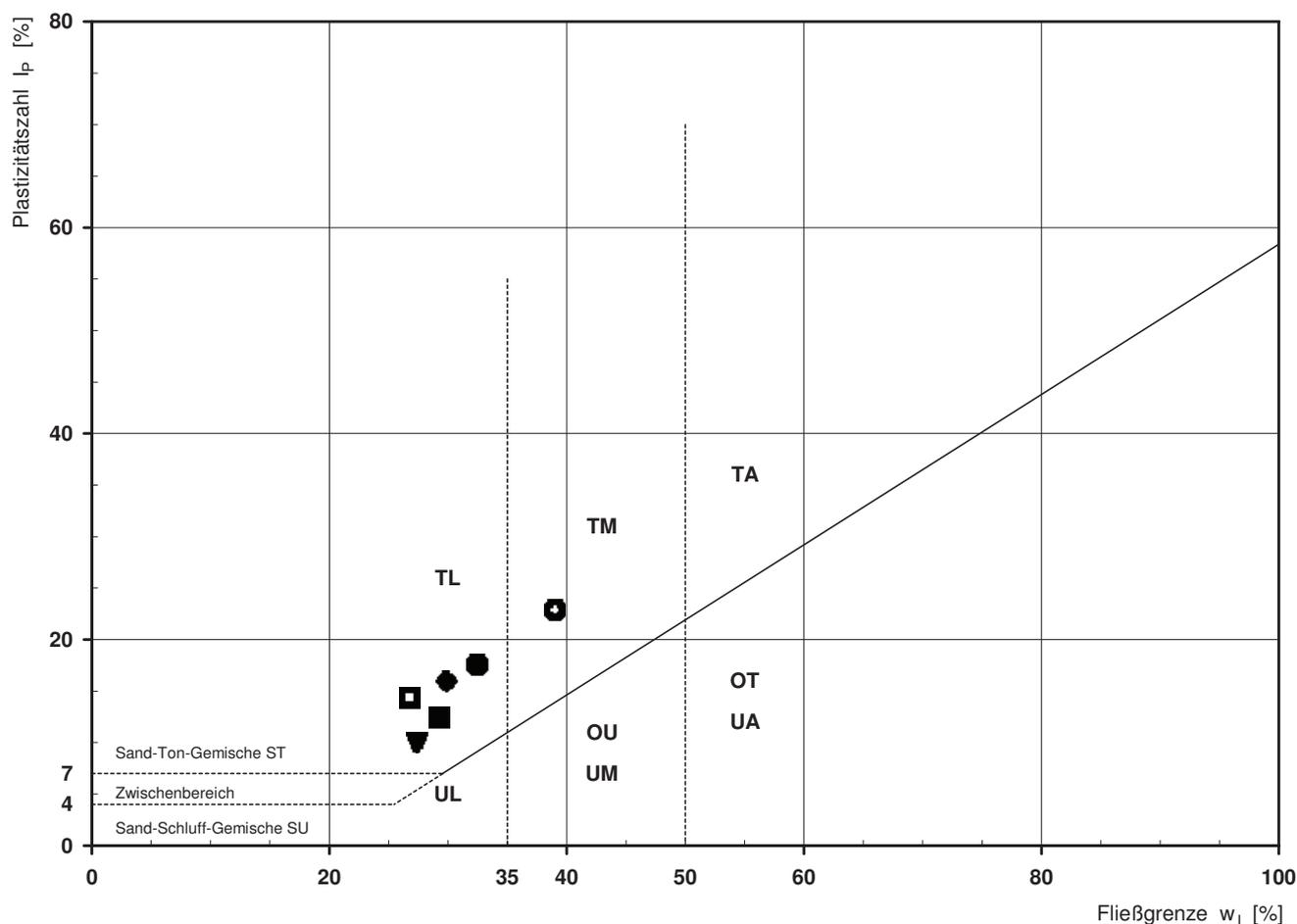
## Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



## Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:		1	2	3	4	5	6	
Symbol:		■	●	▼	◆	□	⊕	
Entnahmestelle:		B 1-27	B 1-27	B 1-27	B 1-27	B 1-27	B 1-27	
Entnahmetiefe: von [m]		1,90	3,00	6,00	7,90	9,00	23,90	
bis [m]		2,00	3,30	6,30	8,00	9,30	24,00	
Probenbeschreibung:		U/T	U/T,s'	U/T,s'	U/T,s	U/T,s	T/U	
Stratigraphie:								
Natürlicher Wassergehalt: $w_F$ [%] (Feinanteil $\leq 0,4$ mm)		14,4	17,1	17,9	15,5	17,0	20,8	
Fließgrenze: $w_L$ [%]		29,3	32,5	27,4	29,9	26,8	39,0	
Ausrollgrenze: $w_P$ [%]		16,9	15,0	17,4	14,0	12,5	16,1	
Plastizitätszahl: $I_P$ [%]		12,4	17,5	10,0	15,9	14,3	22,9	
Konsistenzzahl: $I_C$ [-]		1,20	0,88	0,95	0,91	0,69	0,79	
Bodengruppe nach DIN 18196:		TL	TL	TL	TL	TL	TM	
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)								

## Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)




**AGROLAB Labor GmbH**

 Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
 Fax: +49 (08765) 93996-28  
 www.agrolab.de

**AGROLAB Labor GmbH**, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

 FeBoLab GmbH  
 Hohentrüdingen Str. 11  
 91747 Westheim

Datum 04.07.2014

Kundennr. 27057209

## PRÜFBERICHT 1129584 / 3 - 850147 / 4

Der Schrägstrich hinter der Auftrags- und/oder Analysennummer entspricht der aktuellen Version des Prüfberichts. Diese Version ersetzt alle vorherigen Versionen dieses Prüfberichts.

Auftrag	<b>1129584 / 3 Regionaltangente West Stufe II Lph 3+4</b>
Analysennr.	<b>850147 / 4 Wasser</b>
Probeneingang	<b>02.04.2014</b>
Probenahme	<b>ohne Angabe</b>
Probenehmer	<b>Keine Angabe (ARGE RTW)</b>
Kunden-Probenbezeichnung	<b>EÜ BAB 5; B 1-22, T: 17,27m</b>
Probenart	<b>Grundwasser</b>

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
---------	----------	-----------	-----------	---------

### Sensorische Prüfungen

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Färbung (Labor)	<b>farblos</b>			EN ISO 7887-C1
Trübung (Labor)	<b>leicht</b>			Visuell
Geruch (Labor)	<b>geruchlos</b>			DEV B1/2

### Physikalische Parameter

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
pH-Wert (Labor)	<b>7,70</b>	0		DIN 38404-C5
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	<b>696</b>	10		DIN EN 27888
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	<b>777</b>	10		DIN EN 27888

### Kationen

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	<b>3,6</b>	0,03		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Calcium (Ca)	<b>120</b>	1		DIN EN ISO 17294-2 (E29)
Magnesium (Mg)	<b>22</b>	1		DIN EN ISO 17294-2 (E29)

### Anionen

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Chlorid (Cl)	<b>45</b>	1		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	<b>&lt;1,0</b>	1		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	<b>96</b>	2		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfid leicht freisetzbar	<b>0,12</b>	0,05		DIN 38405-D27
Säurekapazität bis pH 4,3	<b>4,50</b>	0,1		DIN 38409-H7-1
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	<b>4,60</b>	0,1		DIN 38409-H7-1

### Summarische Parameter

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Oxidierbarkeit (KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch)	<b>7,6</b>	0,5		DIN EN ISO 8467 (H 5)
KMnO <sub>4</sub> -Index (als O <sub>2</sub> )	<b>1,9</b>	0,1		DIN EN ISO 8467 (H 5)

### Berechnete Werte

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Carbonathärte	<b>12,6</b>	0,3		berechnet
Carbonathärte	<b>126</b>			berechnet
Nichtcarbonathärte	<b>9,2</b>	0		berechnet
Nichtcarbonathärte	<b>92,4</b>	0		berechnet
Gesamthärte	<b>21,8</b>	1		berechnet

**AGROLAB Labor GmbH**

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
 Fax: +49 (08765) 93996-28  
 www.agrolab.de

**AGROLAB** GROUP

Your labs. Your service.

Datum 04.07.2014  
 Kundennr. 27057209

**PRÜFBERICHT 1129584 / 3 - 850147 / 4**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Gesamthärte	mg/l CaO	<b>218</b>			berechnet
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	<b>2</b>	1		DIN 4030
Gesamthärte	mmol/l	<b>3,90</b>	0,18		berechnet

**Sonstige Untersuchungsparameter**

Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030)		<b>nicht angreifend</b>			DIN 4030
--	--	-------------------------	--	--	----------

*Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.*

<sup>1</sup> Nitrat: Messung mittels automatisierter Photometrie.

**AGROLAB Labor GmbH, Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**

**jan.vizoso@agrolab.de**

**Kundenbetreuung**

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist mit der elektronischen Signatur gültig.

*Beginn der Prüfungen: 02.04.2014*

*Ende der Prüfungen: 09.04.2014*

*Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.*



## Angaben zur Beurteilung von Wässern auf die Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe nach DIN 50 929

**Bauvorhaben:** Regionaltangente West (RTW)  
**Teilobjekt:** EÜ BAB 5

Projekt-Nr.: D-F000072  
Hauptauftrags-Nr.: 976704 500986  
Unterauftrags-Nr.: 976837 504020

Prüfungs-Nr.:  
Entnahmestelle: B 1-22  
Probe-Nr.: 1  
Entnahmetiefe: 17,27m  
Bemerkungen: keine

Art des Wassers: Grundwasser  
Probenehmer: ARGE RTW  
Entnahmedatum: ohne Angabe  
Probeneingang: 02.04.2014

### Entsprechend Tab. 6 aus DIN 50929/ T.3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

1. Wasserart:
2. Lage des Objektes:
3.  $c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$
4. Säurekapazität
5. Calcium
6. pH - Wert
7. Objekt/Wasser-Potential  $U_H$

Bewertungsziffer für			
unlegierte Eisen		verzinkten Stahl	
$N_1$	-1*	$M_1$	1*
$N_2$	0*	$M_2$	0*
$N_3$	-2	$M_3$	0
$N_4$	4	$M_4$	0
$N_5$	1	$M_5$	3
$N_6$	1	$M_6$	1
$N_7$	<b>nicht bestimmt !</b>		

\* basiert auf örtlicher Einschätzung

### Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit (DIN 50929/T.3,Tab. 7):

**1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe**

**1.1 Freie Korrosion im Unterwasserbereich**

$$W_0 = N_1 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + N_3/N_4 \quad W_0 = 2,5 \rightarrow$$

**1.2 Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze**

$$W_1 = W_0 - N_1 + N_2 \times N_3 \quad W_1 = 3,5 \rightarrow$$

Mulden- u. Lochkorrosion	Flächenkorrosion
sehr gering	sehr gering
sehr gering	sehr gering

### Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929/T.3,Tab. 8):

**1.3 Freie Korrosion im Unterwasserbereich**

$$W_0 = 2,5 \rightarrow$$

**1.4 Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze**

$$W_1 = 3,5 \rightarrow$$

Abtragungsrate $w$ (100 a) in mm/a	max. Eindringtiefe $w_{Lmax}$ (30 a) in mm/a
0,01	0,05
0,01	0,05

### Maßnahmen für den Korrosionsschutz (DIN 50 929, Teil 3, Punkt 8.1):

Allgemein ist Korrosionsschutz durch Beschichtungen zu bevorzugen. Dabei sind folgende Normen zu berücksichtigen:  
 Stahlbau: DIN 55 928, Teil 5  
 Rohre: DIN 30 670, DIN 30671, DIN 30 672, DIN 30 673, DIN 30 674, Teil 1 und 2.

Westheim, 08.07.2014

Bearbeiter: Rhode

geprüft: Frühwirth



## Angaben zur Beurteilung von Wässern auf die Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe nach DIN 50 929

**Bauvorhaben:** Regionaltangente West (RTW)  
**Teilobjekt:** EÜ BAB 5

Projekt-Nr.: D-F000072  
Hauptauftrags-Nr.: 976704 500986  
Unterauftrags-Nr.: 976837 504020

Prüfungs-Nr.:  
Entnahmestelle: B 1-22  
Probe-Nr.: 1  
Entnahmetiefe: 17,27m  
Bemerkungen: keine

Art des Wassers: Grundwasser  
Probenehmer: ARGE RTW  
Entnahmedatum: ohne Angabe  
Probeneingang: 02.04.2014

### Entsprechend Tab. 6 aus DIN 50929/ T.3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

1. Wasserart:
2. Lage des Objektes:
3.  $c(\text{Cl}^-) + 2 c(\text{SO}_4^{2-})$
4. Säurekapazität
5. Calcium
6. pH - Wert
7. Objekt/Wasser-Potential  $U_H$

Bewertungsziffer für			
unlegierte Eisen		verzinkten Stahl	
$N_1$	-1*	$M_1$	1*
$N_2$	0*	$M_2$	0*
$N_3$	-2	$M_3$	0
$N_4$	4	$M_4$	0
$N_5$	1	$M_5$	3
$N_6$	1	$M_6$	1
$N_7$	nicht bestimmt !		

\* basiert auf örtlicher Einschätzung

### Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit (DIN 50929/T.3,Tab. 5):

#### 2. Feuerverzinkte Stähle

2.1 Ausbildung der Deckschicht im Unterwasserbereich

$$W_D = M_1 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 \quad W_D = 5,0 \rightarrow$$

2.2 Ausbildung der Deckschicht an der Wasser/Luft-Grenze

$$W_L = W_D + M_2 \quad W_L = 5,0 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten
sehr gut
sehr gut

### Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit:

- entfällt -

### Maßnahmen für den Korrosionsschutz (DIN 50 929, Teil 3, Punkt 8.3):

Im wesentlichen gelten die Angaben für unverzinkte Stähle. Feuerverzinkte Stähle sollten nur verwendet werden, wenn die Schutzwirkung mindestens befriedigend (s. vorstehende Tabelle) ist.

Westheim, 08.07.2014

Bearbeiter: Rhode

geprüft: Frühwirth


**AGROLAB Labor GmbH**

 Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
 Fax: +49 (08765) 93996-28  
 www.agrolab.de

**AGROLAB Labor GmbH**, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

 FeBoLab GmbH  
 Hohentrüdingen Str. 11  
 91747 Westheim

 Datum 21.01.2015  
 Kundennr. 27057209

**PRÜFBERICHT 1342123 - 432977**

Auftrag	<b>1342123 Regionaltangente West Stufe II Lph 3+4</b>
Analysenr.	<b>432977 Wasser</b>
Probeneingang	<b>19.01.2015</b>
Probenahme	<b>ohne Angabe</b>
Probenehmer	<b>Keine Angabe</b>
Kunden-Probenbezeichnung	<b>EÜ BAB A5, B 1-24, T:22,00m</b>
Probenart	<b>Grundwasser</b>

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
---------	----------	-----------	-----------	---------

**Sensorische Prüfungen**

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Färbung (Labor)	<b>orange</b>			DIN EN ISO 7887 (C 1)
Trübung (Labor)	<b>leicht</b>			visuell
Geruch (Labor)	<b>geruchlos</b>			DEV B1/2

**Physikalische Parameter**

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
pH-Wert (Labor)	<b>7,39</b>	0		DIN EN ISO 10523 (C 5)
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	<b>4010</b>	10		DIN EN 27888 (C 8)
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	<b>4470</b>	10		DIN EN 27888 (C 8)

**Kationen**

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	<b>0,20</b>	0,03		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Calcium (Ca)	<b>130</b>	1		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Magnesium (Mg)	<b>22</b>	1		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

**Anionen**

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Chlorid (Cl)	<b>40</b>	1		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	<b>28</b>	1		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	<b>95</b>	2		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfid leicht freisetzbar	<b>&lt;0,05</b>	0,05		DIN 38405-27 (D 27)
Säurekapazität bis pH 4,3	<b>4,83</b>	0,1		DIN 38409-7-1 (H 7-1)
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	<b>4,57</b>	0,1		DIN 38409-7-1 (H 7-1)

**Summarische Parameter**

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Oxidierbarkeit (KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch)	<b>5,0</b>	0,5		DIN EN ISO 8467 (H 5)
KMnO <sub>4</sub> -Index (als O <sub>2</sub> )	<b>1,3</b>	0,1		DIN EN ISO 8467 (H 5)

**Berechnete Werte**

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Carbonathärte	<b>13,5</b>	0,3		Berechnung
Carbonathärte	<b>135</b>			Berechnung
Nichtcarbonathärte	<b>9,7</b>	0		Berechnung
Nichtcarbonathärte	<b>97,2</b>	0		Berechnung
Gesamthärte	<b>23,2</b>	1		Berechnung
Gesamthärte	<b>232</b>			Berechnung
Kalkl. Kohlensäure	<b>&lt;1</b>	1		DIN 4030
Gesamthärte	<b>4,15</b>	0,18		Berechnung

**Sonstige Untersuchungsparameter**

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030)	<b>nicht angreifend</b>			DIN 4030



## AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
Fax: +49 (08765) 93996-28  
www.agrolab.de



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 21.01.2015  
Kundennr. 27057209

### PRÜFBERICHT 1342123 - 432977

*Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.*

' Nitrat: Messung mittels automatisierter Photometrie.

**AGROLAB Labor GmbH, Sabine Beierl, Tel. 08765/93996-81**

**Fax 08765/93996-28, E-Mail [sabine.beierl@agrolab.de](mailto:sabine.beierl@agrolab.de)**

#### **Kundenbetreuung**

*Beginn der Prüfungen: 19.01.2015*

*Ende der Prüfungen: 21.01.2015*

*Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.*





## Angaben zur Beurteilung von Wässern auf die Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe nach DIN 50 929

**Bauvorhaben:** Regionaltangente West (RTW)  
**Teilobjekt:** EÜ BAB A5

Projekt-Nr.: D-F000072  
Hauptauftrags-Nr.: 976704 500986  
Unterauftrags-Nr.: 976837 504020

Prüfungs-Nr.:  
Entnahmestelle: B 1-24  
Probe-Nr.: 1  
Entnahmetiefe: 22,00 m  
Bemerkungen: keine

Art des Wassers: Grundwasser  
Probenehmer: ARGE RTW  
Entnahmedatum: ohne Angabe  
Probeneingang: 19.01.2015

### Entsprechend Tab. 6 aus DIN 50929/ T.3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

1. Wasserart:
2. Lage des Objektes:
3.  $c(\text{Cl}^-) + 2 c(\text{SO}_4^{2-})$
4. Säurekapazität
5. Calcium
6. pH - Wert
7. Objekt/Wasser-Potential  $U_H$

Bewertungsziffer für			
unlegierte Eisen		verzinkten Stahl	
$N_1$	-1*	$M_1$	1*
$N_2$	0*	$M_2$	0*
$N_3$	-2	$M_3$	0
$N_4$	4	$M_4$	0
$N_5$	1	$M_5$	3
$N_6$	0	$M_6$	1
$N_7$	<b>nicht bestimmt !</b>		

\* basiert auf örtlicher Einschätzung

### Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit (DIN 50929/T.3,Tab. 7):

#### 1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

##### 1.1 Freie Korrosion im Unterwasserbereich

$$W_0 = N_1 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + N_3/N_4 \quad W_0 = 1,5 \rightarrow$$

##### 1.2 Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze

$$W_1 = W_0 - N_1 + N_2 \times N_3 \quad W_1 = 2,5 \rightarrow$$

Mulden- u. Lochkorrosion	Flächenkorrosion
sehr gering	sehr gering
sehr gering	sehr gering

### Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929/T.3,Tab. 8):

##### 1.3 Freie Korrosion im Unterwasserbereich

$$W_0 = 1,5 \rightarrow$$

##### 1.4 Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze

$$W_1 = 2,5 \rightarrow$$

Abtragungsrate $w$ (100 a) in mm/a	max. Eindringtiefe $w_{Lmax}$ (30 a) in mm/a
0,01	0,05
0,01	0,05

### Maßnahmen für den Korrosionsschutz (DIN 50 929, Teil 3, Punkt 8.1):

Allgemein ist Korrosionsschutz durch Beschichtungen zu bevorzugen. Dabei sind folgende Normen zu berücksichtigen:  
Stahlbau: DIN 55 928, Teil 5  
Rohre: DIN 30 670, DIN 30671, DIN 30 672, DIN 30 673, DIN 30 674, Teil 1 und 2.

Westheim, 27.01.2015

Bearbeiter: Rhode

geprüft: Frühwirth



## Angaben zur Beurteilung von Wässern auf die Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe nach DIN 50 929

**Bauvorhaben:** Regionaltangente West (RTW)  
**Teilobjekt:** EÜ BAB A5

Projekt-Nr.: D-F000072  
Hauptauftrags-Nr.: 976704 500986  
Unterauftrags-Nr.: 976837 504020

Prüfungs-Nr.:  
Entnahmestelle: B 1-24  
Probe-Nr.: 1  
Entnahmetiefe: 22,00 m  
Bemerkungen: keine

Art des Wassers: Grundwasser  
Probenehmer: ARGE RTW  
Entnahmedatum: ohne Angabe  
Probeneingang: 19.01.2015

### Entsprechend Tab. 6 aus DIN 50929/ T.3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

1. Wasserart:
2. Lage des Objektes:
3.  $c(\text{Cl}^-) + 2 c(\text{SO}_4^{2-})$
4. Säurekapazität
5. Calcium
6. pH - Wert
7. Objekt/Wasser-Potential  $U_H$

Bewertungsziffer für			
unlegierte Eisen		verzinkten Stahl	
$N_1$	-1*	$M_1$	1*
$N_2$	0*	$M_2$	0*
$N_3$	-2	$M_3$	0
$N_4$	4	$M_4$	0
$N_5$	1	$M_5$	3
$N_6$	0	$M_6$	1
$N_7$	<b>nicht bestimmt !</b>		

*\* basiert auf örtlicher Einschätzung*

### Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit (DIN 50929/T.3,Tab. 5):

#### 2. Feuerverzinkte Stähle

2.1 Ausbildung der Deckschicht im Unterwasserbereich

$$W_D = M_1 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 \quad W_D = 5,0 \rightarrow$$

2.2 Ausbildung der Deckschicht an der Wasser/Luft-Grenze

$$W_L = W_D + M_2 \quad W_L = 5,0 \rightarrow$$

Güte der  
Deckschichten

sehr gut

sehr gut

### Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit:

- entfällt -

### Maßnahmen für den Korrosionsschutz (DIN 50 929, Teil 3, Punkt 8.3):

Im wesentlichen gelten die Angaben für unverzinkte Stähle. Feuerverzinkte Stähle sollten nur verwendet werden, wenn die Schutzwirkung mindestens befriedigend (s. vorstehende Tabelle) ist.

Westheim, 27.01.2015

Bearbeiter: Rhode

geprüft: Frühwirth

**AWV-Dr. Busse GmbH**

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany  
 Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550  
 eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de

**AWV** JößnitzerStr.113 08525 Plauen

FeBoLab GmbH  
 Hohentrüdingerstraße 11  
 91747 Westheim

Datum 23.02.2016

Kundennr. 27011699

**PRÜFBERICHT 786799 - 367621**

Auftrag **786799 Projekt: Regionaltagente West Stufe II Lph 3+4**  
 Analysennr. **367621 Boden**  
 Probeneingang **11.02.2016**  
 Probenahme **10.02.2016**  
 Probenehmer **Auftraggeber**  
 Kunden-Probenbezeichnung **EÜ BAB 5, B 1-26, T: 1,0m**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Parameter	Methode
<b>Berechnete Werte</b>					
Neutralsalze	mmol/kg	* <b>0,516</b>		39826	Berechnung
<b>Feststoff</b>					
Trockensubstanz	%	* <b>87,3</b>	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346:2007
pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )		* <b>7,46</b>	0,1	23131	DIN ISO 10390
Bodenart		* <b>lehmiger Ton</b>	0	23409	VDLUF A I, D2.1
Basekapazität pH 7,0	mmol/kg	<b>&lt;0,400</b>	0,4	40657	DIN 38409-7-2 (H 7-2)
Säurekapazität pH 4,3	mmol/kg	<b>3,20</b>	0,4	40656	DIN 38409-7-2 (H 7-2)
Sulfat aus salzsauren Auszug	mmol/kg	* <b>9,35</b>	1	42605	DIN EN 1744-1 <sup>n)</sup>
Sulfat aus salzsauren Auszug	mg/kg	* <b>898</b>	100	27264	DIN EN 1744-1 <sup>n)</sup>
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	<b>0,2</b>	0,1	23149	DIN ISO 10694 / DIN EN 13137
Säuregrad n. Baumann-Gully	ml/kg	<b>16</b>	0,1	4209	DIN 4030
Chlorid (Cl)	mg/kg	<b>26</b>	1	8626	Hausmethode <sup>n)</sup>
Sulfid leicht freisetzbar	mg/kg	<b>&lt;0,20</b>	0,2	1487	DIN 38405-27 (D 27) (mod.) <sup>n)</sup>
<b>Eluat</b>					
Chlorid (Cl)	mg/l	<b>0,466</b>	0,1	23175	DIN EN ISO 10304-1:2009
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	<b>5,56</b>	0,1	23196	DIN EN ISO 10304-1:2009
<b>Aufbereitung</b>					
Eluatherstellung				39825	DIN 38414-4 (S 4) (mod.)

*Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.*

*Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit \* gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.*

*Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz*

*n) Nicht akkreditiert*

**AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2**  
**Kundenbetreuung**

*Beginn der Prüfungen: 11.02.2016*

*Ende der Prüfungen: 23.02.2016 (Verlängerung wg. Nacherfassung und/oder Plausibilitätsprüfung)*

*Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.*

*n) Nicht akkreditiert*



## Prüfung und Beurteilung betonangreifender Böden nach DIN 4030

**Bauvorhaben:** Regionaltangente West (RTW)

**Teilobjekt:** EÜ BAB 5

### 1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: ohne Angabe

Entnahmestelle: B 1-26

Auftrags-Nr.: ohne Angabe

Probennummer: 1

Entnahmetiefe: 1,0m

Art des Bodens: T/U,s'

Entnahmedatum: ohne Angabe

Probenehmer: ARGE RTW

Probeneingang: 11.02.2016

Geländeverhältnisse: ohne Angabe

Bemerkungen:

### 2. Bodenanalyse

#### Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen

Bestandteil	Prüfergebnis	Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen		
		XA1	XA2	XA3
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) <sup>1.)</sup>	898 mg/kg	$\geq 2.000$ und $\leq 3.000$ <sup>2.)</sup>	$>3.000$ <sup>2.)</sup> und $\leq 12.000$	$>12.000$ und $\leq 24.000$
Säuregrad n. Baumann-Gully	16,0 ml/kg	$> 200$	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid ( $\text{S}^{2-}$ ) <sup>3.)</sup>	$< 0,20$ mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid ( $\text{Cl}^-$ )	26 mg/kg			

<sup>1)</sup> Tonböden mit einer Durchlässigkeit von weniger als  $10^{-5}$  m/s dürfen in eine niedrigere Klasse eingestuft werden.

<sup>2)</sup> Falls die Gefahr der Anhäufung von Sulfationen im Beton -zurückzuführen auf wechselndes Trocknen und Durchfeuchten oder kapillares Saugen- besteht, ist der Grenzwert von 3000 mg/kg auf 2000 mg/kg zu vermindern.

<sup>3)</sup> Bei Sulfidgehalten von  $> 100$  mg  $\text{S}^{2-}$  / kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.

*nb - nicht bestimmt*

*nn - nicht nachweisbar*

### 3. Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke nach DIN 18 196

Bodengruppe (Handspezifizierung)	TM	Entnahmewassergehalt w	n.b.
Kalkgehalt $V_{\text{Ca}}$	n.b.	Fließgrenze $w_L$	n.b.
$d_{\leq 2}$ mm	n.b.	Plastizitätsgrenze $w_P$	n.b.
$d_{\leq 0,063}$ mm	n.b.	Plastizitätsindex $I_P$	n.b.
$d_{\leq 0,002}$ mm	n.b.	Konsistenzindex $I_C$	n.b.
Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60} / d_{10}$	n.b.	Korndichte $\rho_s$	n.b.
Glühverlust $V_{\text{gl}}$	n.b.	Bemerkungen:	

### 4. Beurteilung **Der Boden liegt unterhalb der Zuordnungskriterien der Expositionsklasse XA1.**

Erläuterung:

XA1	chemisch schwach angreifend
XA2	chemisch mäßig angreifend
XA3	chemisch stark angreifend

Westheim, 01.03.2016

Bearbeiter: Rhode

geprüft: Frühwirth

**AGROLAB Labor GmbH**

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
 Fax: +49 (08765) 93996-28  
 www.agrolab.de

**AGROLAB** GROUP

Your labs. Your service.

**AGROLAB Labor GmbH**, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

FeBoLab GmbH  
 Hohentrüdingen Str. 11  
 91747 Westheim

Datum 12.02.2016

Kundennr. 27057209

**PRÜFBERICHT 1817538 - 749823**

Auftrag **1817538 Regionaltangente West Stufe II Lph 3+4**  
 Analysennr. **749823 Wasser**  
 Probeneingang **11.02.2016**  
 Probenahme **11.02.2016**  
 Probenehmer **Auftraggeber**  
 Kunden-Probenbezeichnung **EÜ BAB 5 ; B1-27, T: 24,0 m**  
 Probenart **Grundwasser**

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
---------	----------	-----------	-----------	---------

**Sensorische Prüfungen**

Färbung (Labor)		<b>farblos</b>			DIN EN ISO 7887 (C 1)
Trübung (Labor)		<b>stark getrübt</b>			visuell
Geruch (Labor)		<b>ohne</b>			DEV B1/2

**Physikalische Parameter**

pH-Wert (Labor)		<b>8,36</b>	0		DIN EN ISO 10523 (C 5)
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	<b>749</b>	10		DIN EN 27888 (C 8)
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	<b>836</b>	10		DIN EN 27888 (C 8)

**Kationen**

Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l	<b>0,15</b>	0,03		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Calcium (Ca)	mg/l	<b>120</b>	1		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Magnesium (Mg)	mg/l	<b>19</b>	1		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

**Anionen**

Chlorid (Cl)	mg/l	<b>50</b>	1		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	<b>42</b>	1		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	<b>94</b>	2		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l	<b>&lt;0,05</b>	0,05		DIN 38405-27 (D 27)
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	<b>4,62</b>	0,1		DIN 38409-7-1 (H 7-1)
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	<b>4,07</b>	0,1		DIN 38409-7-1 (H 7-1)

**Summarische Parameter**

Oxidierbarkeit (KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch)	mg/l	<b>5,2</b>	0,5		DIN EN ISO 8467 (H 5)
KMnO <sub>4</sub> -Index (als O <sub>2</sub> )	mg/l	<b>1,3</b>	0,13		DIN EN ISO 8467 (H 5)

**Berechnete Werte**

Carbonathärte	°dH	<b>12,9</b>	0,3		Berechnung
Carbonathärte	mg/l CaO	<b>129</b>			Berechnung
Nichtcarbonathärte	°dH	<b>8,2</b>	0		Berechnung
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	<b>81,8</b>	0		Berechnung
Gesamthärte	°dH	<b>21,1</b>	1		Berechnung
Gesamthärte	mg/l CaO	<b>211</b>			Berechnung
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	<b>&lt;1</b>	1		DIN 4030
Gesamthärte	mmol/l	<b>3,77</b>	0,18		Berechnung
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030)		<b>nicht angreifend</b>			DIN 4030

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Seite 1 von 2



**AGROLAB Labor GmbH**

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
 Fax: +49 (08765) 93996-28  
 www.agrolab.de



Datum 12.02.2016  
 Kundennr. 27057209

**PRÜFBERICHT 1817538 - 749823**

\* Nitrat: Messung mittels automatisierter Photometrie.

**AGROLAB Labor GmbH, Sabine Beierl, Tel. 08765/93996-81**  
**sabine.beierl@agrolab.de Kundenbetreuung**

Beginn der Prüfungen: 11.02.2016  
 Ende der Prüfungen: 12.02.2016

*Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.*





## Angaben zur Beurteilung von Wässern auf die Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe nach DIN 50 929

**Bauvorhaben:** Regionaltangente West (RTW)  
**Teilobjekt:** EÜ BAB 5

Projekt-Nr.: D-F000072  
Hauptauftrags-Nr.: 976704 500986  
Unterauftrags-Nr.: 976837 504020

Prüfungs-Nr.:  
Entnahmestelle: B 1-27  
Probe-Nr.: 1  
Entnahmetiefe: 24,0m  
Bemerkungen: keine

Art des Wassers: Grundwasser  
Probenehmer: ARGE RTW  
Entnahmedatum: ohne Angabe  
Probeneingang: 11.02.2016

**Entsprechend Tab. 6 aus DIN 50929/ T.3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:**

1. Wasserart:
2. Lage des Objektes:
3.  $c(\text{Cl}^-) + 2 c(\text{SO}_4^{2-})$
4. Säurekapazität
5. Calcium
6. pH - Wert
7. Objekt/Wasser-Potential  $U_H$

Bewertungsziffer für			
unlegierte Eisen		verzinkten Stahl	
$N_1$	-1*	$M_1$	1*
$N_2$	0*	$M_2$	0*
$N_3$	-2	$M_3$	0
$N_4$	4	$M_4$	0
$N_5$	1	$M_5$	3
$N_6$	1	$M_6$	1
$N_7$	<b>nicht bestimmt !</b>		

\* basiert auf örtlicher Einschätzung

**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit (DIN 50929/T.3,Tab. 7):**

**1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe**

**1.1 Freie Korrosion im Unterwasserbereich**

$$W_0 = N_1 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + N_3/N_4 \quad W_0 = 2,5 \rightarrow$$

**1.2 Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze**

$$W_1 = W_0 - N_1 + N_2 \times N_3 \quad W_1 = 3,5 \rightarrow$$

Mulden- u. Lochkorrosion	Flächenkorrosion
sehr gering	sehr gering
sehr gering	sehr gering

**Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929/T.3,Tab. 8):**

**1.3 Freie Korrosion im Unterwasserbereich**

$$W_0 = 2,5 \rightarrow$$

**1.4 Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze**

$$W_1 = 3,5 \rightarrow$$

Abtragungsrate w (100 a) in mm/a	max. Eindringtiefe $w_{Lmax}$ (30 a) in mm/a
0,01	0,05
0,01	0,05

**Maßnahmen für den Korrosionsschutz (DIN 50 929, Teil 3, Punkt 8.1):**

Allgemein ist Korrosionsschutz durch Beschichtungen zu bevorzugen. Dabei sind folgende Normen

zu berücksichtigen: Stahlbau: DIN 55 928, Teil 5  
Rohre: DIN 30 670, DIN 30671, DIN 30 672, DIN 30 673, DIN 30 674, Teil 1 und 2.

Westheim, 03.03.2016

Bearbeiter: Rhode

geprüft: Frühwirth



## Angaben zur Beurteilung von Wässern auf die Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe nach DIN 50 929

**Bauvorhaben:** Regionaltangente West (RTW)  
**Teilobjekt:** EÜ BAB 5

Projekt-Nr.: D-F000072  
Hauptauftrags-Nr.: 976704 500986  
Unterauftrags-Nr.: 976837 504020

Prüfungs-Nr.:  
Entnahmestelle: B 1-27  
Probe-Nr.: 1  
Entnahmetiefe: 24,0m  
Bemerkungen: keine

Art des Wassers: Grundwasser  
Probenehmer: ARGE RTW  
Entnahmedatum: ohne Angabe  
Probeneingang: 11.02.2016

**Entsprechend Tab. 6 aus DIN 50929/ T.3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:**

1. Wasserart:
2. Lage des Objektes:
3.  $c(\text{Cl}^-) + 2 c(\text{SO}_4^{2-})$
4. Säurekapazität
5. Calcium
6. pH - Wert
7. Objekt/Wasser-Potential  $U_H$

Bewertungsziffer für			
unlegierte Eisen		verzinkten Stahl	
$N_1$	-1*	$M_1$	1*
$N_2$	0*	$M_2$	0*
$N_3$	-2	$M_3$	0
$N_4$	4	$M_4$	0
$N_5$	1	$M_5$	3
$N_6$	1	$M_6$	1
$N_7$	<b>nicht bestimmt !</b>		

*\* basiert auf örtlicher Einschätzung*

**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit (DIN 50929/T.3,Tab. 5):**

**2. Feuerverzinkte Stähle**

2.1 Ausbildung der Deckschicht im Unterwasserbereich

$$W_D = M_1 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 \quad W_D = 5,0 \rightarrow$$

2.2 Ausbildung der Deckschicht an der Wasser/Luft-Grenze

$$W_L = W_D + M_2 \quad W_L = 5,0 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten
sehr gut
sehr gut

**Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit:**

- entfällt -

**Maßnahmen für den Korrosionsschutz (DIN 50 929, Teil 3, Punkt 8.3):**

Im wesentlichen gelten die Angaben für unverzinkte Stähle. Feuerverzinkte Stähle sollten nur verwendet werden, wenn die Schutzwirkung mindestens befriedigend (s. vorstehende Tabelle) ist.

Westheim, 03.03.2016

Bearbeiter: Rhode

geprüft: Frühwirth



























Auswertung Kompressionsversuch an weichen Tonen (Schicht 4.2)

Proben: aus BK 1-22 t=4,0-4,3 m, BK 1-23 t=2,7-3,0 m, BK 1-24 t=5,2-5,5 m und BK 1-22 t=11,2-11,5 m, BK 1-23 t=10,0-10,3 m, BK 1-24 t=11,0-11,3 m

	$\sigma$ [kPa]	$\bar{\sigma}$ [kPa]	$\varepsilon$ [%] Probe 1	$\varepsilon$ [%] Probe 2	$\varepsilon$ [%] Probe 3	$\varepsilon$ [%] Probe 4	$\varepsilon$ [%] Probe 5	$\varepsilon$ [%] Probe 6	$E_s$ [MPa] Probe 1	$E_s$ [MPa] Probe 2	$E_s$ [MPa] Probe 3	$E_s$ [MPa] Probe 4	$E_s$ [MPa] Probe 5	$E_s$ [MPa] Probe 6
Erstbelastung	25,0	12,5	0,360	0,860		0,570	2,220		6,94	2,91	#DIV/0!	4,39	1,13	#DIV/0!
	50,0	37,5	0,750	1,250	1,67	1,020	3,130	2,48	6,41	6,41	1,50	5,56	2,75	1,01
	100,0	75,0	1,520	1,920	2,39	1,850	4,540	3,35	6,49	7,46	6,94	6,02	3,55	5,75
	200,0	150,0	2,570	2,920	3,55	2,960	6,300	4,71	9,52	10,00	8,62	9,01	5,68	7,35
	400,0	300,0	4,610	4,210	5,2	4,420	8,670	6,57	9,80	15,50	12,12	13,70	8,44	10,75
	800,0	600,0	8,470	5,760		6,610	11,520		10,36	25,81				
Entlastung	100,0	150,0			4,7			6,07						
Wiederbelastung	25,0	62,5							#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	
	100,0	62,5			4,7			6,07	#DIV/0!	#DIV/0!	1,60	#DIV/0!	#DIV/0!	1,24
	200,0	150,0			4,87			6,29	#DIV/0!	#DIV/0!	58,82	#DIV/0!	#DIV/0!	45,45
	400,0	300,0			5,29			6,68	#DIV/0!	#DIV/0!	47,62	#DIV/0!	#DIV/0!	51,28
	800,0	600,0						9,19	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	15,94

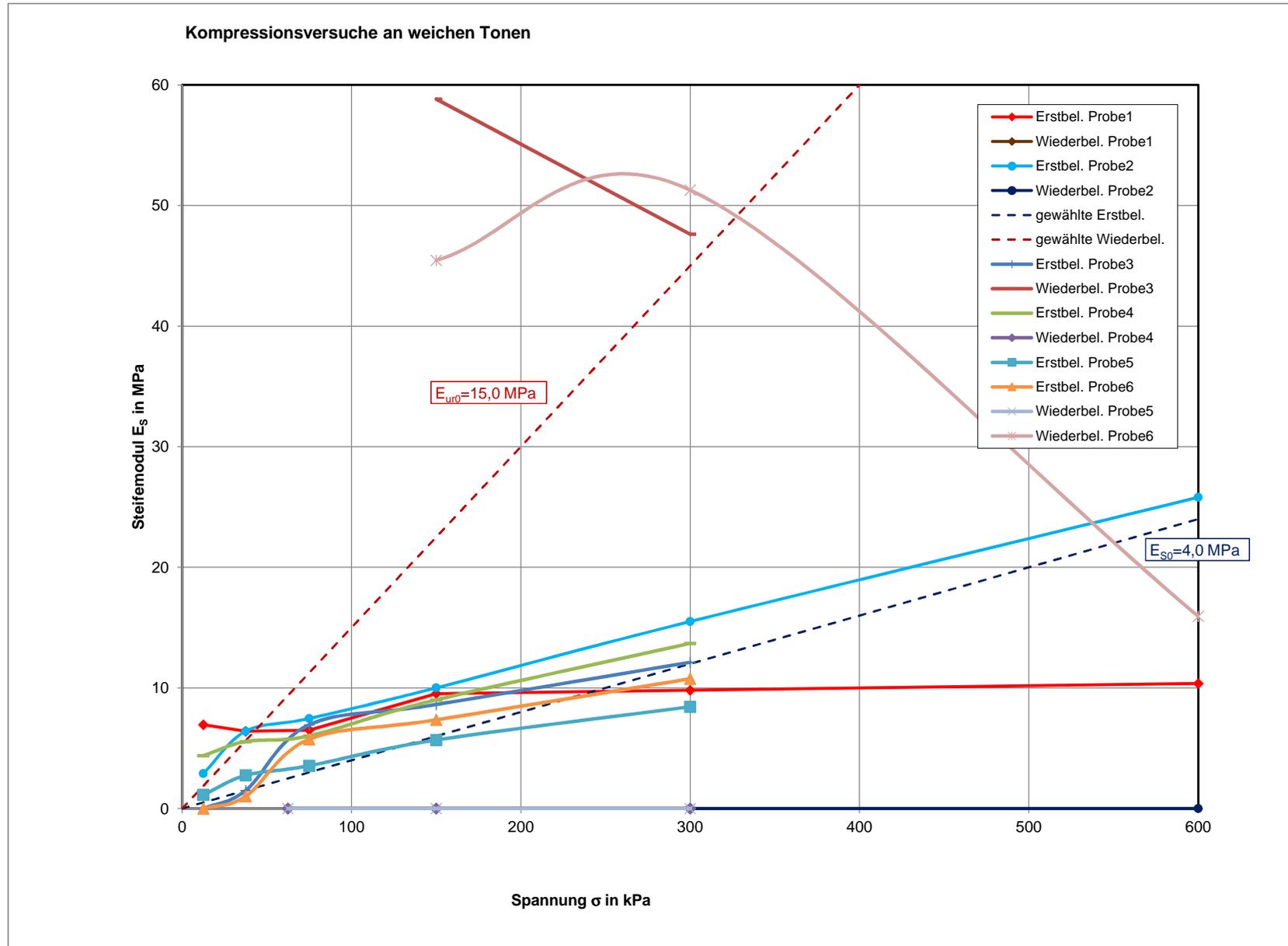
gewählte Parameter

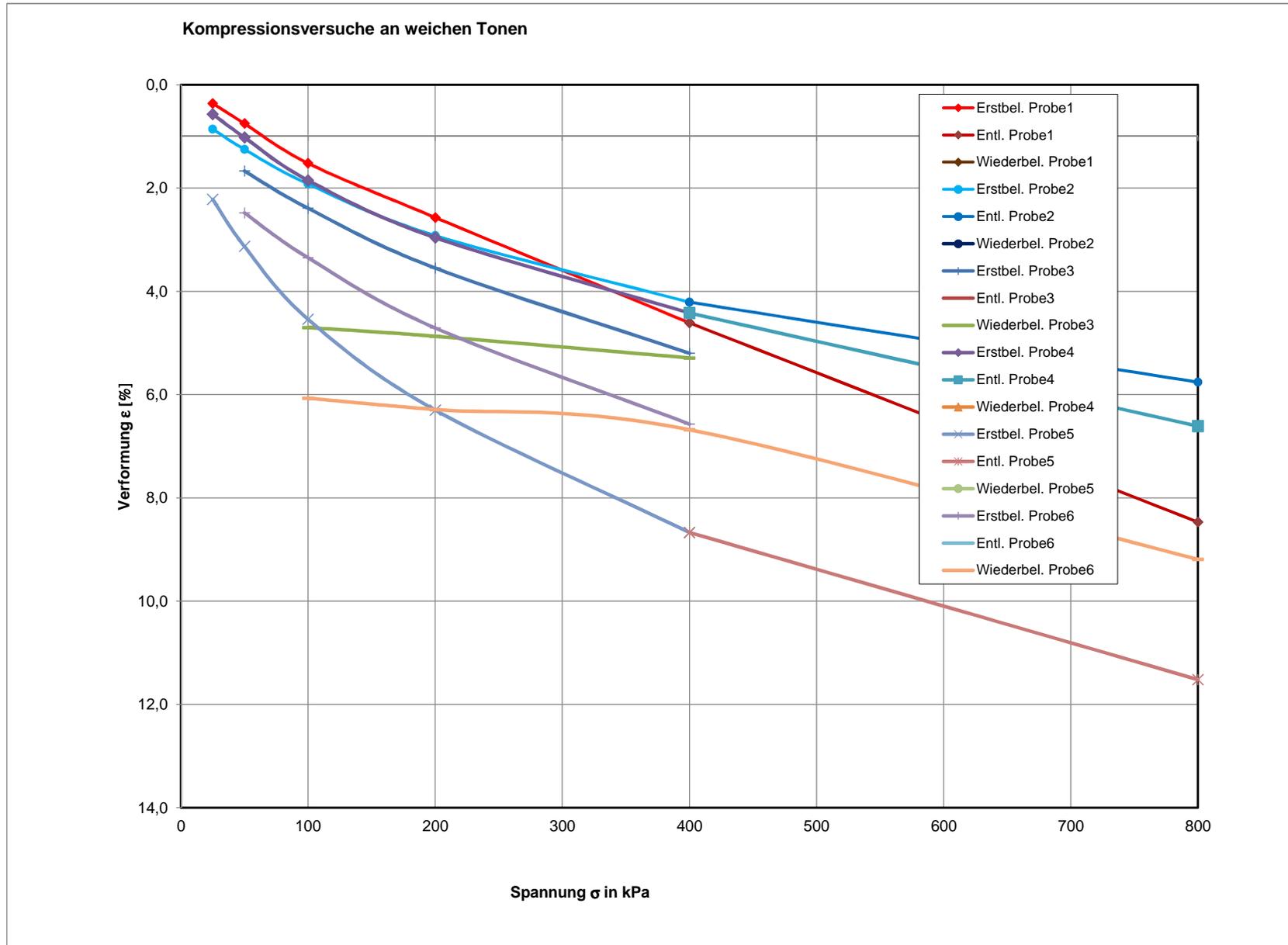
w	$E_{s0}$	$E_{uro}$
1,00	4,0	15,0
$\bar{\sigma}$ [kPa]	$E_s$ [MPa]	$E_{ur}$ [MPa]
0	0,00	0,00
12,5	0,50	1,88
25	1,00	3,75
50	2,00	7,50
75	3,00	11,25
100	4,00	15,00
125	5,00	18,75
150	6,00	22,50
200	8,00	30,00
225	9,00	33,75
250	10,00	37,50
300	12,00	45,00
400	16,00	60,00
600	24,00	90,00

Ergebniswerte der Versuche eintragen  
gewählte Parameter eintragen

$$E_s = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

$$E_s = E_{s0} \cdot \left( \frac{\sigma}{100 \text{ kPa}} \right)^w$$







Auswertung Kompressionsversuch an steifen Tonen (Schicht 4.3)

Proben: aus BK 1-25 t=4,7-5,0 m, BK 1-26 t=4,0-4,3 m, BK 1-27 t=3,0-3,3 m und BK 1-26 t=11,0-11,3 m, BK 1-27 t=6,0-6,3 m, BK 1-27 t=9,0-9,3 m

	$\sigma$ [kPa]	$\bar{\sigma}$ [kPa]	$\epsilon$ [%] Probe 1	$\epsilon$ [%] Probe 2	$\epsilon$ [%] Probe 3	$\epsilon$ [%] Probe 4	$\epsilon$ [%] Probe 5	$\epsilon$ [%] Probe 6	$E_s$ [MPa] Probe 1	$E_s$ [MPa] Probe 2	$E_s$ [MPa] Probe 3	$E_s$ [MPa] Probe 4	$E_s$ [MPa] Probe 5	$E_s$ [MPa] Probe 6
Erstbelastung	25,0	12,5	0,250	0,770	0,22	0,200	0,300	0,71	10,00	3,25	11,36	12,50	8,33	3,52
	50,0	37,5	0,420	1,110	0,38	0,340	0,540	0,94	14,71	7,35	15,63	17,86	10,42	10,87
	100,0	75,0	0,620	1,810	0,77	0,700	1,360	1,4	25,00	7,14	12,82	13,89	6,10	10,87
	200,0	150,0	0,980	3,150	1,75	1,480	2,450	2,3	27,78	7,46	10,20	12,82	9,17	11,11
	400,0	300,0	1,600	5,110	3,13	2,900	4,050	3,97	32,26	10,20	14,49	14,08	12,50	11,98
Entlastung	100,0	150,0	1,270	4,480	2,59	2,340	3,750	3,56						
Wiederbelastung	25,0	62,5												
	100,0	62,5	1,270	4,480	2,59	2,340	3,750	3,56						
	200,0	150,0	1,440	4,670	2,77	2,520	3,830	3,7	58,82	52,63	55,56	55,56	125,00	71,43
	400,0	300,0	1,680	5,230	3,28	2,960	4,170	4,06	83,33	35,71	39,22	45,45	58,82	55,56
	800,0	600,0		7,650	5,51	4,830	6,090	6,42		16,53	17,94	21,39	20,83	16,95

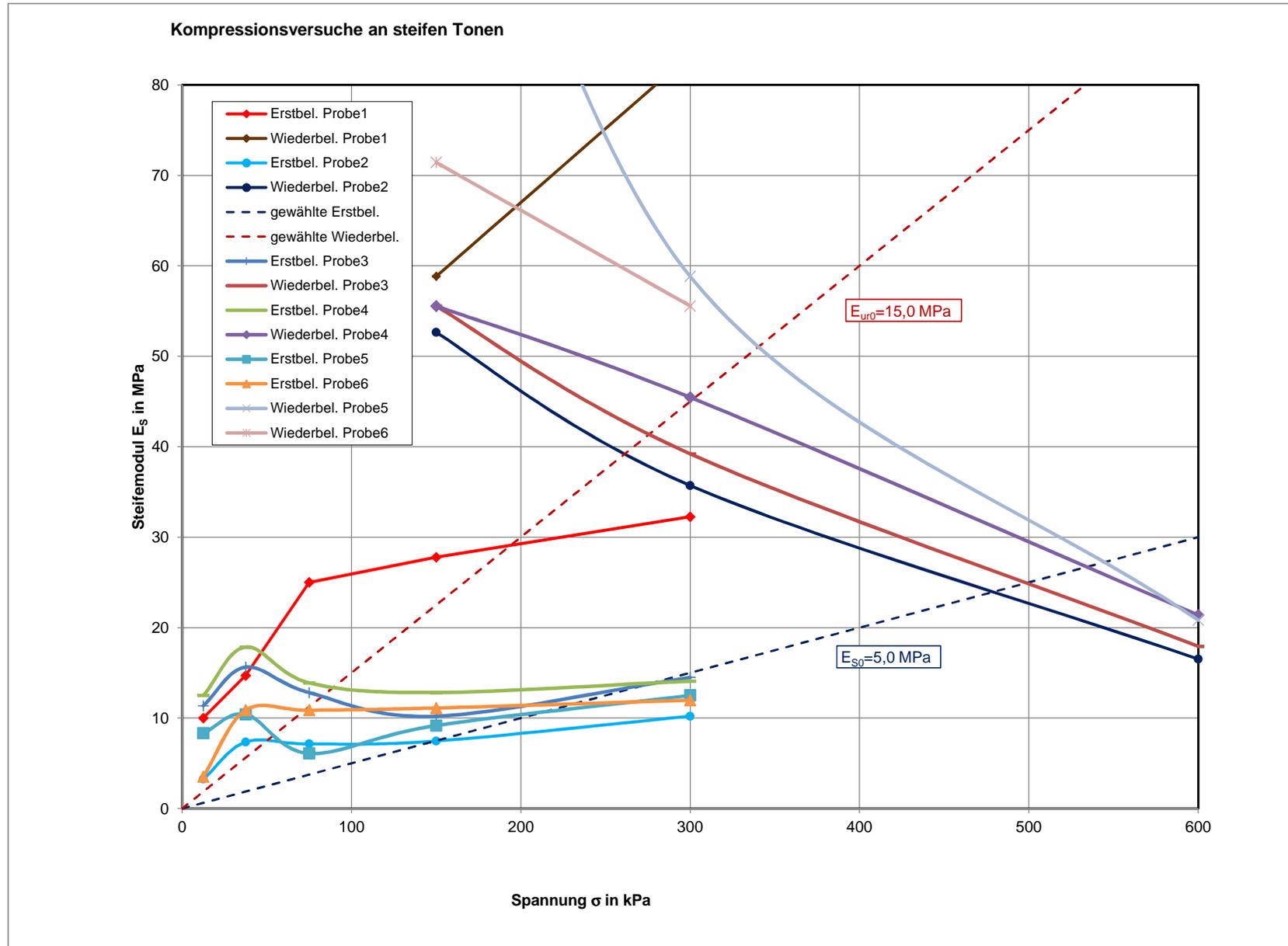
gewählte Parameter

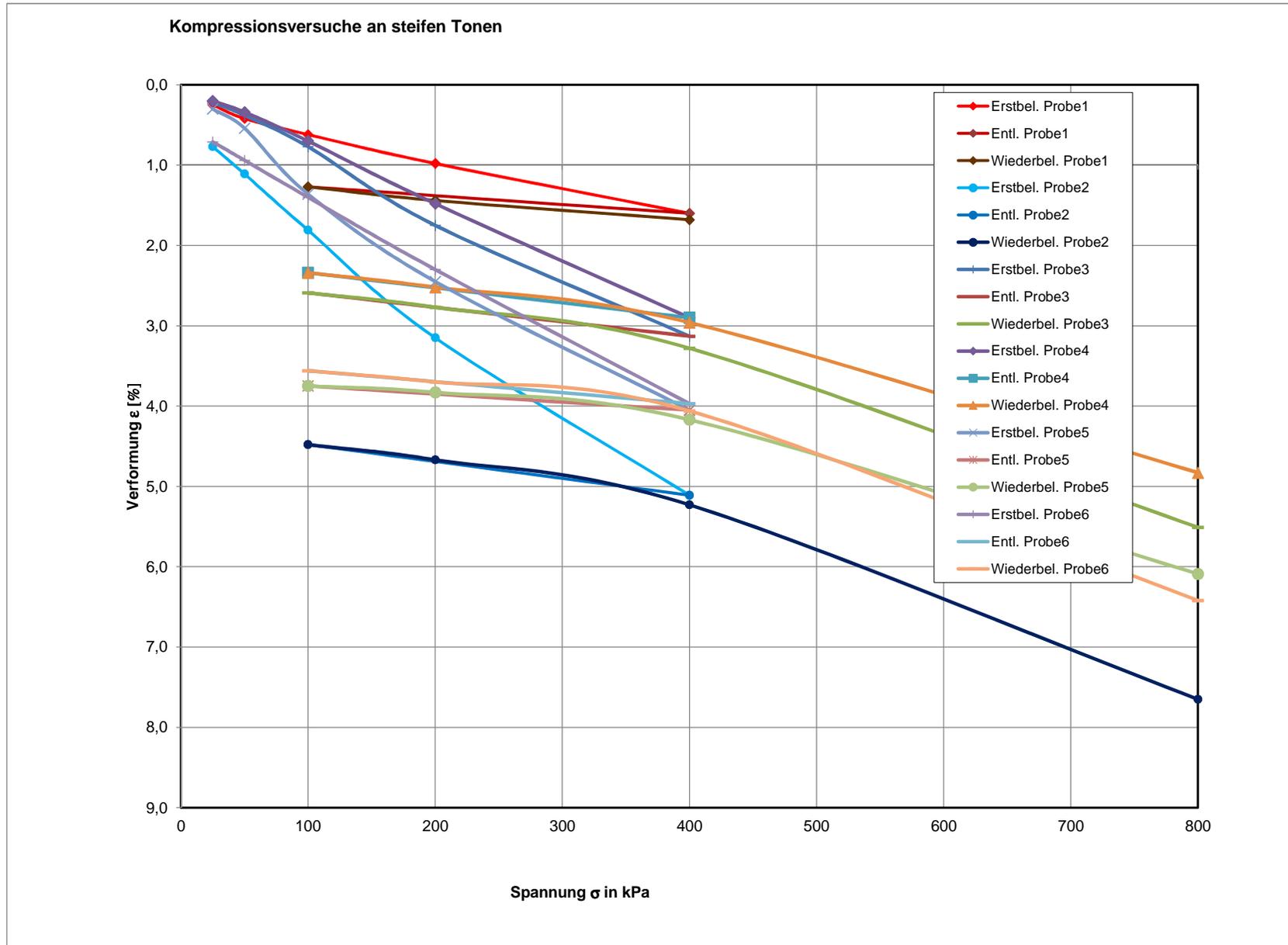
w	$E_{s0}$	$E_{ur0}$
1,00	5,0	15,0
$\bar{\sigma}$ [kPa]	$E_s$ [MPa]	$E_{ur}$ [MPa]
0	0,00	0,00
12,5	0,63	1,88
25	1,25	3,75
50	2,50	7,50
75	3,75	11,25
100	5,00	15,00
125	6,25	18,75
150	7,50	22,50
200	10,00	30,00
225	11,25	33,75
250	12,50	37,50
300	15,00	45,00
400	20,00	60,00
600	30,00	90,00

Ergebniswerte der Versuche eintragen  
gewählte Parameter eintragen

$$E_s = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon}$$

$$E_s = E_{s0} \cdot \left( \frac{\sigma}{100 \text{ kPa}} \right)^w$$





## Rahmenscherversuch (Direkter Scherversuch)

Entnahmestelle

B 1-25

Tiefe unter GOK:

18,00 - 18,60 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

f-mS,u/t

Bodengruppe:

SU\* / ST\*

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Seitz

am: 11.06.2015

Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

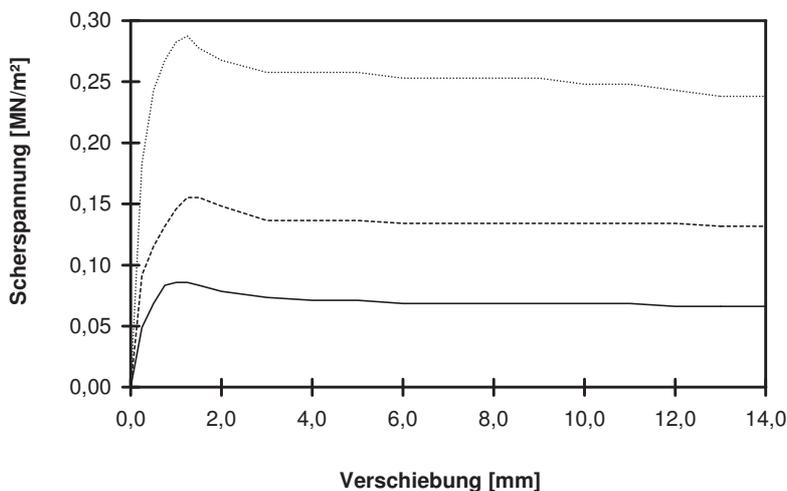
am: 09.06.2015

Entn. am:

von: ARGE RTW

Einbau: gestört Querschnittsfläche: 40,0 cm<sup>2</sup> Konsolidierungszeit: h Penetrometerablesung:

Proben Nr	Einbau- probenhöhe cm	Einbau- dichte g/cm <sup>3</sup>	Wassergehalt		Setzung i. d. Kons.-Phase mm	Abscher- geschw. mm/min	Normal- spannung MN/m <sup>2</sup>	Bruch- dehnung %	Scher- festigkeit MN/m <sup>2</sup>	Restscher- festigkeit MN/m <sup>2</sup>
			vor Versuch %	nach Versuch %						
-										
1	2,980	1,999	13,3	17,8	0,06	0,030	0,100	1,40	0,086	0,066
2	2,980	1,999	13,3	18,2	0,11	0,030	0,200	1,75	0,155	0,132
3	2,980	1,999	13,3	1,6	0,23	0,030	0,400	1,75	0,288	0,238



### Scherparameter :

#### Größte Scherfestigkeit

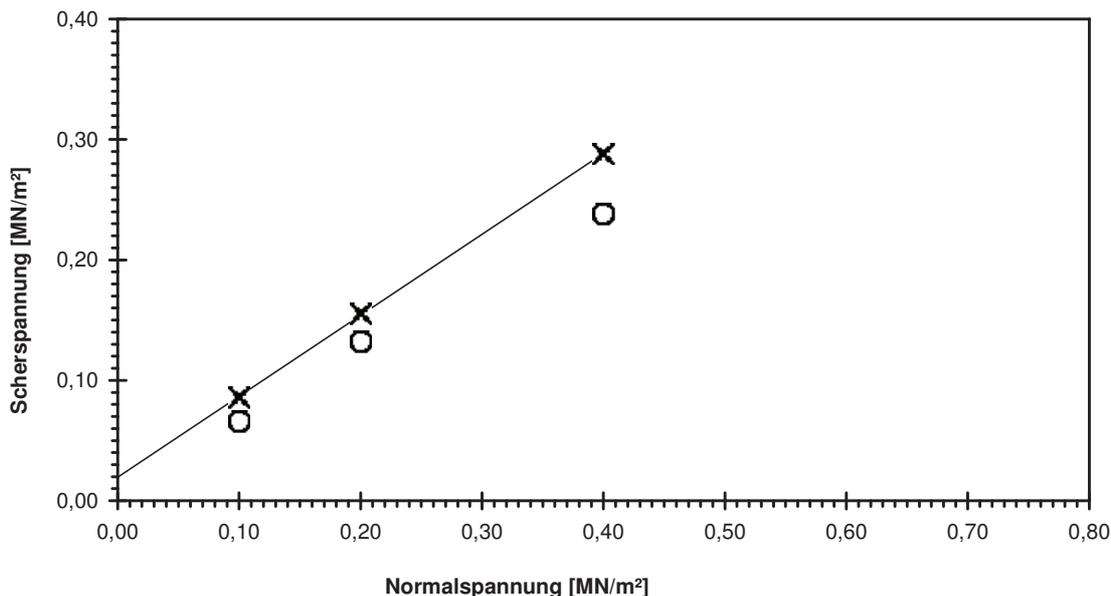
Reibungswinkel  $\phi' = 33,9^\circ$

Kohäsion  $c' = 0,020 \text{ MN/m}^2$

— Probe 1    - - - - - Probe 2    ..... Probe 3

✕ — ✕ Größte Scherfestigkeit

○ Restscherfestigkeit



Bemerkungen: gestörter Einbau mit 100 % Proctordichte

## Rahmenscherversuch (Direkter Scherversuch)

Entnahmestelle

B 1-25

Tiefe unter GOK:

28,00 - 28,60 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

S,u/t'

Bodengruppe:

SU / ST

Stratigraphie:

Entrn. am:

von: ARGE RTW

Ausgeführt von: Seitz

am: 10.06.2015

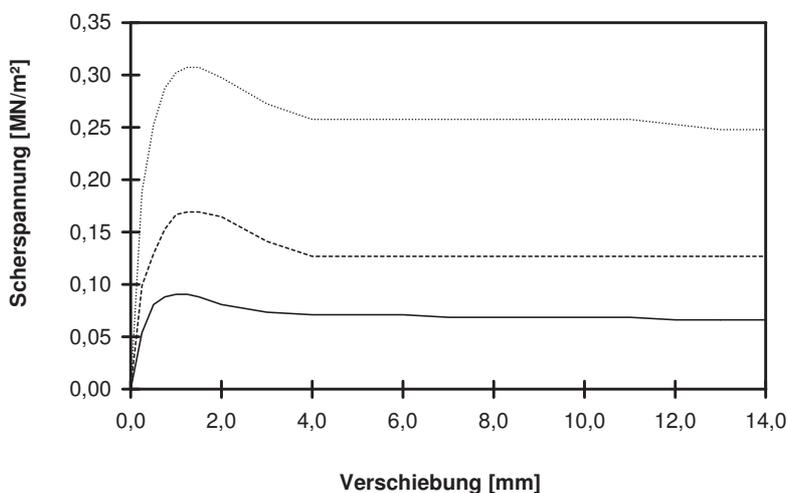
Gepr.:

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 10.06.2015

Einbau: gestört Querschnittsfläche: 40,0 cm<sup>2</sup> Konsolidierungszeit: h Penetrometerablesung:

Proben Nr	Einbau- probenhöhe	Einbau- dichte	Wassergehalt		Setzung i. d. Kons.-Phase	Abscher- geschw.	Normal- spannung	Bruch- dehnung	Scher- festigkeit	Restscher- festigkeit
			vor Versuch	nach Versuch						
-	cm	g/cm <sup>3</sup>	%	%	mm	mm/min	MN/m <sup>2</sup>	%	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
1	2,980	2,029	11,6	16,3	0,04	0,030	0,100	1,40	0,091	0,066
2	2,980	2,029	11,6	16,2	0,04	0,030	0,200	1,75	0,169	0,127
3	2,980	2,029	11,6	15,6	0,16	0,030	0,400	1,75	0,307	0,248



### Scherparameter :

#### Größte Scherfestigkeit

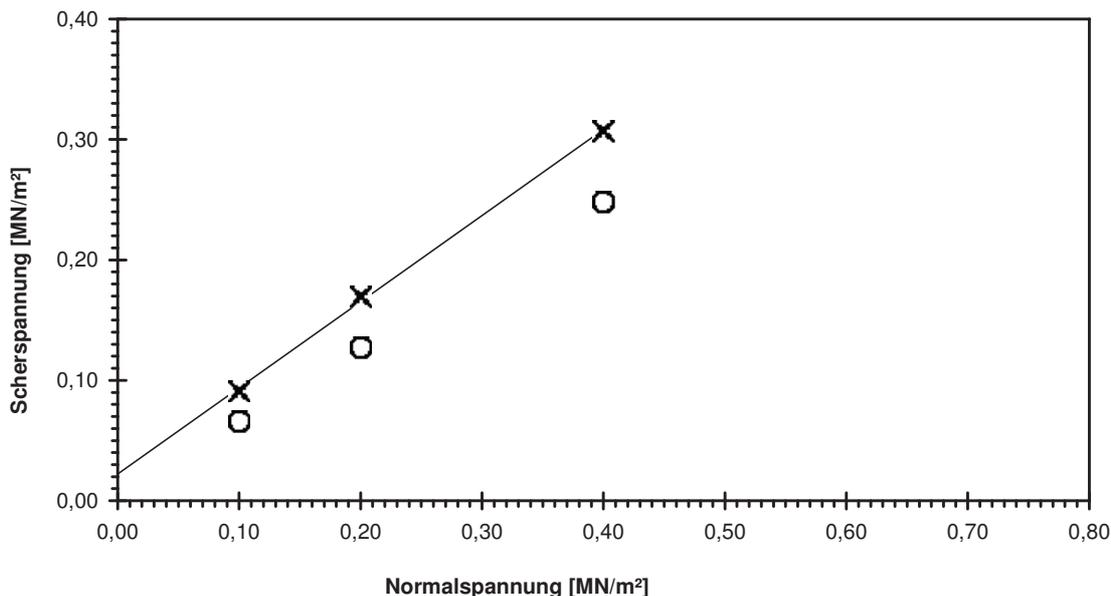
Reibungswinkel  $\phi' = 35,6^\circ$

Kohäsion  $c' = 0,022 \text{ MN/m}^2$

— Probe 1      - - - - - Probe 2      ..... Probe 3

✕ — ✕ Größte Scherfestigkeit

○ Restscherfestigkeit



Bemerkungen: gestörter Einbau mit 100 % Proctordichte





## Anlage 4.7

- entfällt -

## Proctor-Versuch

Bestimmung nach DIN 18127

Entnahmestelle: B 1-25

Tiefe unter GOK : 18,00 - 18,60 [m]

Entnahmart: gestört

Probenbeschreibung:

f-mS,u/t

Bodengruppe:

SU\* / ST\*

Stratigraphie:

Ausgeführt: Eckerlein am: 03.06.2015 Gepr.:

Ausgewertet: Frühwirth am: 09.06.2015

Entnommen am: von: ARGE RTW

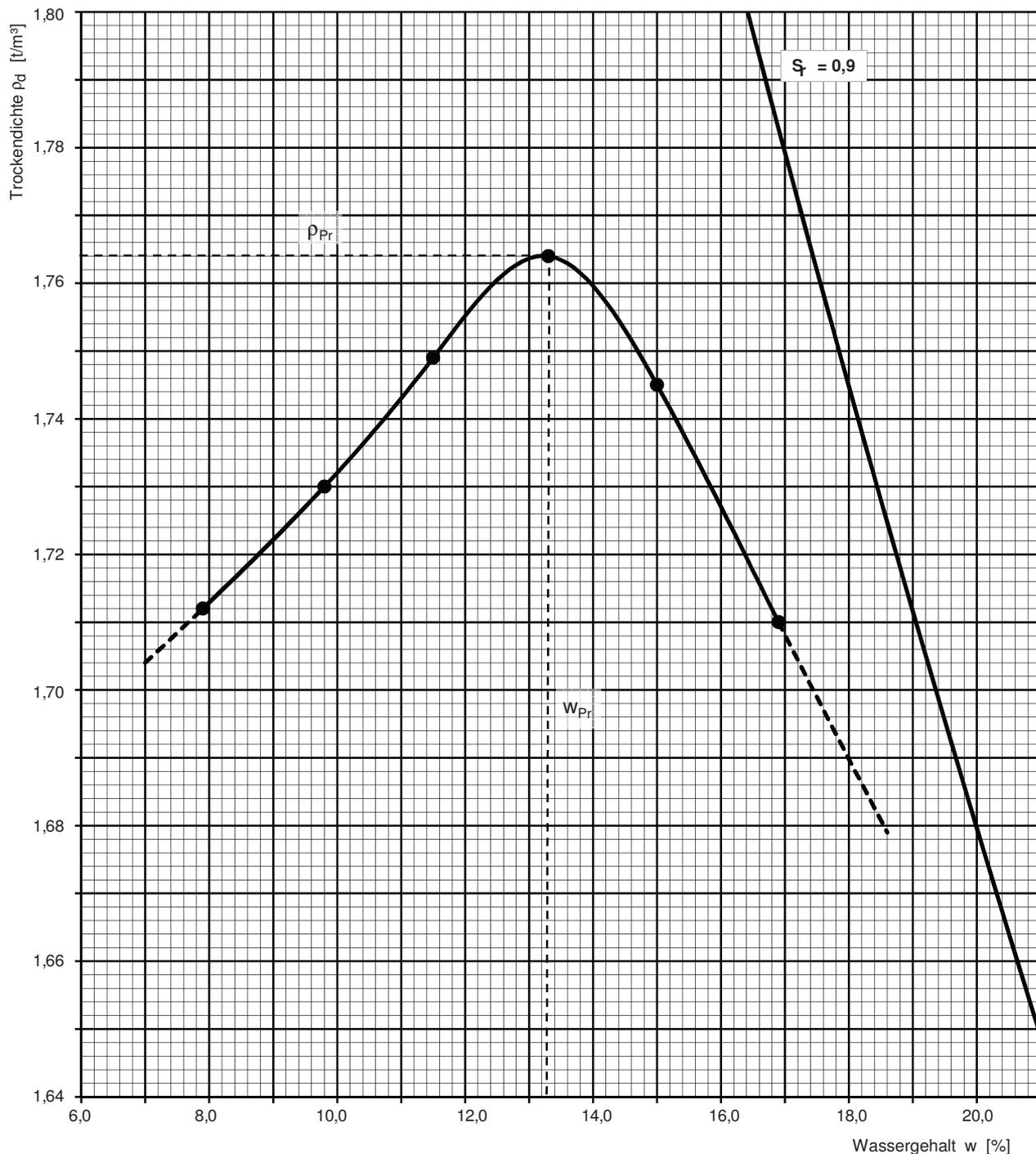
Korndichte geschätzt  $\rho_s = 2,680$  [t/m<sup>3</sup>]

Korndichte (Überkorn)  $\rho_{s\bar{u}} = --$  [t/m<sup>3</sup>]

Proctortopf - Durchmesser  $d = 100$  [mm]

Überkornanteil  $\bar{u} = --$  [%]

Zulässiges Größtkorn  $d_{Gk} = 20,0$  [mm]



100% der Proctordichte (ohne Überkorn)	$\rho_{Pr} = 1,764$ [t/m <sup>3</sup> ]	optimaler Wassergehalt	$w_{Pr} = 13,3$ [%]
100% der Proctordichte (mit Überkorn)	$\rho_{Pr} =$ [t/m <sup>3</sup> ]	optimaler Wassergehalt	$w_{Pr} =$ [%]
% der Proctordichte	$\rho_d =$ [t/m <sup>3</sup> ]	minimaler / maximaler Wassergehalt:	/ [%]
% der Proctordichte	$\rho_d =$ [t/m <sup>3</sup> ]	minimaler / maximaler Wassergehalt:	/ [%]

## Proctor-Versuch

Bestimmung nach DIN 18127

Entnahmestelle:

B 1-25

Tiefe unter GOK :

28,00- 28,60

[m]

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

S,u/t'

Bodengruppe:

SU / ST

Stratigraphie:

Entnommen am:

von:

ARGE RTW

Ausgeführt: Eckerlein am: 02.06.2015 Gepr.:

Ausgewertet: Frühwirth am: 09.06.2015

Korndichte geschätzt  $\rho_s =$  2,680 [t/m<sup>3</sup>]

Korndichte (Überkorn)  $\rho_{s\bar{u}} =$

--

[t/m<sup>3</sup>]

Proctortopf - Durchmesser  $d =$

100

[mm]

Überkornanteil  $\bar{u} =$

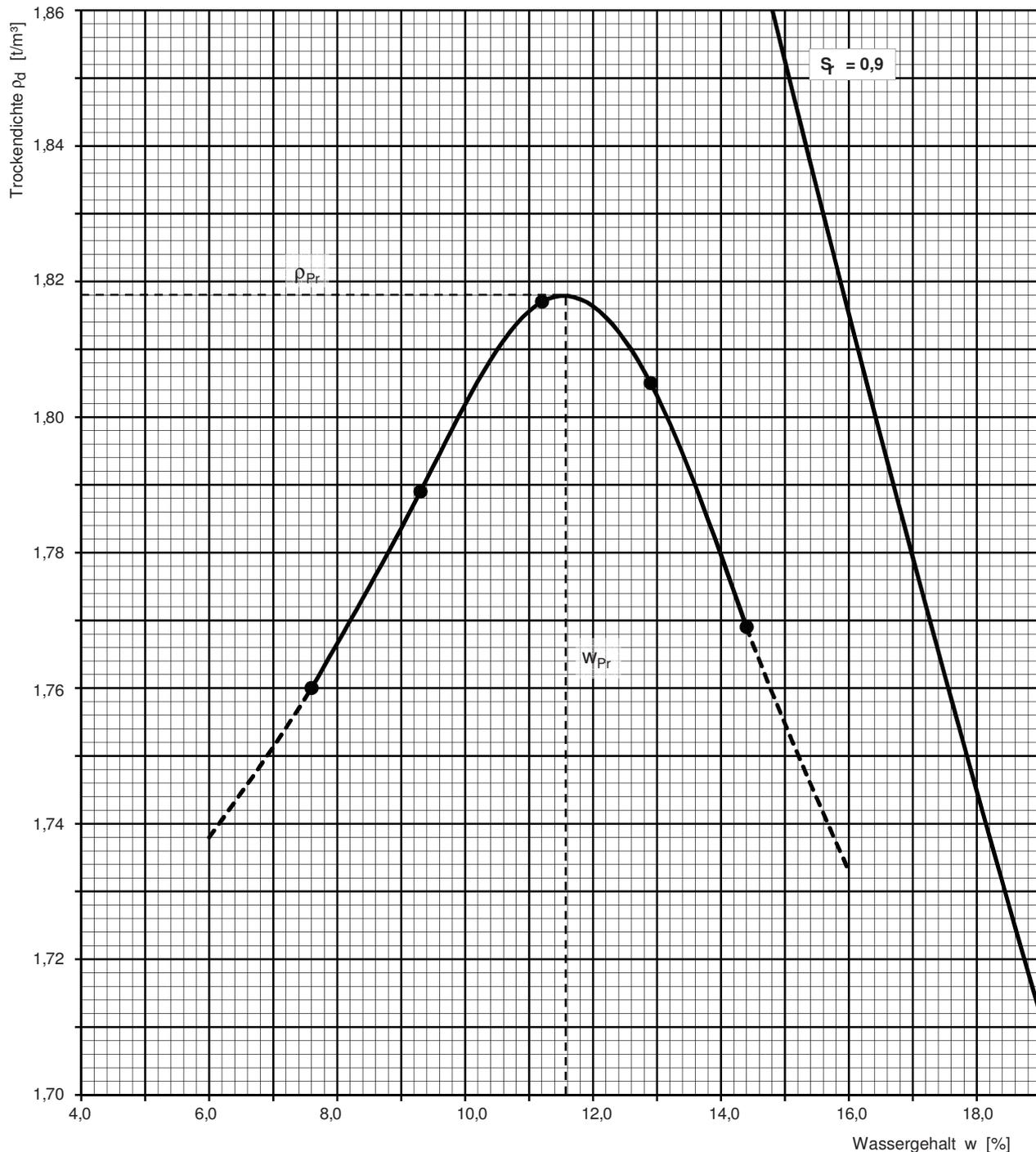
--

[%]

Zulässiges Größtkorn  $d_{Gk} =$

20,0

[mm]

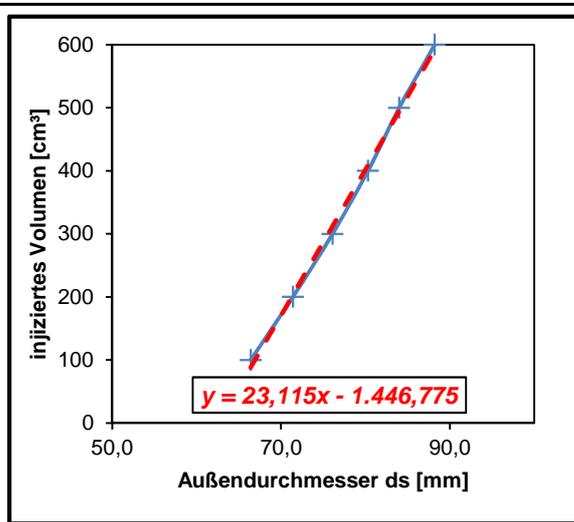
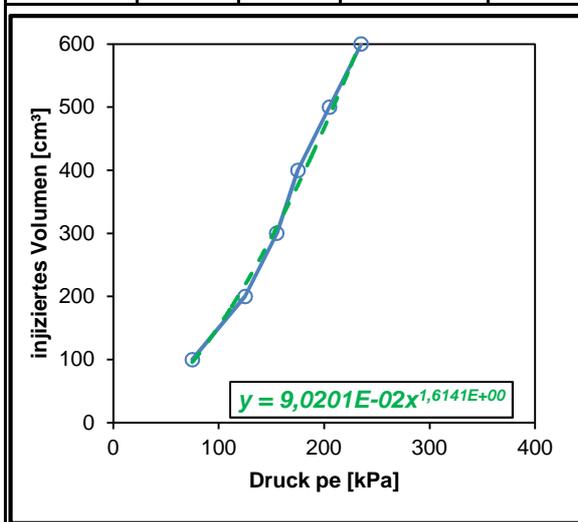


100% der Proctordichte (ohne Überkorn)	$\rho_{Pr} =$	1,818	[t/m <sup>3</sup> ]	optimaler Wassergehalt	$w_{Pr} =$	11,6	[%]
100% der Proctordichte (mit Überkorn)	$\rho_{Pr} =$		[t/m <sup>3</sup> ]	optimaler Wassergehalt	$w_{Pr} =$		[%]
% der Proctordichte	$\rho_d =$		[t/m <sup>3</sup> ]	minimaler / maximaler Wassergehalt:	/		[%]
% der Proctordichte	$\rho_d =$		[t/m <sup>3</sup> ]	minimaler / maximaler Wassergehalt:	/		[%]

<b>Stölben GmbH</b> <b>Barlstr. 42</b> <b>56856 Zell (Mosel)</b>		<b>Kalibrierung - Phicometersonde</b>
--	--	---------------------------------------

Kalibrierungsnr. <b>1</b>	Projektnummer <b>25072</b>	Projektbezeichnung <b>RTW Ffm</b>
Datum <b>25.03.2015</b>	Uhrzeit	Ort -
Sondenummer	Membrantyp <b>x</b> normal verstärkt	Geräteleiter <b>Guinot</b>
Gerätehöhe ü. GOK $z_c = 1,0\text{ m}$	Sondenhöhe ü. GOK $z_s = 0,5\text{ m}$	$p_e = p_r + 10(z_c - z_s) = p_r + 5,0\text{ kPa}$ mit $p_e, p_r$ in kPa und $z_c, z_s$ in m

Kalibrierung der Sonde				Kontrollkriterien zum Zustand der Sonde				
inji-ziertes Volumen V [cm³]	Druck		Außendurchmesser in Sondenmitte $d_s$ [mm]	inji-ziertes Volumen V [cm³]	Standardmembran		verstärkte Membran	
	abgelesen $p_r$ [bar]	berechnet $p_e$ [kPa]			$d_s$ [mm]	$p_e$ [kPa]	$d_s$ [mm]	$p_e$ [kPa]
100	<b>0,70</b>	75	<b>66,4</b>	200	$68 \leq d_s \leq 72$	<b>x</b> $p_e \leq 180$	<b>x</b> $68 \leq d_s \leq 72$	$p_e \leq 220$
200	<b>1,20</b>	125	<b>71,4</b>	500	$79 \leq d_s \leq 84$	<b>x</b> $p_e \leq 260$	<b>x</b> $80 \leq d_s \leq 85$	$p_e \leq 380$
300	<b>1,50</b>	155	<b>76,1</b>	- Bei Überschreitung der oben angegebenen $p_e$ -Werte ist die Sonde defekt. - Bei Überschreitung des für $V = 500\text{ cm}^3$ vorgegebenen Durchmessers ist die Sonde instand zu setzen.				
400	<b>1,70</b>	175	<b>80,3</b>					
500	<b>2,00</b>	205	<b>84,0</b>					
600	<b>2,30</b>	235	<b>88,2</b>					



<b>Korellationsfaktoren</b>	
Seitendruck $p_e$ in Abhängigkeit des injizierten Volumens V: $a = 9,02E-02$ $b = 1,614$	$p_e = (V/a)^{(1/b)}$
Außendurchmesser $d_s$ in Abhängigkeit des injizierten Volumens V: $c = 23,115$ $d = -1446,775$	$d_s = (V-d)/c$



<b>Stölben GmbH</b> <b>Barlstr. 42</b> <b>56856 Zell (Mosel)</b>			<b>Phicometer-Scherversuch</b>								
Bohrung Nr. <b>1-23 P</b>		Projektnummer <b>25072</b>		Projektbezeichnung <b>RTW Ffm</b>							
Versuchsdatum <b>25.03.2015</b>		Uhrzeit		Ort <b>-</b>							
Kalibrierung der Sonde Datum <b>25.03.2015</b>			Nr. <b>1</b>		Geräteleiter <b>Guinot</b>						
Gerätehöhe ü. GOK $z_c = 1,0 \text{ m}$		Sondentiefe $z_s = -5,0 \text{ m}$		Wasserspiegel in der Bohrung $z_e = -5,8 \text{ m}$							
<b>Scherphase des Versuchs</b>											
$p_z = p_r + p_h$ (s. Vorphase des Versuchs)					$p_h = 0,6 \text{ bar}$						
<b>Stufe (1)</b>		<b>T [kN]</b>	<b>Stufe (2)</b>		<b>T [kN]</b>	<b>Stufe (3)</b>		<b>T [kN]</b>	<b>Stufe (4)</b>		<b>T [kN]</b>
$p_r$	<b>2,0 bar</b>	<b>0,2</b>	$p_r$	<b>2,5 bar</b>	<b>4,7</b>	$p_r$	<b>3,0 bar</b>	<b>6,1</b>	$p_r$		
$p_z$	<b>2,6 bar</b>	<b>0,5</b>	$p_z$	<b>3,1 bar</b>	<b>5,1</b>	$p_z$	<b>3,6 bar</b>	<b>6,4</b>	$p_z$	<b>0,6 bar</b>	
$V_{30}$	<b>318 cm<sup>3</sup></b>	<b>1,5</b>	$V_{30}$	<b>425 cm<sup>3</sup></b>	<b>5,3</b>	$V_{30}$	<b>544 cm<sup>3</sup></b>	<b>6,7</b>	$V_{30}$		
$V_{d,60}$	<b>325 cm<sup>3</sup></b>	<b>2,8</b>	$V_{d,60}$	<b>435 cm<sup>3</sup></b>	<b>5,4</b>	$V_{d,60}$	<b>553 cm<sup>3</sup></b>	<b>6,7</b>	$V_{d,60}$		
$V_f$	<b>384 cm<sup>3</sup></b>	<b>3,4</b>	$V_f$	<b>508 cm<sup>3</sup></b>	<b>5,5</b>	$V_f$	<b>604 cm<sup>3</sup></b>	<b>6,8</b>	$V_f$		
$V_f - V_d$	<b>59 cm<sup>3</sup></b>	<b>3,9</b>	$V_f - V_d$	<b>73 cm<sup>3</sup></b>	<b>5,5</b>	$V_f - V_d$	<b>51 cm<sup>3</sup></b>	<b>6,8</b>	$V_f - V_d$	<b>0 cm<sup>3</sup></b>	
$T_I$	<b>4,1 kN</b>	<b>4,1</b>	$T_I$	<b>5,5 kN</b>	<b>5,7</b>	$T_I$	<b>6,8 kN</b>	<b>6,8</b>	$T_I$		
<b>Stufe (5)</b>		<b>T [kN]</b>	<b>Stufe (6)</b>		<b>T [kN]</b>	<b>Stufe (7)</b>		<b>T [kN]</b>	<b>Stufe (8)</b>		<b>T [kN]</b>
$p_r$			$p_r$			$p_r$			$p_r$		
$p_z$	<b>0,6 bar</b>		$p_z$	<b>0,6 bar</b>		$p_z$	<b>0,6 bar</b>		$p_z$		
$V_{30}$			$V_{30}$			$V_{30}$			$V_{30}$		
$V_{d,60}$			$V_{d,60}$			$V_{d,60}$			$V_{d,60}$		
$V_f$			$V_f$			$V_f$			$V_f$		
$V_f - V_d$	<b>0 cm<sup>3</sup></b>		$V_f - V_d$	<b>0 cm<sup>3</sup></b>		$V_f - V_d$	<b>0 cm<sup>3</sup></b>		$V_f - V_d$		
$T_I$			$T_I$			$T_I$			$T_I$		

Trockenbohrung	ja	x	nein	
Bodenart	<i>Schluff, weich</i>			
Bohrwerkzeug	<i>Schnecke 63 mm</i>			

<b>Stölben GmbH</b> <b>Barlstr. 42</b> <b>56856 Zell (Mosel)</b>		<b>Phicometer-Scherversuch</b>
--	--	--------------------------------

Bohrung Nr. <b>1-23 P</b>	Projektnummer <b>25072</b>	Projektbezeichnung <b>RTW Ffm</b>
Versuchsdatum <b>25.03.2015</b>	Versuchstiefe <b>-5,0 m</b>	Ort <b>-</b>

**Korellationen aus der Kalibrierung**

<b>Seitendruck <math>p_e</math> in Abhängigkeit des injizierten Volumens <math>V</math>:</b>	$p_e = (V/a)^{(1/b)}$
$a = 9,02E-02$ $b = 1,614$	
<b>Außendurchmesser <math>d_s</math> in Abhängigkeit des injizierten Volumens <math>V</math>:</b>	$d_s = (V-d)/c$
$c = 23,115$ $d = -1446,775$	

**Ermittlung des Anpressdrucks  $p_c$  und der Scherspannung  $\tau$  in der Bohrlochwand**

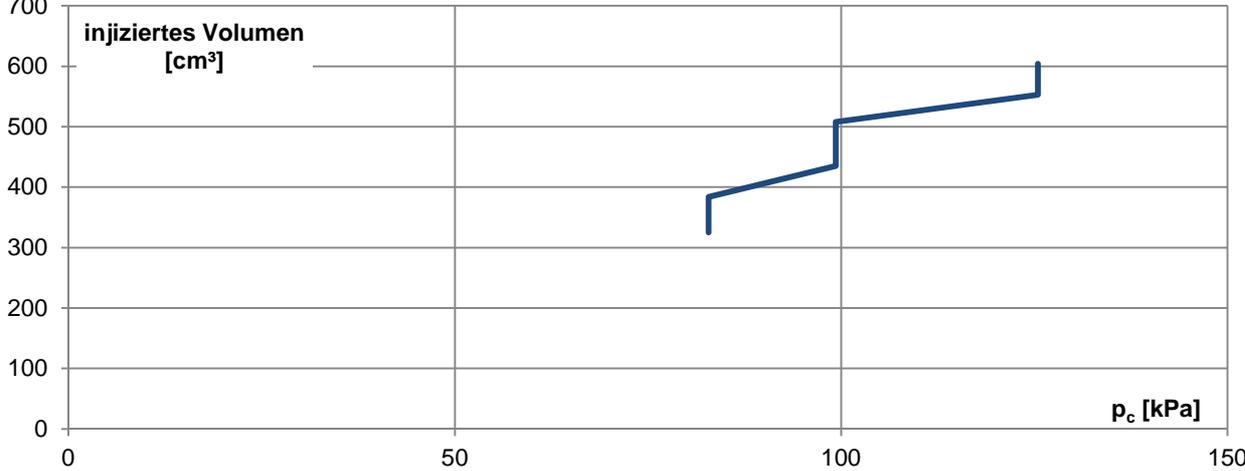
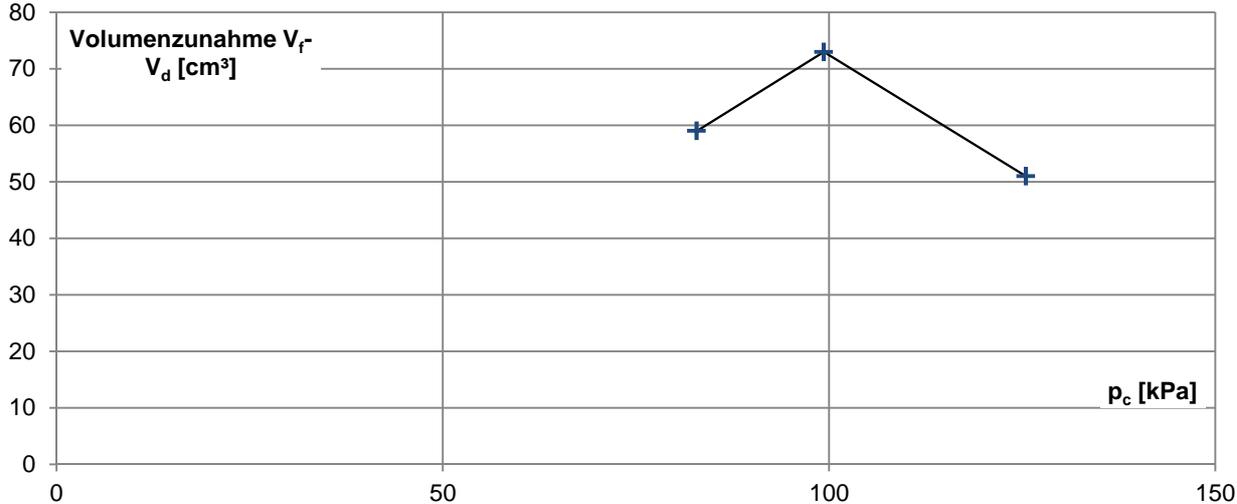
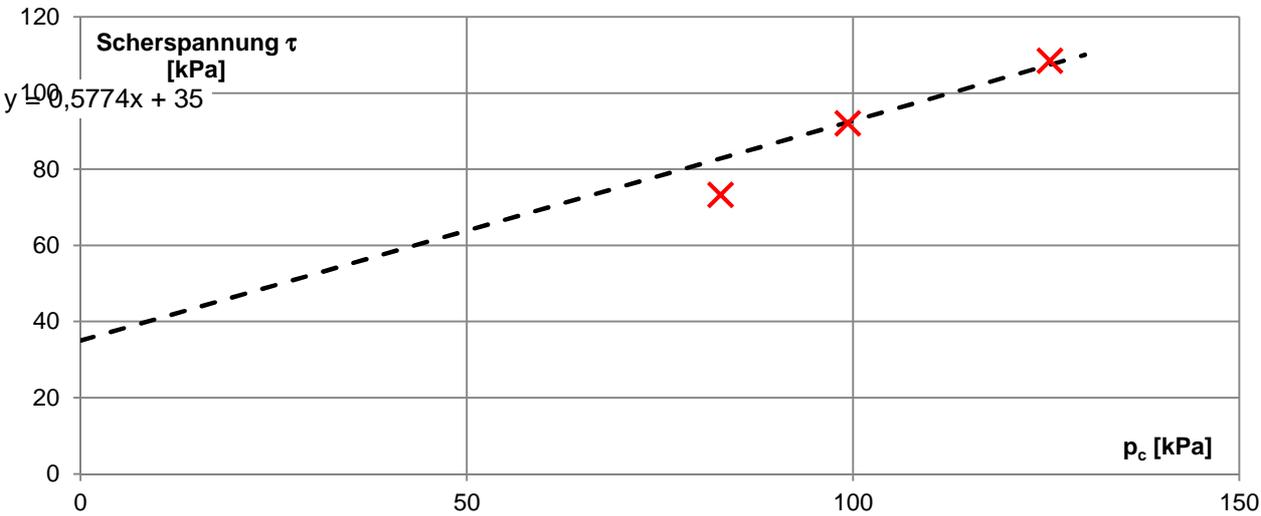
Last-stufe	$p_z$	$V_f$	$V_d$	$V_f - V_d$	$p_e$	$p_c$	$T$	$d_s$	$\tau$
	[bar]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kPa]	[kPa]	[kN]	[m]	[kPa]
1	2,6	384	325	59	177,1	82,9	4,1	0,079	73,2
2	3,1	508	435	73	210,7	99,3	5,5	0,085	92,0
3	3,6	604	553	51	234,5	125,5	6,8	0,089	108,4
4									
5									
6									
7									
8									

**Stölben GmbH**  
**Barlstr. 42**  
**56856 Zell (Mosel)**

**Phicometer-Scherversuch**

Bohrung Nr. <b>1-23 P</b>	Projektnummer <b>25072</b>	Projektbezeichnung <b>RTW Ffm</b>
Versuchsdatum <b>25.03.2015</b>	Versuchstiefe <b>-5,0 m</b>	Ort <b>-</b>

**Scherdiagramme**



<b>Stöbren GmbH</b> <b>Barlstr. 42</b> <b>56856 Zell (Mosel)</b>		<b>Phicometer-Scherversuch</b>	
Bohrung Nr. <b>1-23 P</b>	Projektnummer <b>25072</b>	Projektbezeichnung <b>RTW Ffm</b>	
Versuchsdatum <b>25.03.2015</b>	Versuchstiefe <b>-5,0 m</b>	Ort <b>-</b>	

**näherungsweise Ableitung der effektiven Scherparameter**

*Approximative Korrelation zwischen in-situ Scherparametern aus dem Phicometer-Scherversuch und Scherparametern aus Laborversuchen*

Phicometer-Reibungswinkel $\phi_i$ [°]	Phicometer-Kohäsion $c_i$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Art des Bodens	Abschätzung	
			Reibungswinkel $\phi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]
≤ 15	- <sup>*)</sup>	Weicher Ton <sup>*)</sup>	17	0
	≥ 20	Steifer Ton	17	$c_i / 4$
15 < $\phi_i$ ≤ 25	< 20	Locker gelagerte rollige Böden <sup>*)</sup>	25	0
	≥ 20	Schluff, Gemische aus Sand, Schluff und Ton, tonige Mergel	25	$c_i / 3$
25 < $\phi_i$ ≤ 30	< 20	Locker gelagerte rollige Böden	$\phi_i$	0
	≥ 20	Schluff, gemischtkörnige Böden, tonige Mergel	$\phi_i$	$c_i / 3$
> 30	< 10	Kiesige Böden ohne nennenswertem Feinkornanteil	$\phi_i$	0
	≥ 10	Kiesige Böden mit nennenswertem Feinkornanteil	$\phi_i$	$c_i / 2$
> 25	- <sup>*)</sup>	Mürber Fels <sup>*)</sup>	$\phi_i$	> $c_i$

<sup>\*)</sup>Versuche in diesen Böden liefern nicht immer zuverlässige Ergebnisse

aus: R. Katzenbach, C. Gutberlet, S. Wachter: Der Phicometer-Scherversuch als leistungsfähiges Verfahren zur Bestimmung der Scherfestigkeit im Bohrloch, Bauingenieur, Band 81, September 2006

Bohrung Nr.	Versuchstiefe	Bodenart	Phicometer-Werte		effektive Werte	
			$\phi_i$	$c_i$	$\phi'$	$c'$
1-23 P	-5,0 m	Schluff, weich	30°	35 kN/m <sup>2</sup>	<b>(30°)</b>	<b>(12 kN/m<sup>2</sup>)</b>

Hinweis: Aufgrund der großen Horizontalverformungen musste der Versuch vorzeitig abgebrochen werden. Die ermittelten Scherparameter basieren nur auf zwei Wertepaaren!



<b>Stölben GmbH</b> <b>Barlstr. 42</b> <b>56856 Zell (Mosel)</b>		<b>Phicometer-Scherversuch</b>	
Bohrung Nr. <b>1-23 P</b>	Projektnummer <b>25072</b>	Projektbezeichnung <b>RTW Ffm</b>	
Versuchsdatum <b>25.03.2015</b>	Uhrzeit	Ort -	
Kalibrierung der Sonde Datum <b>25.03.2015</b> Nr. <b>1</b>		Geräteführer <b>Guinot</b>	
Gerätehöhe ü. GOK $z_c = 1,0 \text{ m}$	Sondentiefe $z_s = -8,0 \text{ m}$	Wasserspiegel in der Bohrung $z_e =$	

### Scherphase des Versuchs

$p_z = p_r + p_h$  (s. Vorphase des Versuchs)       $p_h =$  **0,9 bar**

Stufe (1)		T [kN]	Stufe (2)		T [kN]	Stufe (3)		T [kN]	Stufe (4)		T [kN]
$p_r$	<b>2,0 bar</b>	<b>0,5</b>	$p_r$	<b>2,5 bar</b>	<b>5,2</b>	$p_r$	<b>3,0 bar</b>	<b>10</b>	$p_r$	<b>3,5 bar</b>	<b>13,3</b>
$p_z$	<b>2,9 bar</b>	<b>0,9</b>	$p_z$	<b>3,4 bar</b>	<b>5,9</b>	$p_z$	<b>3,9 bar</b>	<b>11,3</b>	$p_z$	<b>4,4 bar</b>	<b>13,4</b>
$V_{30}$	<b>184 cm<sup>3</sup></b>	<b>1,4</b>	$V_{30}$	<b>241 cm<sup>3</sup></b>	<b>6,9</b>	$V_{30}$	<b>303 cm<sup>3</sup></b>	<b>11,6</b>	$V_{30}$	<b>330 cm<sup>3</sup></b>	<b>13,4</b>
$V_{d,60}$	<b>187 cm<sup>3</sup></b>	<b>2,1</b>	$V_{d,60}$	<b>243 cm<sup>3</sup></b>	<b>7,7</b>	$V_{d,60}$	<b>307 cm<sup>3</sup></b>	<b>11,7</b>	$V_{d,60}$	<b>332 cm<sup>3</sup></b>	<b>13,4</b>
$V_f$	<b>221 cm<sup>3</sup></b>	<b>2,9</b>	$V_f$	<b>290 cm<sup>3</sup></b>	<b>7,5</b>	$V_f$	<b>321 cm<sup>3</sup></b>	<b>12,2</b>	$V_f$	<b>361 cm<sup>3</sup></b>	
$V_f - V_d$	<b>34 cm<sup>3</sup></b>	<b>3,6</b>	$V_f - V_d$	<b>47 cm<sup>3</sup></b>	<b>8,2</b>	$V_f - V_d$	<b>14 cm<sup>3</sup></b>	<b>12,2</b>	$V_f - V_d$	<b>29 cm<sup>3</sup></b>	
$T_I$	<b>3,3 kN</b>	<b>4,3</b>	$T_I$	<b>7,2 kN</b>	<b>8,8</b>	$T_I$	<b>12,2 kN</b>	<b>12,2</b>	$T_I$	<b>13,4 kN</b>	
Stufe (5)		T [kN]	Stufe (6)		T [kN]	Stufe (7)		T [kN]	Stufe (8)		T [kN]
$p_r$	<b>4,0 bar</b>	<b>13,5</b>	$p_r$	<b>4,5 bar</b>	<b>16</b>	$p_r$	<b>5,0 bar</b>	<b>17,4</b>	$p_r$	<b>5,5 bar</b>	<b>19,4</b>
$p_z$	<b>4,9 bar</b>	<b>14,4</b>	$p_z$	<b>5,4 bar</b>	<b>16,3</b>	$p_z$	<b>5,9 bar</b>	<b>17,6</b>	$p_z$	<b>6,4 bar</b>	<b>20</b>
$V_{30}$	<b>373 cm<sup>3</sup></b>	<b>16,4</b>	$V_{30}$	<b>418 cm<sup>3</sup></b>	<b>16</b>	$V_{30}$	<b>461 cm<sup>3</sup></b>	<b>18,1</b>	$V_{30}$	<b>512 cm<sup>3</sup></b>	<b>19,8</b>
$V_{d,60}$	<b>375 cm<sup>3</sup></b>	<b>15</b>	$V_{d,60}$	<b>421 cm<sup>3</sup></b>	<b>16,1</b>	$V_{d,60}$	<b>463 cm<sup>3</sup></b>	<b>17,8</b>	$V_{d,60}$	<b>514 cm<sup>3</sup></b>	<b>19,4</b>
$V_f$	<b>407 cm<sup>3</sup></b>	<b>14,9</b>	$V_f$	<b>452 cm<sup>3</sup></b>	<b>15,8</b>	$V_f$	<b>502 cm<sup>3</sup></b>	<b>18,1</b>	$V_f$	<b>546 cm<sup>3</sup></b>	<b>19,3</b>
$V_f - V_d$	<b>32 cm<sup>3</sup></b>	<b>14,4</b>	$V_f - V_d$	<b>31 cm<sup>3</sup></b>	<b>15,9</b>	$V_f - V_d$	<b>39 cm<sup>3</sup></b>	<b>18,3</b>	$V_f - V_d$	<b>32 cm<sup>3</sup></b>	<b>19,5</b>
$T_I$	<b>15,0 kN</b>	<b>14,6</b>	$T_I$	<b>16,0 kN</b>	<b>16</b>	$T_I$	<b>18,3 kN</b>	<b>18,3</b>	$T_I$	<b>19,6 kN</b>	<b>19,5</b>

Trockenbohrung	ja	x	nein	
Bodenart	<i>Ton, schluffig</i>			
Bohrwerkzeug	<i>Schneckenbohrung 63 mm</i>			

<b>Stöbren GmbH</b> <b>Barlstr. 42</b> <b>56856 Zell (Mosel)</b>		<b>Phicometer-Scherversuch</b>
--	--	--------------------------------

Bohrung Nr. <b>1-23 P</b>	Projektnummer <b>25072</b>	Projektbezeichnung <b>RTW Ffm</b>
Versuchsdatum <b>25.03.2015</b>	Versuchstiefe <b>-8,0 m</b>	Ort <b>-</b>

**Korellationen aus der Kalibrierung**

<b>Seitendruck <math>p_e</math> in Abhängigkeit des injizierten Volumens <math>V</math>:</b>	$p_e = (V/a)^{(1/b)}$
$a = 9,02E-02$ $b = 1,614$	
<b>Außendurchmesser <math>d_s</math> in Abhängigkeit des injizierten Volumens <math>V</math>:</b>	$d_s = (V-d)/c$
$c = 23,115$ $d = -1446,775$	

**Ermittlung des Anpressdrucks  $p_c$  und der Scherspannung  $\tau$  in der Bohrlochwand**

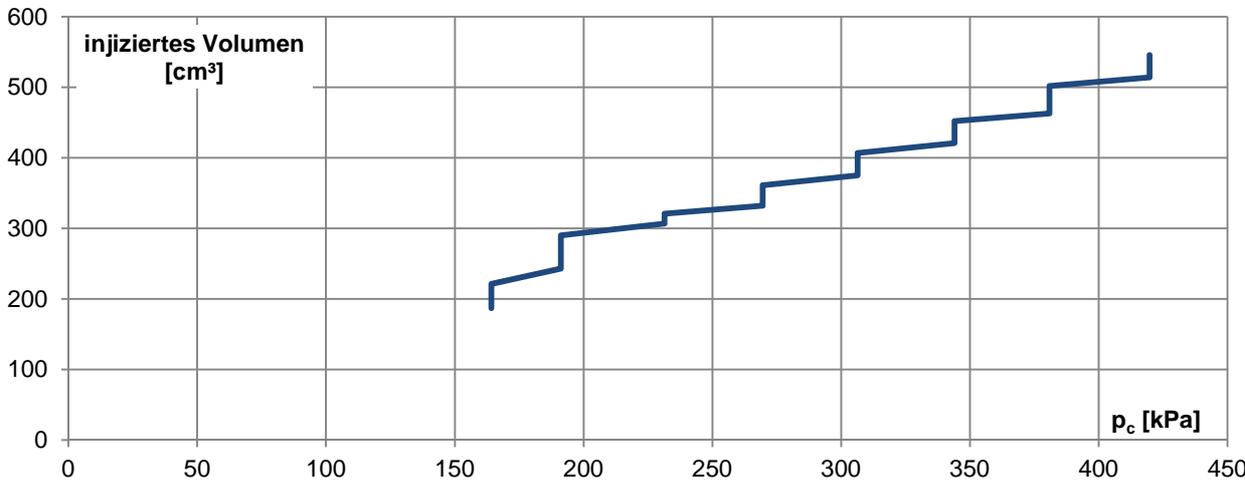
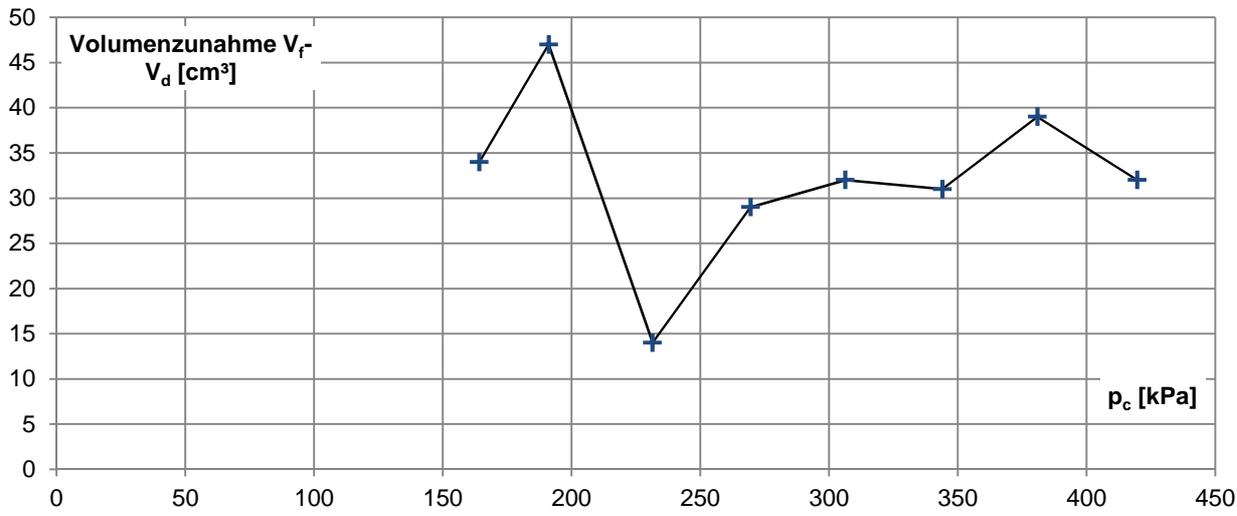
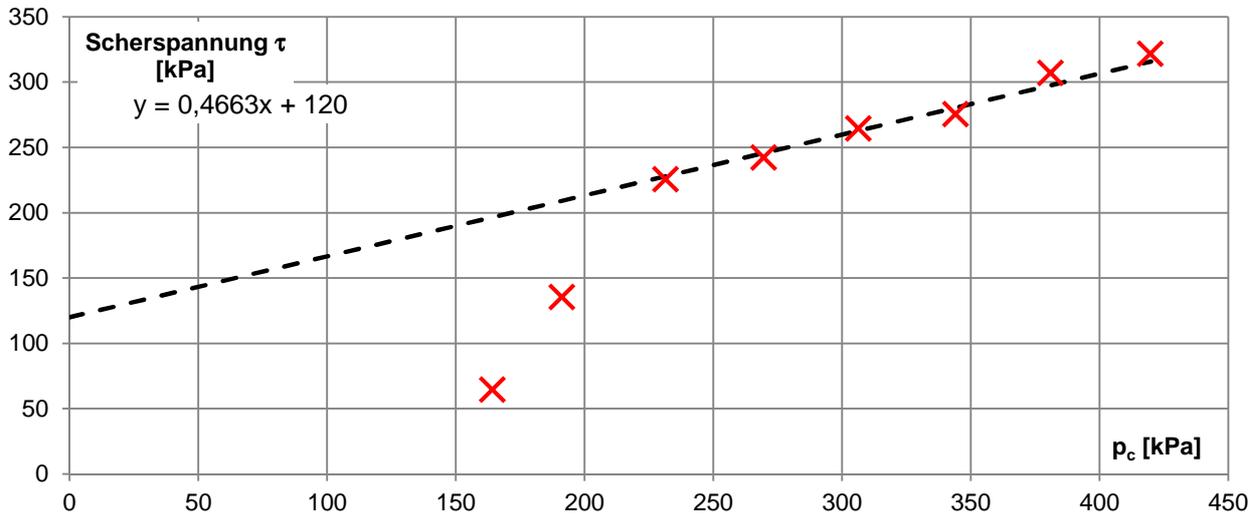
Last-stufe	$p_z$	$V_f$	$V_d$	$V_f - V_d$	$p_e$	$p_c$	$T$	$d_s$	$\tau$
	[bar]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kPa]	[kPa]	[kN]	[m]	[kPa]
1	2,9	221	187	34	125,8	164,2	3,3	0,072	64,7
2	3,4	290	243	47	148,9	191,1	7,2	0,075	135,6
3	3,9	321	307	14	158,5	231,5	12,2	0,076	225,7
4	4,4	361	332	29	170,5	269,5	13,4	0,078	242,4
5	4,9	407	375	32	183,6	306,4	15	0,080	264,6
6	5,4	452	421	31	196,0	344,0	16	0,082	275,6
7	5,9	502	463	39	209,1	380,9	18,3	0,084	307,1
8	6,4	546	514	32	220,3	419,7	19,6	0,086	321,6

**Stölben GmbH**  
**Barlstr. 42**  
**56856 Zell (Mosel)**

**Phicometer-Scherversuch**

Bohrung Nr. <b>1-23 P</b>	Projektnummer <b>25072</b>	Projektbezeichnung <b>RTW Ffm</b>
Versuchsdatum <b>25.03.2015</b>	Versuchstiefe <b>-8,0 m</b>	Ort <b>-</b>

**Scherdiagramme**



<b>Stöbren GmbH</b> <b>Barlstr. 42</b> <b>56856 Zell (Mosel)</b>		<b>Phicometer-Scherversuch</b>	
Bohrung Nr. <b>1-23 P</b>	Projektnummer <b>25072</b>	Projektbezeichnung <b>RTW Ffm</b>	
Versuchsdatum <b>25.03.2015</b>	Versuchstiefe <b>-8,0 m</b>	Ort <b>-</b>	

**näherungsweise Ableitung der effektiven Scherparameter**

*Approximative Korrelation zwischen in-situ Scherparametern aus dem Phicometer-Scherversuch und Scherparametern aus Laborversuchen*

Phicometer-Reibungswinkel $\varphi_i$ [°]	Phicometer-Kohäsion $c_i$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Art des Bodens	Abschätzung	
			Reibungswinkel $\varphi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]
≤ 15	- <sup>*)</sup>	Weicher Ton <sup>*)</sup>	17	0
	≥ 20	Steifer Ton	17	$c_i / 4$
15 < $\varphi_i$ ≤ 25	< 20	Locker gelagerte rollige Böden <sup>*)</sup>	25	0
	≥ 20	Schluff, Gemische aus Sand, Schluff und Ton, tonige Mergel	25	$c_i / 3$
25 < $\varphi_i$ ≤ 30	< 20	Locker gelagerte rollige Böden	$\varphi_i$	0
	≥ 20	Schluff, gemischtkörnige Böden, tonige Mergel	$\varphi_i$	$c_i / 3$
> 30	< 10	Kiesige Böden ohne nennenswertem Feinkornanteil	$\varphi_i$	0
	≥ 10	Kiesige Böden mit nennenswertem Feinkornanteil	$\varphi_i$	$c_i / 2$
> 25	- <sup>*)</sup>	Mürber Fels <sup>*)</sup>	$\varphi_i$	> $c_i$

<sup>\*)</sup>Versuche in diesen Böden liefern nicht immer zuverlässige Ergebnisse

aus: R. Katzenbach, C. Gutberlet, S. Wachter: Der Phicometer-Scherversuch als leistungsfähiges Verfahren zur Bestimmung der Scherfestigkeit im Bohrloch, Bauingenieur, Band 81, September 2006

Bohrung Nr.	Versuchstiefe	Bodenart	Phicometer-Werte		effektive Werte	
			$\varphi_i$	$c_i$	$\varphi'$	$c'$
1-23 P	-8,0 m	Ton, schluffig	25°	120 kN/m <sup>2</sup>	25°	40 kN/m <sup>2</sup>

Datum : **25.03.2015**      Tiefe der Sondierung : **11,00 m**      Sondentyp : **Kurzes geschlit. Rohr**      Bohrwerkzeug :  
 Tiefe des Versuches : **10,00 m**      Sondennummer : **44-gotm-o-63**      PREVO Nummer : **ES250315.01**  
 Grundwassersp. Tief. : **5,80 m**      Gerätefahrer : **Guinot**  
 Boden Höhe : **1,00 m**

**Versuch : BK 1-23 P - 10,00 m**

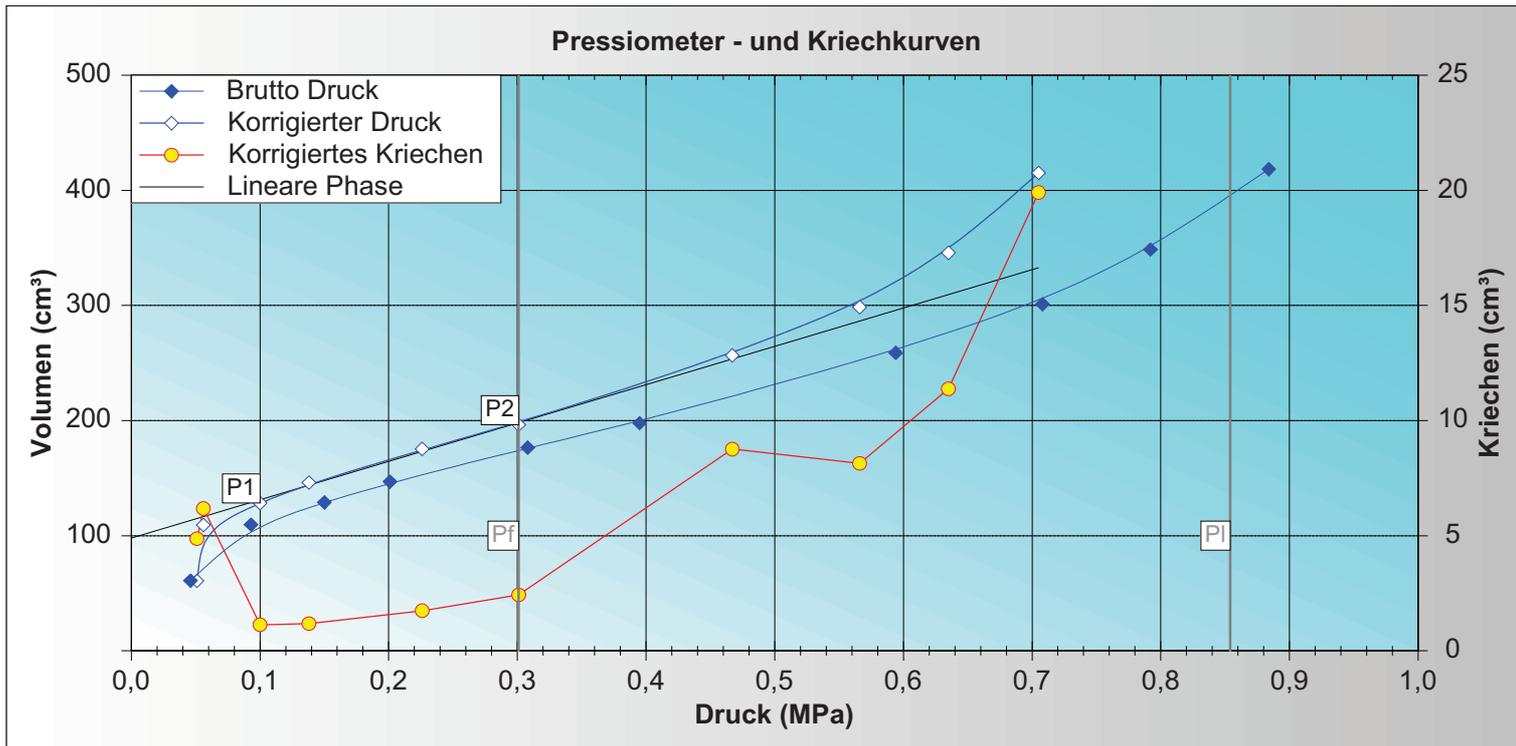
EXPRS 1.46

Em (MPa)	<b>5,266</b>
----------	--------------

Plm (MPa)	<b>0,854</b>
-----------	--------------

Pf (MPa)	<b>0,301</b>
----------	--------------

σ <sub>hs</sub> (MPa)	0,111
P1 (MPa)	0,100
P2 (MPa)	0,301



	P(MPa)	V(15s)	V(30s)	V(60s)	ΔV
1	0,046	53,91	56,08	60,95	4,87
2	0,093	90,54	103,42	109,60	6,18
3	0,150	127,07	127,81	128,94	1,13
4	0,201	144,56	145,79	146,97	1,18
5	0,308	172,98	174,79	176,53	1,74
6	0,395	193,33	195,35	197,78	2,43
7	0,594	242,69	250,09	258,85	8,76
8	0,708	285,49	292,98	301,12	8,14
9	0,792	328,90	337,30	348,68	11,38
10	0,884	384,84	398,53	418,44	19,91

	Pc	V30c	V60c	ΔV 60/30	ΔV 60/60	Neigung
1	0,051	55,91	60,78	4,87		
2	0,056	103,08	109,26	6,18	48,48	9696,00
3	0,100	127,26	128,39	1,13	19,13	434,77
4	0,138	145,06	146,24	1,18	17,85	469,74
5	0,226	173,67	175,41	1,74	29,17	331,48
6	0,301	193,91	196,34	2,43	20,93	279,07
7	0,467	247,92	256,68	8,76	60,34	363,49
8	0,566	290,39	298,53	8,14	41,85	422,73
9	0,635	334,41	345,79	11,38	47,26	684,93
10	0,705	395,30	415,21	19,91	69,42	991,71

Druckverlustkalibrierung	BK 1-23 P - 0,00m Kurzes geschlit. Rohr
Volumenverlustkalibrierung	BK 1-23 P - 0,00m Kurzes geschlit. Rohr

Pel (MPa)	0,339
-----------	-------

di (cm)	6,30
---------	------

lc (cm)	21,00
---------	-------

a (cm³/MPa)	3,65
-------------	------

Vc (cm³)	147,72
----------	--------

Vs (cm³)	506,90
----------	--------

<b>Kommentare</b>	

Datum : <b>25.03.2015</b>	Tiefe der Sondierung : <b>16,00 m</b>	Sondentyp : <b>Kurzes geschlit. Rohr</b>	Bohrwerkzeug : <b></b>
	Tiefe des Versuches : <b>15,00 m</b>	Sondennummer : <b>44-gotm-o-63</b>	PREVO Nummer : <b>ES250315.02</b>
	Grundwassersp. Tief. : <b>5,80 m</b>		Gerätfahrer : <b>Guinot</b>
	Boden Höhe : <b>1,00 m</b>		

**Versuch : BK 1-23 P - 15,00 m**

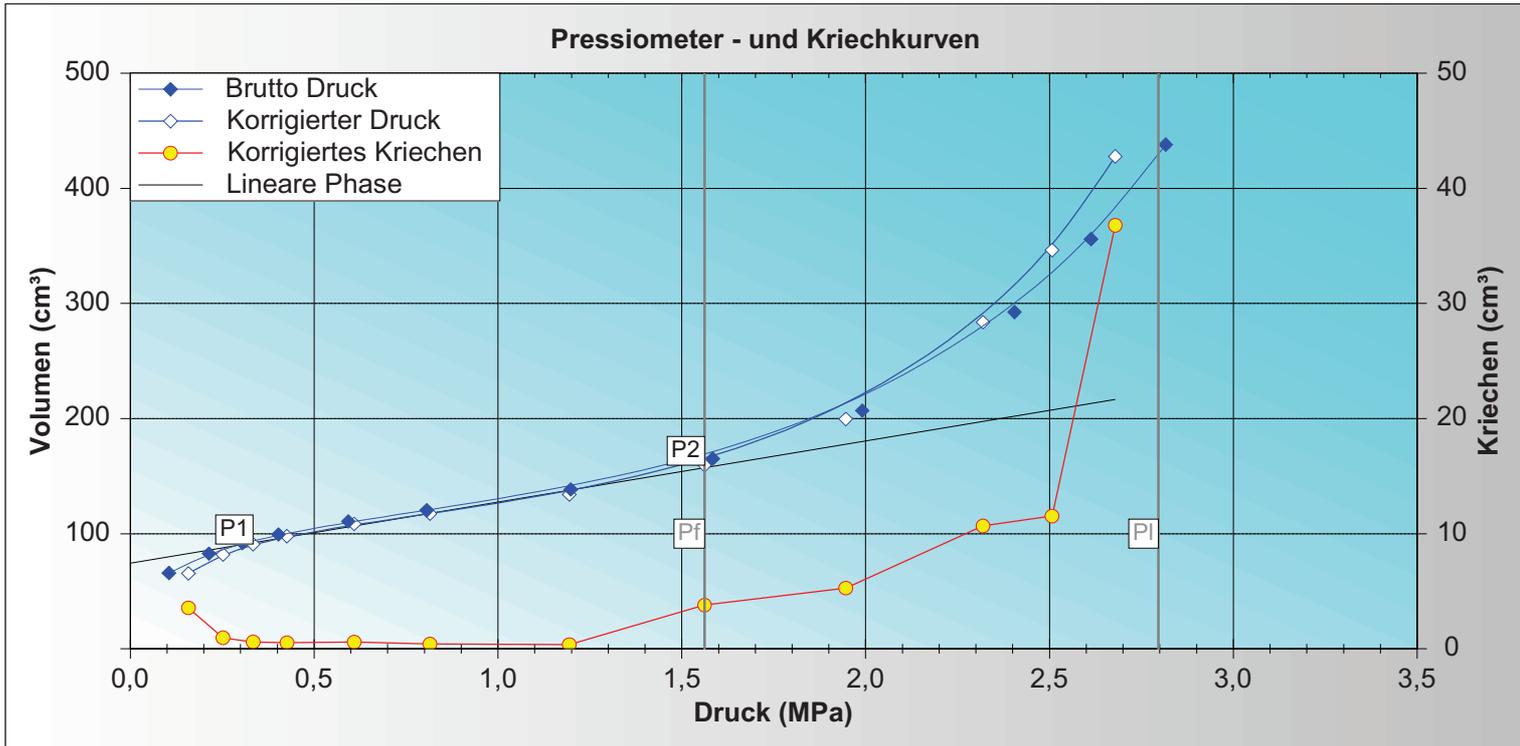
EXPRS 1.46

Em (MPa)	<b>30,171</b>
----------	---------------

Plm (MPa)	<b>2,796</b>
-----------	--------------

Pf (MPa)	<b>1,562</b>
----------	--------------

σ <sub>hs</sub> (MPa)	0,181
P1 (MPa)	0,334
P2 (MPa)	1,562



	P(MPa)	V(15s)	V(30s)	V(60s)	ΔV
1	0,105	49,47	62,33	65,88	3,55
2	0,214	80,75	81,73	82,69	0,96
3	0,305	91,04	91,45	92,05	0,60
4	0,403	98,34	98,79	99,32	0,53
5	0,593	109,72	110,10	110,68	0,58
6	0,806	119,47	119,94	120,35	0,41
7	1,198	137,39	138,07	138,44	0,37
8	1,584	159,66	161,37	165,16	3,79
9	1,991	196,67	201,64	206,91	5,27
10	2,405	270,76	281,88	292,55	10,67
11	2,613	332,26	344,38	355,91	11,53
12	2,816	401,03	401,26	438,06	36,80

	Pc	V30c	V60c	ΔV 60/30	ΔV 60/60	Neigung
1	0,158	61,95	65,50	3,55		
2	0,252	80,95	81,91	0,96	16,41	174,57
3	0,334	90,34	90,94	0,60	9,03	110,12
4	0,426	97,32	97,85	0,53	6,91	75,11
5	0,609	107,93	108,51	0,58	10,66	58,25
6	0,815	117,00	117,41	0,41	8,90	43,20
7	1,194	133,69	134,06	0,37	16,65	43,93
8	1,562	155,58	159,37	3,79	25,31	68,78
9	1,946	194,37	199,64	5,27	40,27	104,87
10	2,319	273,10	283,77	10,67	84,13	225,55
11	2,507	334,84	346,37	11,53	62,60	332,98
12	2,679	390,97	427,77	36,80	81,40	473,26

Druckverlustkalibrierung	BK 1-23 P - 0,00m Kurzes geschlit. Rohr
Volumenverlustkalibrierung	BK 1-23 P - 0,00m Kurzes geschlit. Rohr

Pel (MPa)	0,339
di (cm)	6,30
lc (cm)	21,00

a (cm³/MPa)	3,65
Vc (cm³)	147,72
Vs (cm³)	506,90

Kommentare	

Datum : <b>25.03.2015</b>	Tiefe der Sondierung : <b>21,00 m</b>	Sondentyp : <b>Kurzes geschlit. Rohr</b>	Bohrwerkzeug : <b></b>
	Tiefe des Versuches : <b>20,00 m</b>	Sondennummer : <b>44-gotm-o-63</b>	PREVO Nummer : <b>ES250315.03</b>
	Grundwassersp. Tief. : <b>3,70 m</b>		Gerätefahrer : <b>Guinot</b>
	Boden Höhe : <b>1,00 m</b>		

**Versuch : BK 1-23 P - 20,00 m**

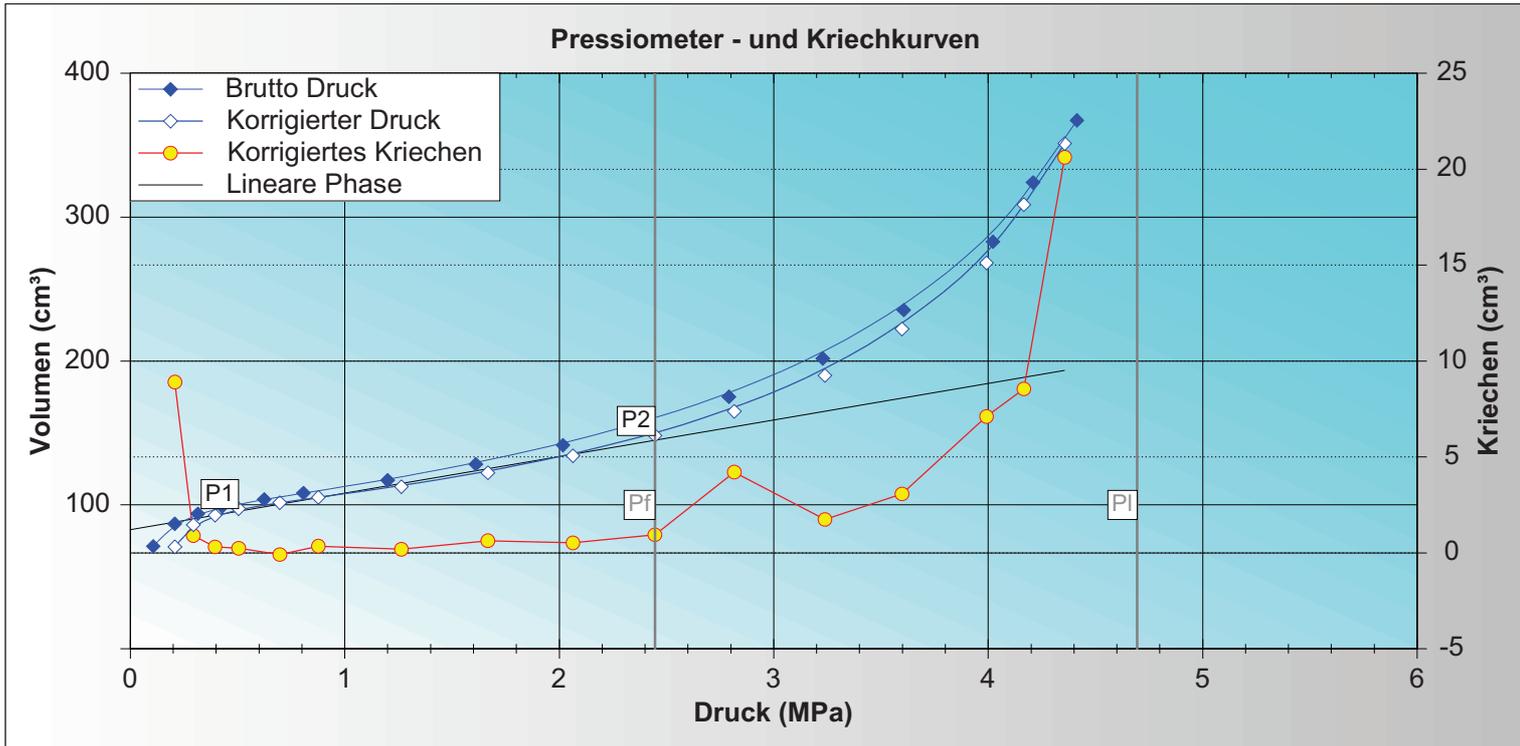
EXPRS 1.46

Em (MPa)	<b>63,901</b>
----------	---------------

Plm (MPa)	<b>4,695</b>
-----------	--------------

Pf (MPa)	<b>2,446</b>
----------	--------------

σ <sub>hs</sub> (MPa)	0,262
P1 (MPa)	0,505
P2 (MPa)	2,446



	P(MPa)	V(15s)	V(30s)	V(60s)	ΔV
1	0,107	43,57	62,35	71,25	8,90
2	0,207	85,16	85,96	86,86	0,90
3	0,315	93,56	93,61	93,92	0,31
4	0,428	98,22	98,70	98,94	0,24
5	0,624	103,56	103,95	103,86	-0,09
6	0,807	107,59	107,90	108,25	0,35
7	1,200	116,49	116,88	117,07	0,19
8	1,611	126,88	127,61	128,24	0,63
9	2,017	140,43	141,01	141,53	0,52
10	2,410	155,59	156,12	157,06	0,94
11	2,791	173,03	170,98	175,19	4,21
12	3,229	197,55	200,04	201,78	1,74
13	3,606	229,67	232,35	235,42	3,07
14	4,022	264,09	275,78	282,89	7,11
15	4,209	307,94	315,55	324,10	8,55
16	4,414	344,71	346,64	367,26	20,62

	Pc	V30c	V60c	ΔV 60/30	ΔV 60/60	Neigung
1	0,208	61,96	70,86	8,90		
2	0,294	85,20	86,10	0,90	15,24	177,21
3	0,395	92,46	92,77	0,31	6,67	66,04
4	0,505	97,14	97,38	0,24	4,61	41,91
5	0,697	101,67	101,58	-0,09	4,20	21,88
6	0,877	104,95	105,30	0,35	3,72	20,67
7	1,264	112,50	112,69	0,19	7,39	19,10
8	1,667	121,73	122,36	0,63	9,67	24,00
9	2,064	133,64	134,16	0,52	11,80	29,72
10	2,446	147,32	148,26	0,94	14,10	36,91
11	2,816	160,78	164,99	4,21	16,73	45,22
12	3,239	188,24	189,98	1,74	24,99	59,08
13	3,598	219,18	222,25	3,07	32,27	89,89
14	3,992	261,09	268,20	7,11	45,95	116,62
15	4,166	300,18	308,73	8,55	40,53	232,93
16	4,357	330,52	351,14	20,62	42,41	222,04

Druckverlustkalibrierung	BK 1-23 P - 0,00m Kurzes geschlit. Rohr
Volumenverlustkalibrierung	BK 1-23 P - 0,00m Kurzes geschlit. Rohr

Pel (MPa)	0,339
di (cm)	6,30
lc (cm)	21,00

a (cm³/MPa)	3,65
Vc (cm³)	147,72
Vs (cm³)	506,90

Kommentare	

Datum : <b>25.03.2015</b>	Tiefe der Sondierung : <b>24,00 m</b>	Sondentyp : <b>Kurzes geschlit. Rohr</b>	Bohrwerkzeug : <b></b>
	Tiefe des Versuches : <b>22,50 m</b>	Sondennummer : <b>44-gotm-o-63</b>	PREVO Nummer : <b>ES250315.04</b>
	Grundwassersp. Tief. : <b>3,70 m</b>		Gerätfahrer : <b>Guinot</b>
	Boden Höhe : <b>1,00 m</b>		

**Versuch : BK 1-23 P - 22,50 m**

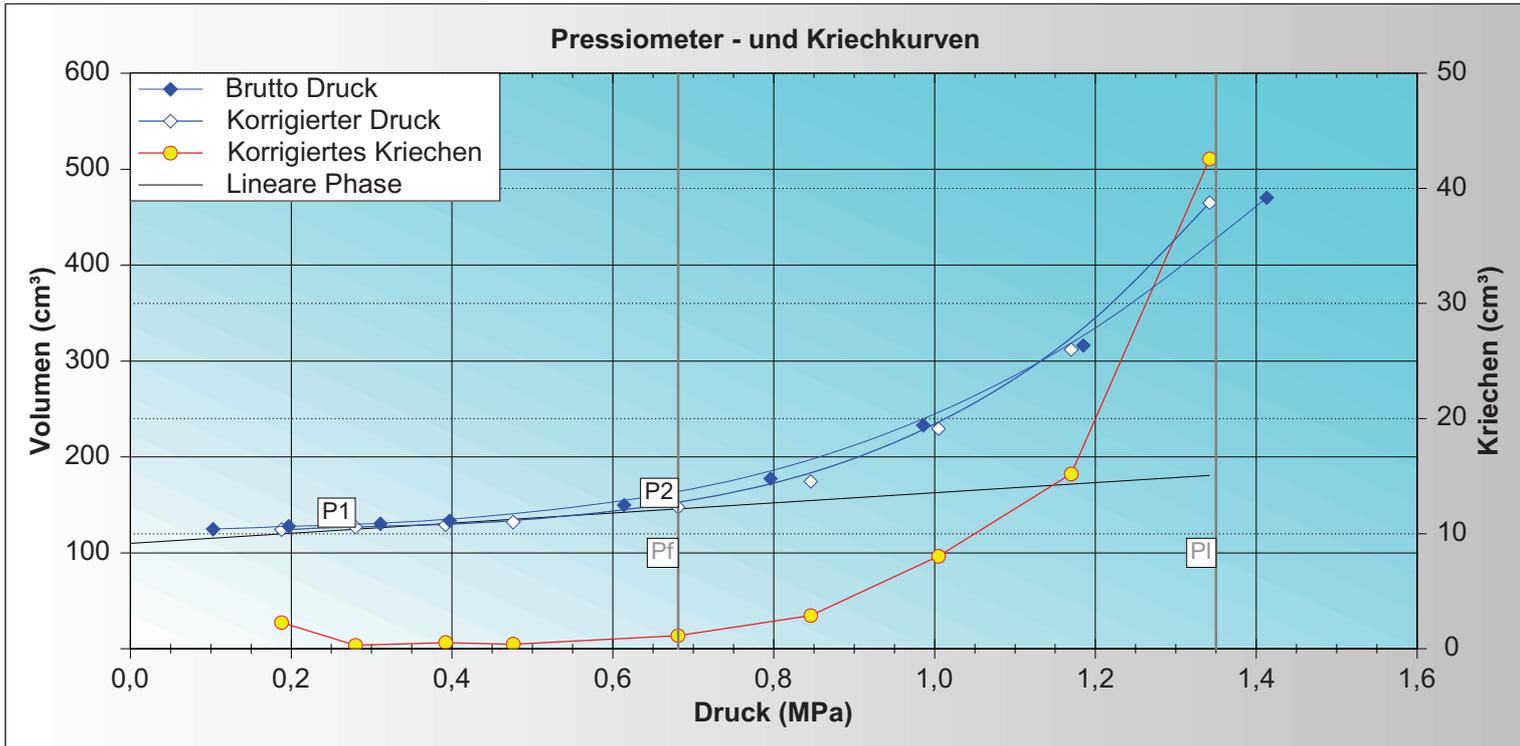
EXPRS 1.46

Em (MPa)	<b>33,324</b>
----------	---------------

Plm (MPa)	<b>1,350</b>
-----------	--------------

Pf (MPa)	<b>0,681</b>
----------	--------------

σ <sub>hs</sub> (MPa)	0,297
P1 (MPa)	0,280
P2 (MPa)	0,681



	P(MPa)	V(15s)	V(30s)	V(60s)	ΔV
1	0,103	110,68	122,41	124,69	2,28
2	0,197	127,12	127,40	127,71	0,31
3	0,311	129,81	129,90	130,44	0,54
4	0,397	132,69	133,11	133,51	0,40
5	0,614	147,52	148,71	149,85	1,14
6	0,796	171,59	174,49	177,38	2,89
7	0,986	216,60	224,91	232,95	8,04
8	1,185	286,70	301,06	316,25	15,19
9	1,413	389,44	427,68	470,24	42,56

	Pc	V30c	V60c	ΔV 60/30	ΔV 60/60	Neigung
1	0,188	122,03	124,31	2,28		
2	0,280	126,68	126,99	0,31	2,68	29,13
3	0,392	128,76	129,30	0,54	2,31	20,63
4	0,476	131,66	132,06	0,40	2,76	32,86
5	0,681	146,47	147,61	1,14	15,55	75,85
6	0,846	171,58	174,47	2,89	26,86	162,79
7	1,005	221,31	229,35	8,04	54,88	345,16
8	1,170	296,73	311,92	15,19	82,57	500,42
9	1,342	422,52	465,08	42,56	153,16	890,47

Druckverlustkalibrierung	BK 1-23 P - 0,00m Kurzes geschlit. Rohr
Volumenverlustkalibrierung	BK 1-23 P - 0,00m Kurzes geschlit. Rohr

Pel (MPa)	0,339
di (cm)	6,30
lc (cm)	21,00

a (cm³/MPa)	3,65
Vc (cm³)	147,72
Vs (cm³)	506,90

Kommentare	



# Regionaltangente West Los 1 EÜ BAB A5 - Widerlager Ost mit 2,0 m Kiespolster

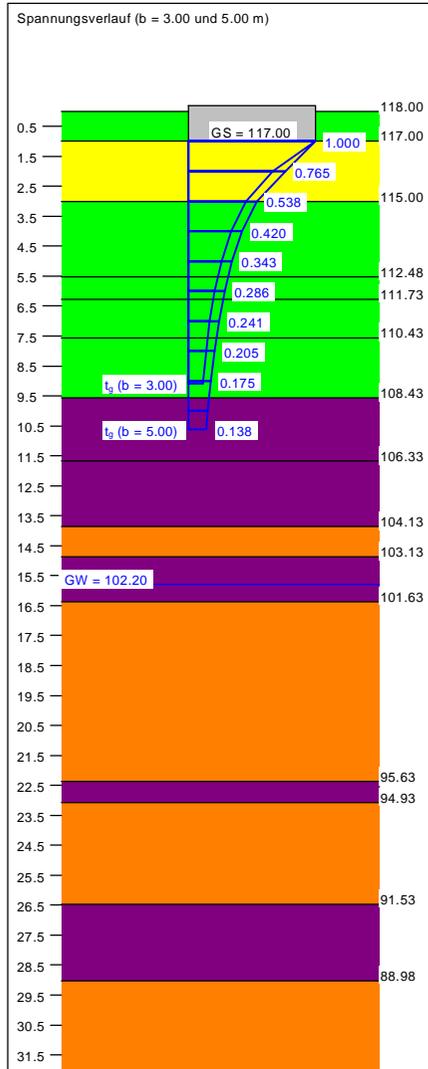
**Berechnungsgrundlagen:**  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 8.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $H/V = 0.1763$   
 Oberkante Gelände = 118.00 m  
 Gründungssohle = 117.00 m  
 Grundwasser = 102.20 m  
 Vorbelastung = 20.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 — Sohldruck  
 — Setzungen



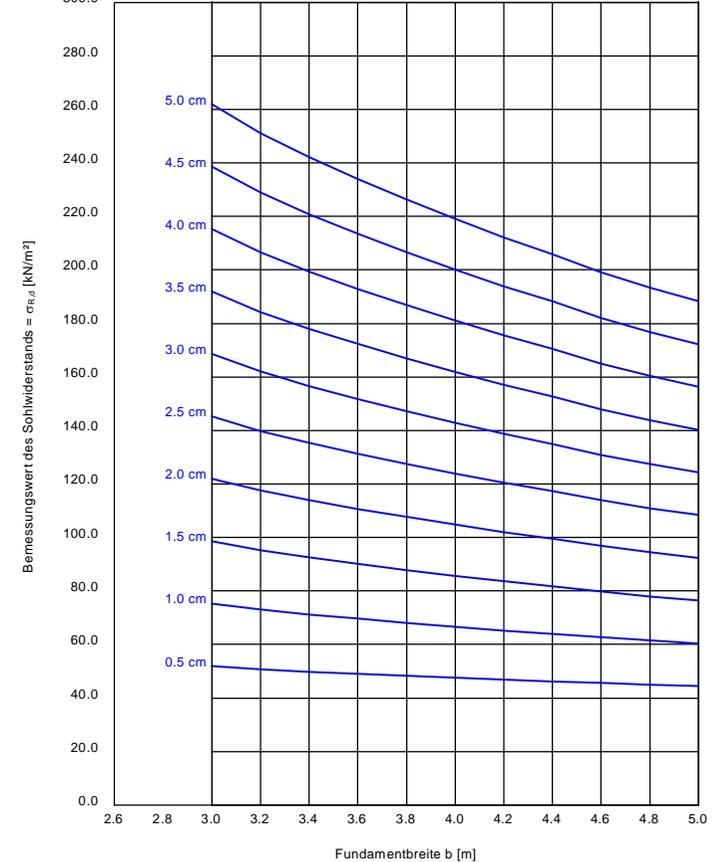
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UK LS [m]
8.00	3.00	474.1	1422.2	332.7	9.54 *	30.0 **	1.02	19.00	20.00	9.08	4.32
8.00	3.20	470.7	1506.4	330.4	9.93 *	29.7 **	1.08	19.00	20.00	9.26	4.51
8.00	3.40	463.5	1575.8	325.2	10.18 *	29.3 **	1.12	19.00	20.00	9.39	4.67
8.00	3.60	457.4	1646.7	321.0	10.43 *	29.0 **	1.15	19.00	20.00	9.52	4.84
8.00	3.80	452.3	1718.8	317.4	10.71 *	28.7 **	1.19	19.00	20.00	9.65	5.00
8.00	4.00	448.0	1792.1	314.4	11.00 *	28.4 **	1.22	19.00	20.00	9.77	5.17
8.00	4.20	446.6	1875.8	313.4	11.38 *	28.2 **	1.25	19.00	20.00	9.92	5.34
8.00	4.40	445.6	1960.8	312.7	11.75 *	28.0 **	1.28	19.00	20.00	10.06	5.51
8.00	4.60	452.1	2079.7	317.3	12.41 *	27.8 **	1.72	19.01	20.00	10.27	5.68
8.00	4.80	457.1	2194.1	320.8	13.00 *	27.7 **	1.93	19.02	20.00	10.46	5.85
8.00	5.00	459.2	2295.8	322.2	13.48 *	27.6 **	2.07	19.03	20.00	10.62	6.02

\* Vorbelastung = 20.0 kN/m<sup>2</sup>  
 \*\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{0,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,k} / 1.99$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Baugrundprofil BK 1-22

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	$\kappa$ [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	25.0	5.0	6.0	0.00	1.000	Schicht 4.3
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	1.000	Kiespolster
	19.0	9.0	25.0	2.0	4.0	0.00	1.000	Schicht 4.2
	20.0	10.0	25.0	5.0	6.0	0.00	1.000	Schicht 4.3
	21.0	11.0	25.0	15.0	15.0	0.00	1.000	Schicht 4.4
	20.0	10.0	25.0	5.0	6.0	0.00	1.000	Schicht 4.3
	19.0	9.0	25.0	2.0	4.0	0.00	1.000	Schicht 4.2
	21.0	11.0	25.0	15.0	15.0	0.00	1.000	Schicht 4.4
	20.0	10.5	36.5	0.0	50.0	0.00	1.000	Schicht 2.3
	20.0	10.5	25.0	5.0	6.0	0.00	1.000	Schicht 4.3
	20.0	10.5	36.5	0.0	50.0	0.00	1.000	Schicht 2.3
	21.0	11.0	25.0	15.0	15.0	0.00	1.000	Schicht 4.4
	21.0	11.0	25.0	15.0	15.0	0.00	1.000	Schicht 4.4
	20.0	10.5	36.5	0.0	50.0	0.00	1.000	Schicht 2.3
	21.0	11.0	25.0	15.0	15.0	0.00	1.000	Schicht 4.4
	20.0	10.5	36.5	0.0	50.0	0.00	1.000	Schicht 2.3



# Regionaltangente West Los 1

## EÜ BAB A5 - WL Ost

### Bohrpfahl D = 1,2 m

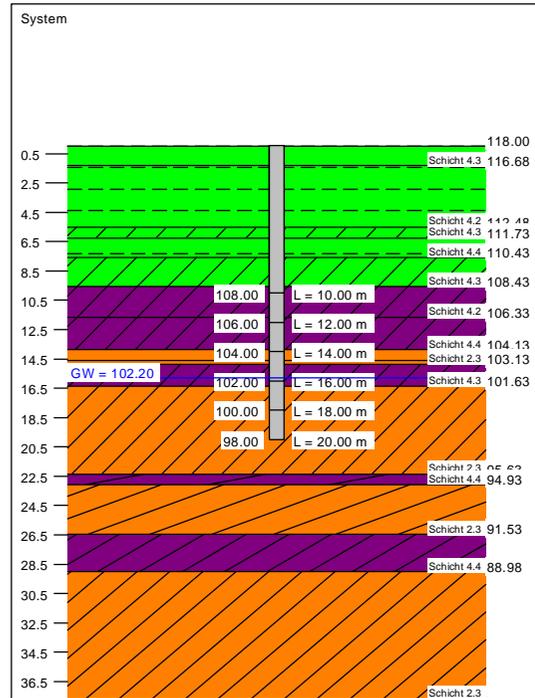


### Baugrundprofil BK 1-22

Boden	q <sub>b,k02</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k03</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s,k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
■	0,350	0,450	0,800	0,040	Schicht 4.3
■	0,000	0,000	0,000	0,025	Schicht 4.2
■	0,350	0,450	0,800	0,040	Schicht 4.3
■	0,750	0,900	1,500	0,065	Schicht 4.4
■	0,350	0,450	0,800	0,040	Schicht 4.3
■	0,000	0,000	0,000	0,025	Schicht 4.2
■	0,750	0,900	1,500	0,065	Schicht 4.4
■	1,200	1,500	3,500	0,120	Schicht 2.3
■	0,350	0,450	0,800	0,040	Schicht 4.3
■	1,200	1,500	3,500	0,120	Schicht 2.3
■	0,750	0,900	1,500	0,065	Schicht 4.4
■	1,200	1,500	3,500	0,120	Schicht 2.3
■	0,750	0,900	1,500	0,065	Schicht 4.4
■	1,200	1,500	3,500	0,120	Schicht 2.3

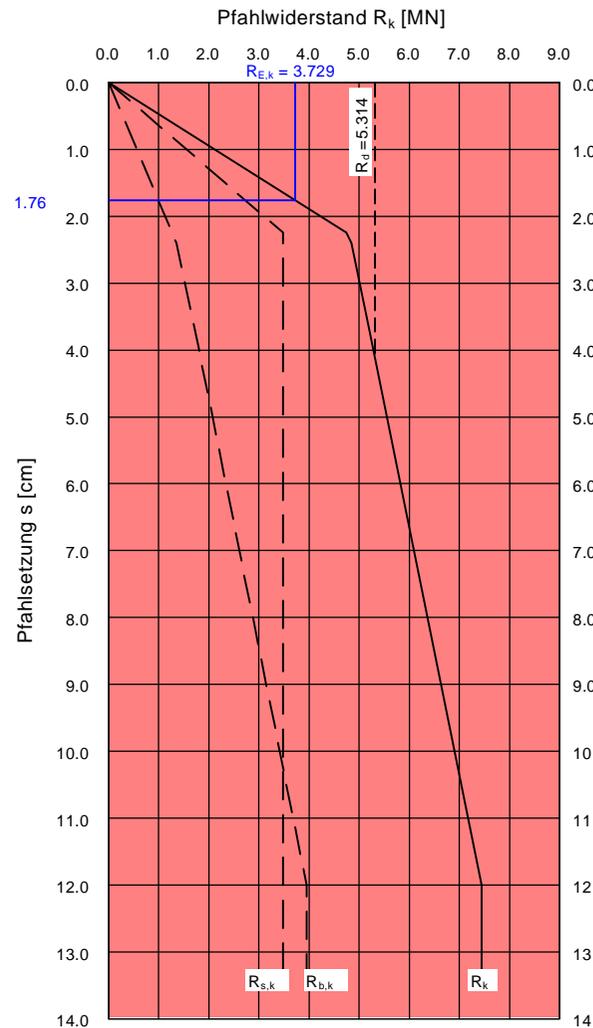
**Berechnungsgrundlagen**  
 Bohrpfahl (DIN 4014)  
 Pfahldurchmesser = 1.200 m  
 Grundwasser = 15.80 m  
 $\gamma_P = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

— Zul V  
 - - - - - Setzung  
 Datei: EUE\_BAB\_A5\_WL\_Ost\_DIN.phl



D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	zul V [MN]	s [cm]
1.200	10.00	1.369	0.686	0.686	0.59
1.200	12.00	3.303	1.656	1.656	1.04
1.200	14.00	6.082	3.049	3.049	1.64
1.200	16.00	3.593	1.801	1.801	1.11
1.200	18.00	7.440	3.729	3.729	1.76
1.200	20.00	8.344	4.183	4.183	1.91

zul V = R<sub>E,k</sub> / (γ<sub>P</sub> · γ<sub>(G,Q)</sub>) = R<sub>k</sub> / (1.400 · 1.425) = R<sub>k</sub> / 1.99 [γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425]



Widerstandssetzungslinie für Pfahlänge = 18.00 m

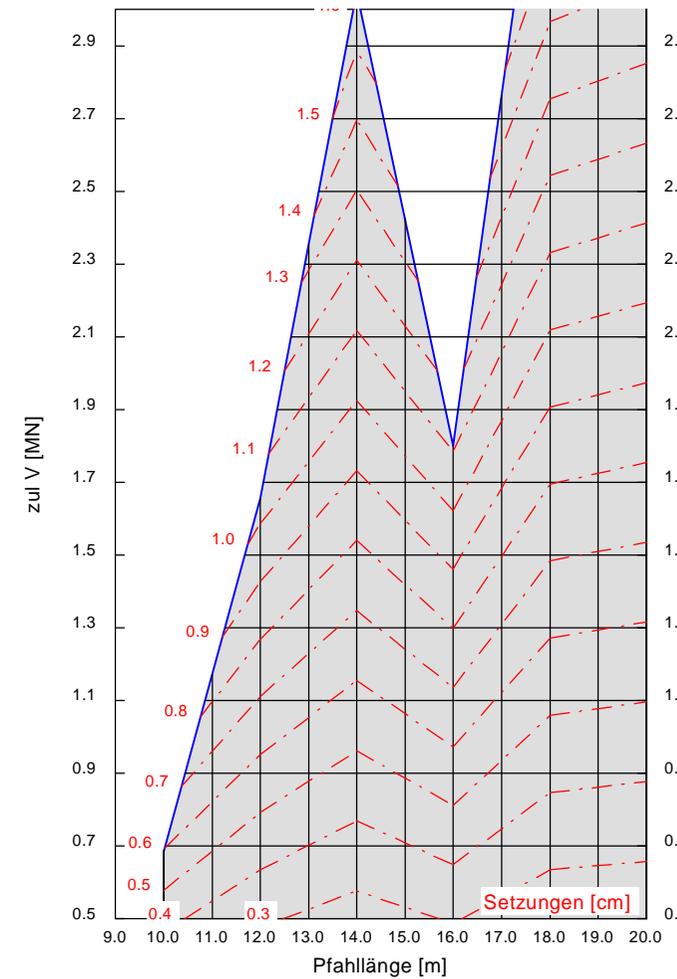




Bild 1. EÜ BAB A5, Blick von Ost nach West



Bild 2. EÜ BAB A5, Widerlagerseite Ost, Bohrpunkt BK 1-22



Bild 3. EÜ BAB A5, Widerlagerseite West



Bild 4. EÜ BAB A5, Bohrpunkt BK 1-25 auf BAB A5

**Bohrkernaufnahmen**

**BK 1-22 – 00 m bis 08 m**



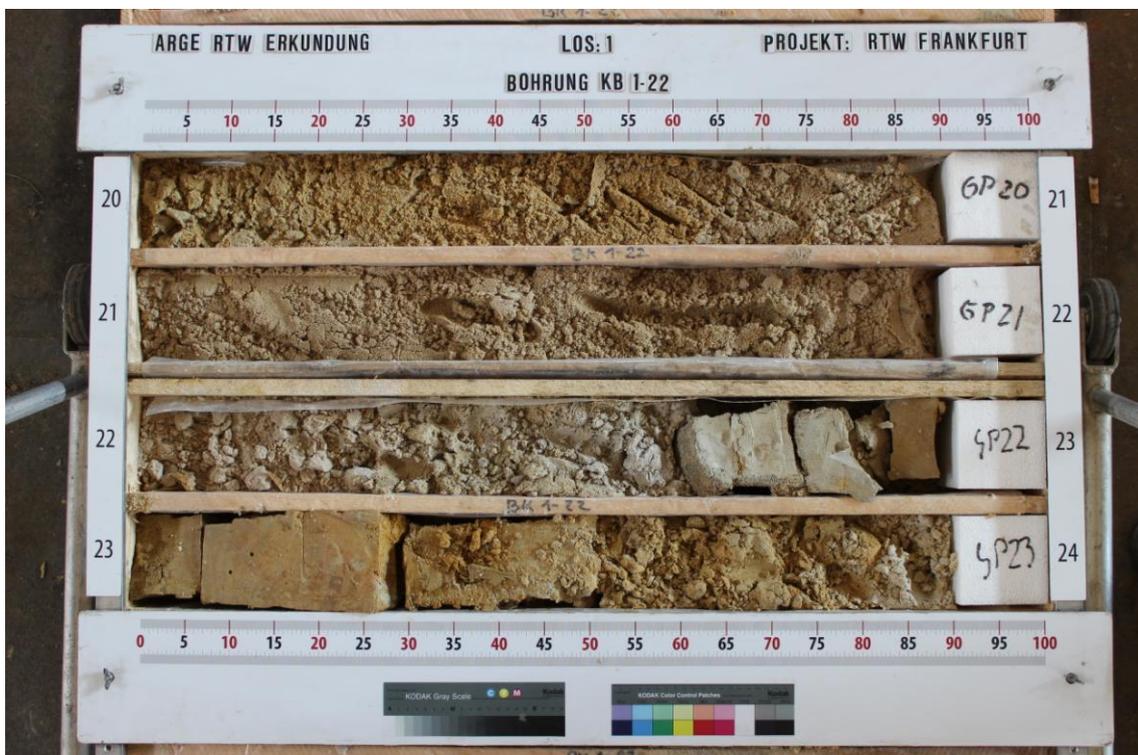
**Bohrkernaufnahmen**

**BK 1-22 – 08 m bis 16 m**



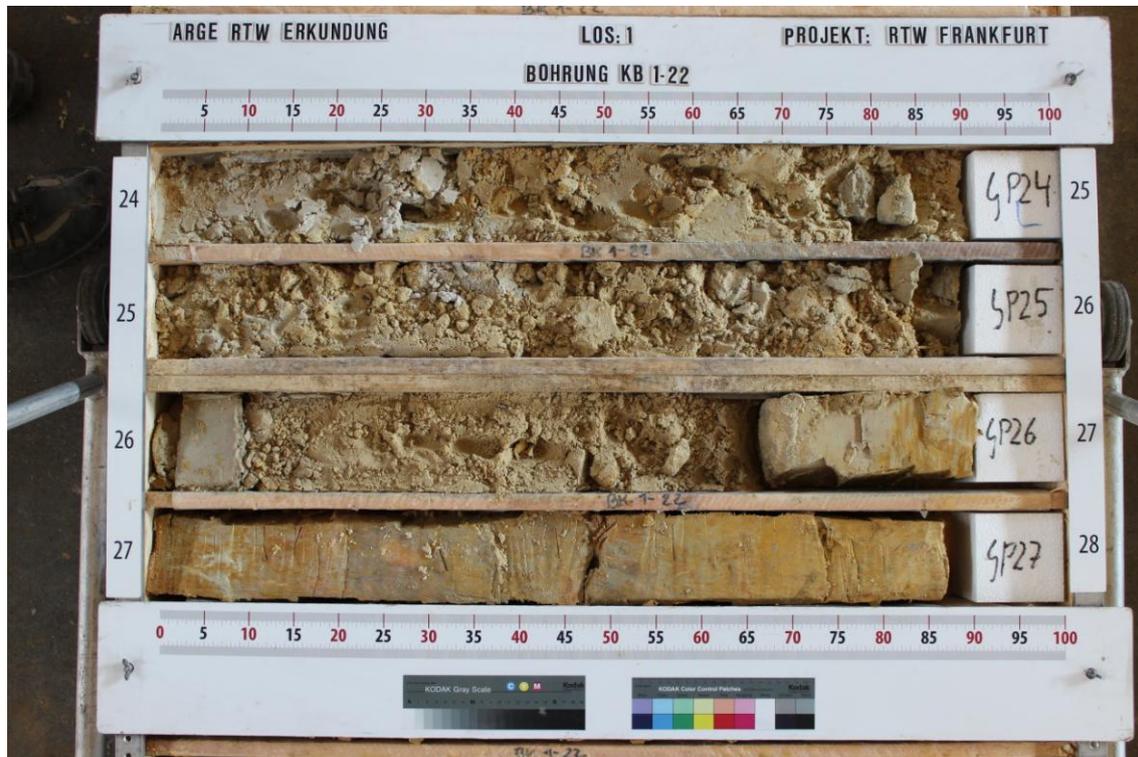
**BK 1-22 – 16 m bis 24 m**

**Bohrkernaufnahmen**



**Bohrkernaufnahmen**

**BK 1-22 – 24 m bis 30 m**



**Bohrkernaufnahmen**

**KB 1-23 – 00 m bis 08 m**



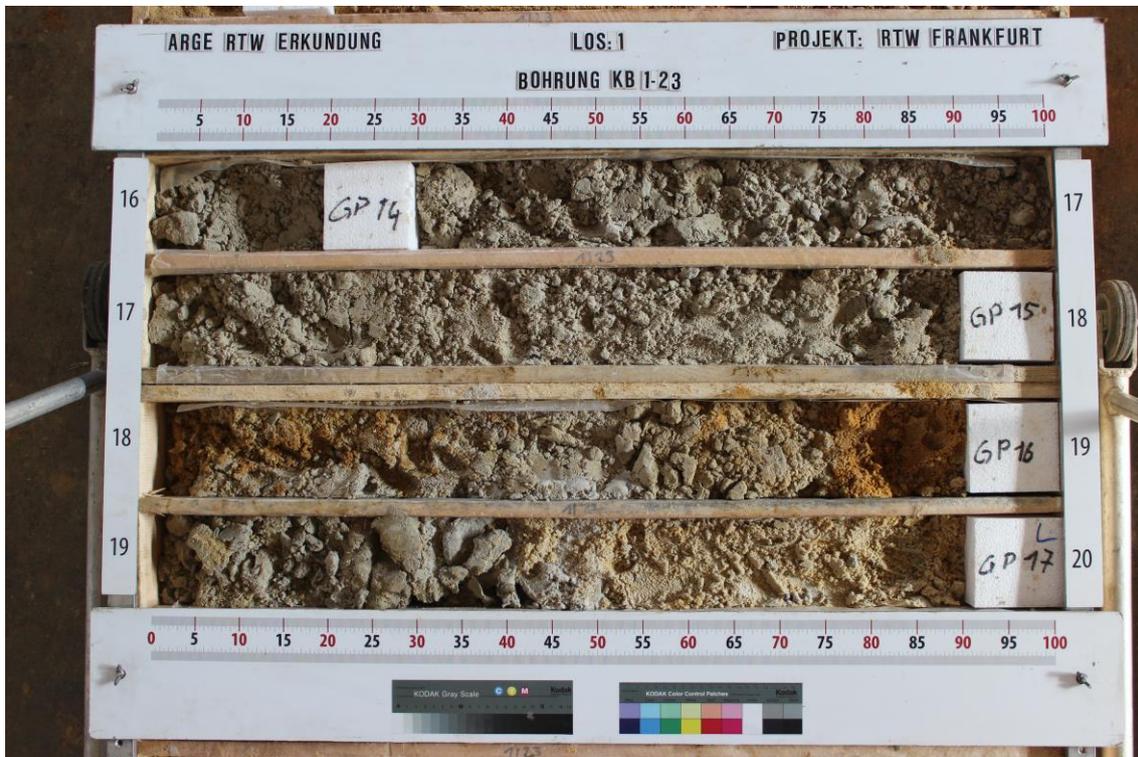
Bohrkernaufnahmen

KB 1-23 – 08 m bis 16 m



Bohrkernaufnahmen

KB 1-23 – 16 m bis 24 m



**Bohrkernaufnahmen**

**KB 1-23 – 24 m bis 28 m**



**Bohrkernaufnahmen**

**KB 1-24 – 00 m bis 08 m**



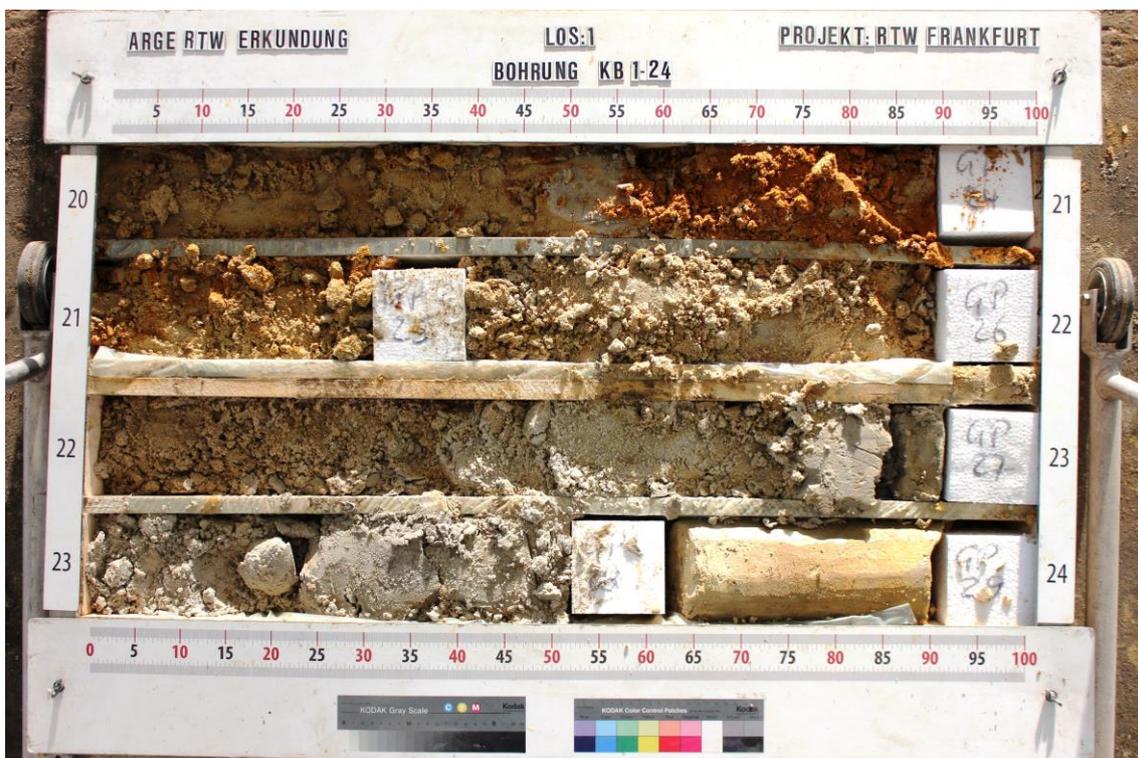
**Bohrkernaufnahmen**

**KB 1-24 – 08 m bis 16 m**



**Bohrkernaufnahmen**

**KB 1-24 – 16 m bis 24 m**



**Bohrkernaufnahmen**

**KB 1-24 – 24 m bis 30 m**



**Bohrkernaufnahmen**

**KB 1-25 – 00 m bis 08 m**



**Bohrkernaufnahmen**

**KB 1-25 – 08 m bis 16 m**



**Bohrkernaufnahmen**

**KB 1-25 – 16 m bis 24 m**



**Bohrkernaufnahmen**

**KB 1-25 – 24 m bis 30 m**

