

ELEKTRIFIZIERUNG DER TAUNUSBAHN



UNTERLAGE 26.1: GEOTECHNISCHER BERICHT

Auftraggeber:



Verkehrsverband Hochtaunus (VHT)

Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe

Bad Homburg, den 05.11.2020

gez. Denfeld

Auftragnehmer:

PG ELEKTRIFIZIERUNG
TAUNUSBAHN

c/o Schüßler-Plan
Ingenieurgesellschaft mbH
Lindleystraße 11
60314 Frankfurt

Frankfurt, den 04.11.2020

gez. Keck

Bearbeiter:

PG ELEKTRIFIZIERUNG
TAUNUSBAHN

c/o Schüßler-Plan
Ingenieurgesellschaft mbH
Lindleystraße 11
60314 Frankfurt

Frankfurt, den 04.11.2020

gez. i.A. Hippenstiel

Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben: Elektrifizierung der Taunusbahn
Um- und Neubau Bf. Usingen
Um- und Neubau Streckenabschnitt Wehrheim nach Saalburg
mit Verknüpfung an das Bestandsnetz
Zweigleisiger Ausbau zwischen Saalburg und Wehrheim
ca. km 7,0+61 bis ca. km 9,1+70

Leistungsphase: Vorplanung

Auftraggeber: Verkehrsverband Hochtaunus (VHT)
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v.d. Höhe

Projektnummer DB E&C: P-F000803


Bearbeiter: Dipl.-Geol. Bohné
Dipl.-Ing. M.Sc. Ehrhardt

Dieser geotechnische Bericht umfasst 41 Seiten und 7 Anlagen und darf auszugsweise nicht veröffentlicht werden.

Frankfurt, 12.07.2019

 Bohné, Stefanie
2020.02.24
16:11:51 +01'00'

.....
Dipl.-Geol. Stefanie Bohné

 Digital unterschrieben von
Ehrhardt, Anna
Datum: 2020.02.24 15:49:12
+01'00'

.....
Dipl.-Ing. M.Sc. Anna Ehrhardt

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Einleitung	5
1.1	Unterlagen	5
1.2	Vorgang / Aufgabenstellung	6
1.3	Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen	7
1.4	Kampfmittelbelastung	8
2	Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	8
2.1	Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	8
2.2	Geologische Situation	8
2.3	Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau	9
2.4	Hydrologische Verhältnisse	12
2.5	Wasserschutzgebiete	12
2.7	Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Bodens	13
2.8	Erdbebenwirkung	14
2.9	Baugrundmodell	15
2.10	Bodenrechenwerte	16
2.11	Rammfähigkeit des Untergrundes	17
2.12	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	17
3	Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen	18
3.1	Einteilung in Teilabschnitte	18
3.2	Bahnhof Usingen	20
3.2.1	Flachgründung der Bahnsteigkanten	20
3.2.2	Hinterfüllung der Bahnsteigkanten	22
3.2.3	Oberflächenbefestigung Bahnsteig	23
3.2.4	Personenüberführung	25
3.2.5	Rampe	26
3.4	Grenzzustände der Tragfähigkeit / Verformungen	28
3.4.1	Überschlägige Berechnung Dammbereiche	29
3.4.2	Empfehlung	30
3.5	Tragschichtsystem	30
3.5.1	Angaben zum Oberbau	30
3.5.2	Regelanforderungen an das Tragschichtsystem	31
3.5.3	Bemessung des Tragschichtsystems	32
3.5.4	Materialanforderungen an die Tragschicht	37
3.6	Baugrubensicherung	37

3.7	Wasserhaltung	38
3.8	Bautechnische Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	39
3.9	Einfluss der Baumaßnahme auf angrenzende Bebauung / Gleisanlagen	39
4	Zusammenfassung / Schlussbemerkungen	40

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Abkürzungsverzeichnis	1 Blatt
Anlage 2	Lage- und Aufschlussplan	4 Blatt
Anlage 3	Bohrprofile, Sondierdiagramme	
Anlage 3.1	Bohr- und Sondierprofile Strecke	5 Blatt
Anlage 3.2	Bohr- und Sondierprofile Bf. Usingen	2 Blatt
Anlage 3.3	Querprofile	2 Blatt
Anlage 4	Bodenmechanische Laborergebnisse	
Anlage 4.1	Zusammenstellung der Laborergebnisse – Gesamt	4 Blatt
Anlage 4.2	Laborergebnisse	
Anlage 4.2.1	Ergebnisse Elektrifizierung Taunusbahn	54 Blatt
Anlage 4.2.2	Ergebnisse Bf. Usingen	9 Blatt
Anlage 4.3	Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Bodens	
Anlage 4.3.1	Betonaggressivität	8 Blatt
Anlage 4.3.2	Stahlkorrosivität	32 Blatt
Anlage 5	Setzungsberechnungen	9 Blatt
Anlage 6	Fotodokumentation	
Anlage 6.1	Fotodokumentation Strecke	68 Blatt
Anlage 6.2	Fotodokumentation Bf. Usingen	12 Blatt
Anlage 7	Kampfmittelauskunft und Freimessungsbescheid	4 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/ Architekten-/Ingenieurvertrag über Planungsleistungen für das Projekt Elektrifizierung Taunusbahn, zwischen Verkehrsverband Hochtaunus (VHT) und der Bietergemeinschaft GP (Schüßler-Plan/ DB E&C), Oktober 2010.
- /U 2/ Erläuterungsbericht zur Vorplanung, Intraplan Consult GmbH/ Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, März 2018.
- /U 3/ Lagepläne mit Trassierung, Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Maßstab 1:500, April 2019.
- /U 4/ Vorplanung zur NKU, Verlängerung S5 nach Usingen, Bf. Usingen: Neubau Bahnsteig/Fußgängerüberführung, Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Maßstab 1:200, November 2016.
- /U 5/ Regierungspräsidium Darmstadt, Kampfmittelbelastung und -räumung, Friedrichsdorf, Strecke Taunusbahn zwischen den Bahnhöfen Friedrichsdorf und Brandoberndorf. 23.01.2019.
- /U 6/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der DB Engineering & Consulting GmbH, April 2019.
- /U 7/ Laborergebnisse Fa. FEBOLAB, April 2019.
- /U 8/ Laborergebnisse der DB Engineering & Consulting GmbH, April/Mai 2019.
- /U 9/ Ril 836 Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, 6. Aktualisierung, 01.12.2018.
- /U 10/ EA-Pfähle Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 2. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Ausgabe 2012.
- /U 11/ EAB - Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 5. Auflage Ausgabe 2012; Verlag Ernst & Sohn.
- /U 12/ EAU 2012 Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“, Häfen und Wasserstraßen; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 11. Auflage; Verlag Ernst & Sohn, Ausgabe 2012.
- /U 13/ ZTVE-StB 17 Zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017.
- /U 14/ Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, Ausgabe 2005.
- /U 15/ Geologische Karte von Hessen, Blatt 5717 Bad Homburg mit Erläuterungen, 1:25.000, 2. Auflage, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1972.
- /U 16/ Schutzgebietsinformationen gemäß der Hessischen Wasserrahmenrichtlinie des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: <http://wrrl.hessen.de>.
- /U 17/ Geoportal Hessen des Hessischen Landesamtes für Bodenmanagement und Geoinformation: <http://www.geoportal.hessen.de/>
- /U 18/ GFZ Potsdam: http://www.gfz-potsdam.de/DIN4149_Erdbebenzonenabfrage

- /U 19/ Programm „GGU-Footing“, Berechnung von Fundamenten nach DIN 4017, DIN 4019, DIN 1054 und EC 7, Version 9.02, 15.03.19, Copyright + Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.
- /U 20/ Programm „GGU-Stability“, Böschungsbruch nach DIN 4084 und EC 7, Version 13.01, 03.06.19, Copyright + Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.
- /U 21/ Grundbau-Taschenbuch, Teil 1-3, 7. Auflage, Karl Josef Witt, Verlag Ernst&Sohn, 2009.
- /U 22/ H.-G. Kempfert, P. Becker, Zum Stand der vertikalen Tragfähigkeit von Spundwandprofilen aus Erfahrungswerten, Geotechnik 31 (2008) Nr. 1, S. 35-40.
- /U 23/ H. J. Priebe, Die Bemessung von Rüttelstopfverdichtungen, Bautechnik 72, (1995), Heft 3, S. 183-191.
- /U 24/ RSTO – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012.
- /U 25/ VOB/C 2016 – Ergänzungsband 2016, Beuth, 2016.

1.2 Vorgang / Aufgabenstellung

Im Rahmen des Projektes „Elektrifizierung der Taunusbahn“ sind umfangreiche Baumaßnahmen erforderlich. Unter anderem ist der zweigleisige Ausbau sowie die Anpassung von Bestandsstrecken im Abschnitt Saalburg – Wehrheim vorgesehen.

Der umzubauende Streckenabschnitt führt in nordwestlicher Richtung nach Wehrheim und beginnt am Bahnhof Saalburg. Hier erfolgt die Anbindung der Strecke an die Bestandsgleise mit der Kilometrierung km 7,0+61 bis ca. km 9,1+70. Im Bereich des Haltepunktes Wehrheim ist ebenfalls die Verknüpfung mit dem Bestandsnetz geplant.

Im Bereich des Projektfeldes liegen die folgenden Bauwerke:

- Brückenbauwerk bei km 8,8
- Bahnübergang Kastellstraße (Wehrheim) km 9,1

Die im Bereich der Brückenbauwerke notwendigen Untersuchungen bzgl. Absenkung der Gleise werden in einem gesonderten Gutachten, bzw. Datenblättern dargestellt.

Die Taunusbahn-Strecke folgt, in Richtung Frankfurt, ab der Haltestelle „Köppen Bahnhof“ in etwa dem Verlauf der BAB A5 und kreuzt die BAB A 661 an der Abfahrt Oberursel. Ab dem Nordwestkreuz verläuft die Strecke östlich nach Bockenheim und erreicht über die Frankfurter Messe den Frankfurter Hauptbahnhof.

Die PG Elektrifizierung Taunusbahn (DB E&C) wurde mit der geotechnischen Untersuchung beauftragt. Ziel ist die Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse und die Erstellung eines geotechnischen Berichtes mit Bewertung des Baugrundes im Hinblick auf die

Gründung des Verkehrsweges mit Einbau einer Tragschicht sowie die Gründung der Bahnsteige für den Bahnhof Usingen.

Die Anzahl der Aufschlüsse wurde in Anlehnung an die Empfehlungen der DIN EN 1997/EC 07 unter Einbeziehung der örtlichen Verhältnisse, der Bestandsunterlagen und von Erfahrungen mit vergleichbaren Projekten festgelegt. Ergeben sich im Rahmen der Entwurfsplanung und den ausstehenden Abstimmungen mit der VHT Umplanungen, sind ggf. Nacherkundungen erforderlich.

Die Ingenieurbauwerke (Stützwände, Umbau EÜ km 8,8) werden in separaten geotechnischen Datenblättern behandelt. **Umweltanalytische Untersuchungen** der erkundeten Böden waren **nicht Bestandteil** unserer Beauftragung.

1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen

Die Bohransatzpunkte wurden auf Streckenbegängen von der Bohrüberwachung der DB E&C festgelegt. Die Bohransatzpunkte wurden in Abhängigkeit des Geländes, der Geräte und der vorhandenen Kabel- und Leitungssituation markiert/ ausgepflockt.

Die Baugrunderkundungen wurden zwischen dem 18.03. und 28.03.2019 durch die DB Engineering & Consulting GmbH ausgeführt.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse und Entnahme von gestörten Proben wurden Kleinrammbohrungen (KRB) und schwere Rammsondierungen (DPH) ausgeführt. Die Erkundungstiefen für die Erdbauwerke lagen bei 6 m, mit Abständen von ca. 70 m für Linienbauwerke.

An allen Ansatzpunkten wurde ein Handschurf bis in eine Tiefe von 1,2 m unter GOK zur Feststellung der Leitungsfreiheit angelegt (siehe Bohr- und Sondierprofile).

Eine Übersicht über die durchgeführten Aufschlüsse ist als Anlage 2 (Lagepläne) und Anlage 3 (Profilschnitte) beigelegt. Die Einmessung der Bohransatzpunkte erfolgte zunächst auf die Schienenoberkante (SO).

Die Entnahme von Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei Schichtenwechsel. Die entnommenen Bodenproben wurden durch den Bearbeiter spezifiziert. Die einzelnen, auf den Bohrmeisterangaben und der Handspezifikation basierenden, Schichtenverzeichnissen können bei Bedarf im Archiv der DB Engineering & Consulting GmbH eingesehen werden. Zur genaueren Einordnung der Bodenarten in Bodengruppen sind ausgewählte Bodenproben bodenphysikalischen Untersuchungen zugeführt worden.

Im Einzelnen wurden folgende Laborversuche ausgeführt:

- 47 x Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123,
- 39 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122,
- 41 x Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1,
- 8 x Bestimmung Betonaggressivität/Stahlkorrosivität nach DIN 4030 und DIN 50929.

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

1.4 Kampfmittelbelastung

Für die geplante Trassierung zum zweigleisigen Ausbau der Strecke Saalburg – Wehrheim wurde eine Abfrage bezüglich Kampfmittelverdachtsflächen beim Regierungspräsidium Darmstadt durchgeführt. Gemäß der Stellungnahme des RP Darmstadt ist nur in bestimmten Bereichen mit Kampfmittelbelastungen zu rechnen. Der Streckenabschnitt zwischen km 7,06 und km 9,17 (Beauftragter Untersuchungsbereich) ist vom Kampfmittelverdacht nicht betroffen.

Die Auswertung der Luftbilder durch das RP Darmstadt /U 5/ hat im Untersuchungsgebiet einen Kampfmittelverdacht für den Bereich Bf. Usingen ergeben. Alle Ansatzpunkte in diesem Bereich wurden mittels Georadar auf Kampfmittel durch die Fa. Geolog Fuß/Hepp GdB R freigemessen und ebenfalls bis in 1,2 m Tiefe vorgeschachtet. Der Untersuchungsbericht zur Freimessung der Ansatzpunkte befindet sich in Anlage 7.

Wir weisen an dieser Stelle darauf hin, dass die Kampfmitteluntersuchung nur der Freimessung der Ansatzpunkte diene. Eine Verwendung für Bauzwecke ist nicht zulässig.

2 Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Der Streckenabschnitt für den zweigleisigen Ausbau verläuft durch die Gemeinde und Gemarkung Wehrheim. Die Strecke ist derzeit eingleisig und nicht elektrifiziert. Die Gleislage wechselt zwischen Anschnitt und Dammlage (Dammhöhe ca. 2 - 4 m) (siehe Anlage 6/ Fotodokumentation).

2.2 Geologische Situation

Der Taunus gehört zur großen Einheit des Rheinischen Schiefergebirges. Er liegt zwischen Lahn, Rhein und Main und reicht im Osten bis etwa Wetzlar und Bad Nauheim. I.d.R. wird der Taunus geologisch von Süden nach Norden gegliedert und in die Einheiten Vordertaunus (Nördliche Phyllitzone oder Metamorphe Südrandzone), Taunuskamm (Hoher Taunus) und Hintertaunus unterteilt.

Global gesehen wurden die Schichten des Taunus im Zuge der variszischen Orogenese (Paläozoikum) geschiefert, verschuppt und in Südwest/Nordost streichende Sättel und Mulden gefaltet. Verbreitet wurden die Gesteinsserien nach Nordwesten auf jüngere Schichten überschoben. An der Taunuskamm-Überschiebung ist der südliche Taunus in seiner ganzen Länge deckenartig auf Gesteine des jüngeren Unterdevons überschoben worden. Zusätzlich zur Deformation der Schichten sind diese im Vordertaunus deutlich metamorph. Der Grad der metamorphen Überprägung nimmt nach Norden deutlich ab.

Während nachfolgenden Hebungsphasen zwischen dem späten Jura und dem Tertiär wurden Querbrüche senkrecht zum Streichen angelegt. Auf diese Weise teilt der Grabenbruch der Idsteiner Senke den Hintertaunus in einen östlichen (Lage Projektgebiet) und westlichen Teil. Einige der Brüche sind heute mit Quarz gefüllt (z.B. Eschbacher Klippen (Usingen)).

Der **Hintertaunus** bildet flächenmäßig die größte Einheit des Taunus. Im Wesentlichen sind hier schwarzen Gesteinsserien (z.B. Ems-Stufe, Sandsteinen sowie Silt- und Tonsteinen) anzutreffen. Jüngere Gesteine sind in kleinen Vorkommen bei Usingen und ganz am Ostrand des Hintertaunus aufgeschlossen. Die Geologie des Hintertaunus ist aufgrund der oft eintönigen sandigen und schiefrigen Gesteine, die nur wenige durchgängige Leithorizonte ausbilden, oft nicht klar zu unterscheiden.

Die devonischen Festgesteinsschichten werden flächig durch Gehängelehm, Löss und Lößlehm (Pleistozän) überlagert. Ab etwa einer Höhe von 300 m ü NHN wurden diese quartären Böden bereits erodiert. Oft ist dann der Löss umgelagert und mit Verwitterungsprodukten des devonischen Grundgebirges vermischt.

Im oberflächennahen Bereich ist infolge der bestehenden Bebauung mit anthropogenen Auffüllungen zu rechnen. Durch den Einbau von zumeist lokal vorkommenden Böden (vermischt mit Ziegelbruch, Betonbruch o.ä.) 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 folgender verallgemeinerter Schichtenaufbau:

1. Oberboden
2. Auffüllungen (Sande/Kiese, Schluffe/ Tone, Schotter)
3. Kiese, Sande
4. Tone, Schluffe

5. Ton-/Schluffsteinersatz/Verwitterungszone

Oberboden

Vielfach wurden mit den Erkundungen humose Deckschichten (Oberboden, Mutterboden) angetroffen. Diese werden aufgrund der untergeordneten geotechnischen Bedeutung im Weiteren nicht betrachtet.

Auffüllungen

Aufgrund der Nähe zum Gleisbereich wurde in einer Vielzahl von Erkundungsbohrungen eine Schotterüberdeckung erkundet.

Bei fast allen Aufschlüssen wurden unter dem Mutterboden bzw. ab Geländeoberkante Auffüllungen angetroffen. Die Auffüllungen setzen sich aus leicht- bis mittelplastischen sandigen/ kiesigen Tonen und Schluffen der Bodengruppen [TM, UL, TL, UL/TL, SU*-UL] zusammen. Die Konsistenz ist als weich bis steif zu bewerten. Lokal wurden aufgefüllte, locker gelagerte schwach schluffige bis schluffige Sande, lokal Kiese [SI, SU, SU* und GI] angetroffen. Durch den Einbau von zumeist lokal vorkommenden Böden ist dabei eine zweifelsfreie Unterscheidung zwischen aufgefülltem und gewachsenem Boden nicht immer möglich. Oft sind mineralische Nebenanteile nur sehr untergeordnet zu ermitteln. Es wurde vielfach das Ergebnis der Sondierung mit der schweren Rammsonde (DPH; Ermittelte Lagerungsdichte) herangezogen.

Anstehende Böden

Unterhalb der Auffüllungen, bzw. ab GOK wurde eine Abfolge von bindigen und nichtbindigen Lockergesteinen angetroffen.

Das sind überwiegend Lösslehme und lehmige Abschwemmmassen in Form von leicht- bis mittelplastischen, schwach feinsandigen bis feinsandigen Schluffen und Tonen. Die Unterkante dieser Schichten reicht bis in unterschiedliche Tiefen u GOK und geht sukzessive in die unterlagernde Verwitterungszone über. Die Schluffe und Tone können den Bodengruppen UL, UL-SU*, TL-UL, TL, TL-TM, TM, TL-GT* zugeordnet werden. Die Konsistenz variiert, je nach Anteil der Gesteinsbruchstücke aus dem unterlagernden Verwitterungshorizont/Festgestein, zwischen weich und halbfest. Die Tone und Schluffe sind mit fein- und mittelsandigen Anteilen durchsetzt, lokal auch kiesig.

An der Basis dieser bindigen Böden und als Zwischenlagen wurden Sande und Kiese mit einem hohen Feinkornanteil der Bodengruppen SU*, GU*, GT* und örtlich GU angetroffen. Die Lagerungsdichte wird im Ergebnis der Bohrlochrammsondierungen als locker bis dicht bewertet.

Unter den gemischtkörnigen und bindigen Böden wurde vor allem in Einschnitten verwittertes bis vollständig zersetztes Festgestein (Tonstein) angetroffen.

Festgestein (verwittert/zersetzt)

In den oberen Bereichen ist das Festgestein vollständig zersetzt. Diesem Material können bodenspezifische Kennwerte zugewiesen werden. Der körnige Materialverbund ist aufgelöst, Kornfraktionen sind erkennbar (grusig). Zum Teil finden sich mürbe Einlagen, die mit der Hand zerdrückt werden können sowie kleinstückige bis stückige, steinige Partien. Gemäß der Handspezifizierung können im Übergang zwischen Lockergestein/Festgestein den Bodengruppen ST*, GU*-GT*, UL-GU*, UL-ST*, UL-TL, TL, TL-GT*, TL-GU*, TM zugeordnet werden. Gemäß DIN EN ISO 14689-1:2003 (D) wird der erkundete Sandstein/ Tonstein als zersetzt bis stark-vollständig verwittert (V3-V5) eingestuft.

Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad stark ab. In allen Erkundungen, in denen Festgestein angetroffen wurde, stiegen die Schlagzahlen der Rammsonde stark an.

Die erkundeten Baugrundverhältnisse und Schichtenverläufe sind in der Anlage 3 dargestellt. Den erkundeten Böden lassen sich die in Tabelle 3 (Pkt. 2.11 Bodenrechenwerte) enthaltenen Kennwerte (Laboruntersuchung an repräsentativen Einzelproben sowie regionale Erfahrungswerte) zuordnen.

2.4 Hydrologische Verhältnisse

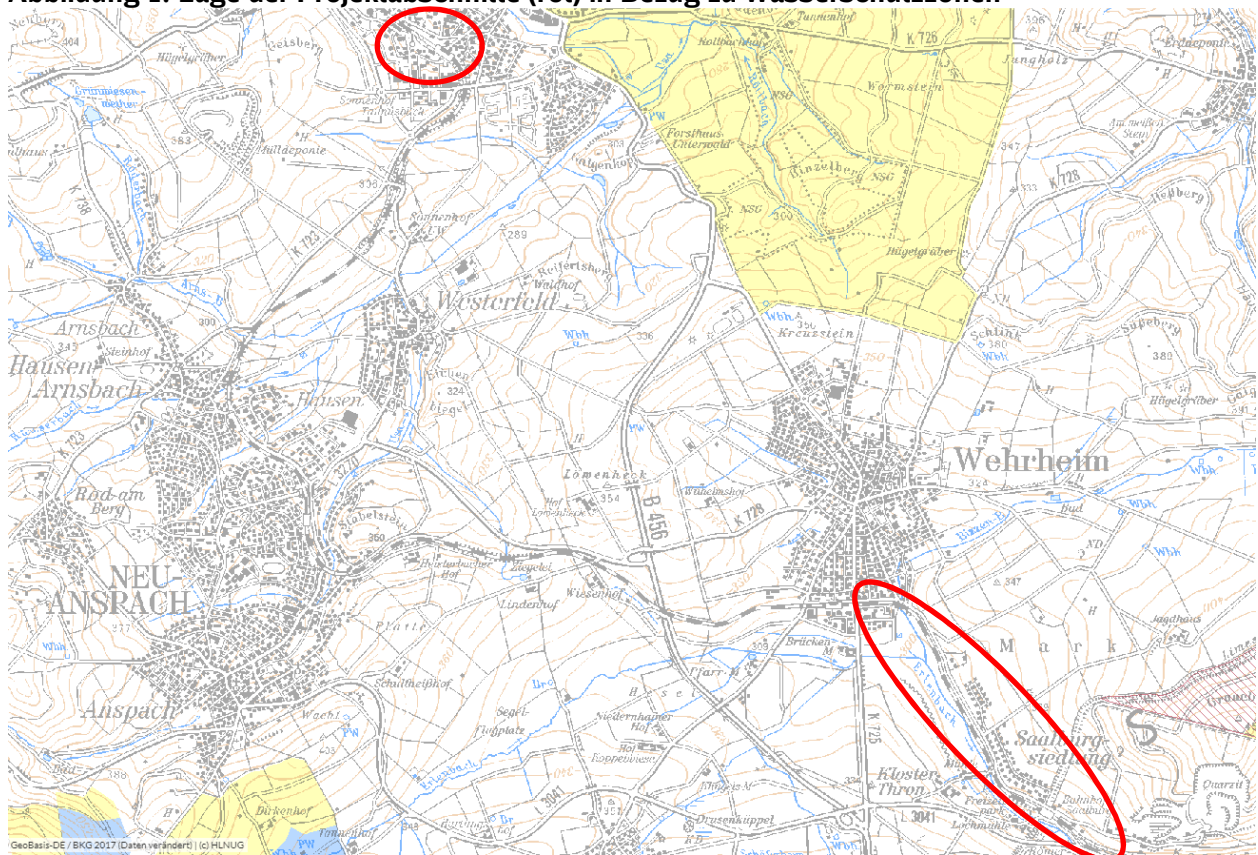
Die Erkundungsarbeiten wurden im März 2019 durchgeführt. In allen Kleinrammbohrungen wurde bei den Erkundungsarbeiten bis zur jeweiligen Endteufe kein Grundwasser angeschnitten. Der Wassergehalt der erkundeten Schichten nimmt mit zunehmender Teufe bis zum Festgestein von schwach feucht bis nass zu. Die anstehenden Bodenschichten weisen geringe bis sehr geringe Durchlässigkeitsbeiwerte auf.

Stauwasser wurde während der aktuellen Untersuchungskampagne in Teufen zwischen 0,35 m u SO und 5,60 m u SO angetroffen. In niederschlagsreichen Zeiten ist mit der Bildung von variierenden Stau- und Schichtwasserhorizonten in unterschiedlichen Tiefen zu rechnen.

2.5 Wasserschutzgebiete

Gemäß Schutzgebietsinformationen der Hessischen Wasserrahmenrichtlinie des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz /U 17/ liegen die betrachteten Streckenabschnitte in keinem Trinkwasserschutzgebiet.

Abbildung 1: Lage der Projektabschnitte (rot) in Bezug zu Wasserschutzzonen



2.7 Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Bodens

Zur Beurteilung der Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Bodens wurden aus verschiedenen Aufschlüssen Bodenproben entnommen und auf beton- und stahlangreifende Inhaltsstoffe untersucht. Die Analysenergebnisse befinden sich in Anlage 4.3.

Betonaggressivität

Die Untersuchung auf Betonaggressivität ergab folgende Ergebnisse:

Tabelle 1: Untersuchung auf Betonaggressivität

Probe	Probenart	Bereich	Beurteilung	Expositions- klasse
MP 1	Boden	Bf. Usingen: KRB 1/2/3/6/8/9	nicht betonangrei- fend	unterhalb XA 1
MP 2	Boden	Bf. Usingen: KRB 7/4/5/10	nicht betonangrei- fend	unterhalb XA 1
MP 3	Boden	STW: KRB 3/5/7	nicht betonangrei- fend	unterhalb XA 1
MP 4	Boden	STW: KRB 4/6/8/10/13/15	nicht betonangrei- fend	unterhalb XA 1
MP 5	Boden	STW: KRB 17/20/23/25/28	nicht betonangrei- fend	unterhalb XA 1
MP 6	Boden	STW: KRB 27/29/31	nicht betonangrei- fend	unterhalb XA 1
MP 7	Boden	2-GI-Ausbau: KRB alle 0 – 3,0 m	nicht betonangrei- fend	unterhalb XA 1
MP 8	Boden	2-GI-Ausbau: KRB alle 3,0 – 6,0 m	nicht betonangrei- fend	unterhalb XA 1

Die untersuchten Bodenproben sind nach DIN 4030 als **nicht betonangreifend** einzustufen. Die Zuordnungswerte liegen **unterhalb der Expositions-klasse XA1 bzw. in der Expositions-klasse XA1** gemäß DIN EN 206-1.

Stahlkorrosivität

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

Tabelle 2: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

Probe	Bereich	Freie Korrosion	Mulden- u. Loch- korrosion	Flächenkor- rosion
MP1	Bf. Usingen: KRB 1/2/3/6/8/9	I a – praktisch nicht aggressiv	gering	sehr gering
MP2	Bf. Usingen: KRB 7/4/5/10	I a – praktisch nicht aggressiv	gering	sehr gering
MP3	STW: KRB 3/5/7	I b – schwach aggressiv	sehr gering	sehr gering
MP4	STW: KRB 4/6/8/10/13/15	I b – schwach aggressiv	sehr gering	sehr gering

Probe	Bereich	Freie Korrosion	Mulden- u. Lochkorrosion	Flächenkorrosion
MP5	STW: KRB 17/20/23/25/28	I b – schwach aggressiv	gering	sehr gering
MP6	STW: KRB 27/29/31	II – aggressiv	mittel	gering
MP7	2-GI-Ausbau: KRB alle 0 – 3,0 m	II – aggressiv	gering	sehr gering
MP8	2-GI-Ausbau: KRB alle 3,0 – 6,0 m	II – aggressiv	gering	sehr gering

2.8 Erdbebenwirkung

Der Untersuchungsbereich zwischen Wehrheim und Usingen gehört nach DIN EN 1998-1/NA und /U 18/ zur Erdbebenzone 0 und der Untergrundklasse T (= Übergangsgebiet). *Es ist entsprechend der Erdbebenzone 0 mit Intensitätsintervallen zwischen 6,0 bis <6,5 auszugehen. Die Baugrundklassen werden nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 unterschieden in:*

Baugrundklasse A: unverwitterte (bergfrische) Festgesteine mit hoher Festigkeit. Dominierende Scherwellengeschwindigkeiten liegen höher als etwa 800 m/s

Baugrundklasse B: mäßig verwitterte Festgesteine bzw. Festgesteine mit geringer Festigkeit oder grobkörnige (rollige) bzw. gemischtkörnige Lockergesteine mit hohen Reibungseigenschaften in dichter Lagerung bzw. in fester Konsistenz (z. B. glazial vorbelastete Lockergesteine). Dominierende Scherwellengeschwindigkeiten liegen etwa zwischen 350 m/s und 800 m/s.

Baugrundklasse C: stark bis völlig verwitterte Festgesteine oder grobkörnige (rollige) bzw. gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mindestens steifer Konsistenz oder feinkörnige (bindige) Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz. Dominierende Scherwellengeschwindigkeiten liegen etwa zwischen 150 m/s und 350 m/s.

*Im vorliegenden Fall ist der Untergrund im Wesentlichen der **Baugrundklasse C** zuzuordnen. Damit ergibt sich nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 das **Untergrundverhältnis C-T**.*

2.9 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 ein zusammenhängendes Schichtenmodell entwickelt.

Schicht 1 Auffüllungen

Schicht 1.1 grob- und gemischtkörnige Sande, Feinkornanteil $\leq 15\%$
Bodengruppe: [GI, SI, SU]
Frostempfindlichkeit nach ZTVE – StB 2017: F1 [GI, SI]; F1/F2 [SU]
- Schicht 1.1.1 locker gelagert

Schicht 1.2 gemischtkörnige Kiese, Feinkornanteil $> 15-40\%$
Bodengruppe: [SU*]
Frostempfindlichkeit nach ZTVE – StB 2017: F3
- Schicht 1.2.1 locker

Schicht 1.3 bindige Auffüllungen: leichtplastische Schluffe/Tone
Bodengruppe: [TM, UL, TL, UL/TL, SU*-UL]
Frostempfindlichkeit nach ZTVE – StB 2017: F3
- Schicht 1.3.1 weiche, weich-steife Konsistenz
- Schicht 1.3.2 steife Konsistenz

Schicht 2 Kies

gemischtkörnige Sande / Kiese, Feinkornanteil $\leq 15\%$
Bodengruppe: GU
Frostempfindlichkeit nach ZTVE – StB 2017: F1/F2
- Schicht 2.1 locker, locker-mitteldicht gelagert

Schicht 3 Sand / Kies

gemischtkörnige Sande / Kiese (z. T. Steine), Feinkornanteil $> 15-40\%$
Bodengruppe: SU*, GU*, GT*
Frostempfindlichkeit nach ZTVE – StB 2017: F3
- Schicht 3.2 mitteldicht gelagert
- Schicht 3.3 dicht gelagert

Schicht 4 Ton / Schluff

leicht- bis mittelplastische Tone / Schluffe
Bodengruppe: UL, UL-SU*, TL-UL, TL, TL-TM, TM, TL-GT*
Frostempfindlichkeit nach ZTVE – StB 2017: F3
- Schicht 4.2 weiche, weich-steife Konsistenz
- Schicht 4.3 steife, steif-halbfeste Konsistenz
- Schicht 4.4 halbfeste Konsistenz

Schicht 5 Felszersatz (Tonstein/Schluffstein)

Bodengruppe: ST*, GU*-GT*, UL-GU*, UL-ST*, UL-TL, TL, TL-GT*, TL-GU*, TM
 Frostempfindlichkeit nach ZTVE – StB 2017: F3

- Schicht 5.1 zersetzt, bindig (Verwitterungsstufe V5), steif bis halbfest
- Schicht 5.2 entfestigt-verwittert (Verwitterungsstufe V4-V3) steif bis fest

2.10 Bodenrechenwerte

Den erkundeten Baugrundsichten können aus Laborversuchen/ Erfahrungen für erdstatische Berechnungen die nachfolgenden charakteristischen Rechenwerte zugeordnet werden.

Tabelle 3: Charakteristische Rechenwerte

Schicht	Bodengruppe nach DIN 18196	Lagerungsdichte / Konsistenz Verwitterungsstufe	γ_k	$\gamma' k$	$\phi' k$	$c' k$	$E_{s,k}$	
			[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]	
1. Auffüllungen, grob - und gemischtkörnige Sande, Kiese sowie Tone, Oberboden								
1.1.1	Sand, Kies	[GI, GW, SI,SU]	lo	16,5	9,0	30,0	0	10-20
1.2.1		[SU*]	lo	16,5	9,0	30,0	2,0	8-15
1.3.1	Schluffe/ Tone	[TM, UL, TL, UL/TL, SU*-UL]	we, we-st	17,5	9,0	27,5	3,0	1-6
1.3.2			st	20,0	10,0	27,5	8,0	8
2. / 3. grob - und gemischtkörnige Sande, Kiese								
2.1	Sande/ Kiese	GU	lo	16,0	8,5	30,0	0	15
3.2		SU*, GU*, GT*	md	18,0	10,5	32,5	2,0	25-35
3.3			di	19,5	12,0	35	2,0	45,0-55,0 ²⁾
4. Tone und Schluffe								
4.2	Tone/ Schluffe	UL,TL,UM,TM, ST*-TL, SU*-UL	we, we-st	17,5	9,0	20-30	3,0	5-6
4.3			st, st-hf	20,0	10,0	20-30	8,0	8-10
4.4			hf	21,0	11,0	20-30	10,0	12,0-15,0
5. Verwitterungszone								
5.1	Fels, z, vv	ST*, GU*-GT*, UL-GU*, UL-ST*, UL-TL, TL, TL-GT*, TI-GU*, TM	V5	20	22,5	0-100	10-15	20-60
5.2			V4-V3	22	25	100-250	20-100	60-100

2.11 Rammfähigkeit des Untergrundes

Die erkundeten Baugrundsichten bestehen aus Auffüllungen, örtlich Sanden/Kiesen, Tonen/Schluffen und Ton-/Schluffsteinen. 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 Erfahrungswerten.

Tabelle 4: Rammfähigkeit

Schicht	Bodenart	Rammfähigkeit
1.1.1, 1.2.1	Auffüllung, rollig, locker	leicht bis mittelschwer
1.3.1	Auffüllung, bindig, weich, weich-steif	leicht bis mittelschwer
1.3.2	Auffüllung, bindig, steif	mittelschwer bis schwer
2.1	Kiese, locker, locker-mitteldicht	leicht bis mittelschwer
3.2	Sande, Kiese, mitteldicht	mittelschwer bis schwer
3.3	Sande, Kiese, dicht	schwer bis sehr schwer ¹⁾
4.2	Ton, Schluff, weich, weich-steif	leicht bis mittelschwer
4.3	Ton, steif, steif-halbfest	mittelschwer bis schwer
4.4	Ton, halbfest	schwer bis sehr schwer ¹⁾
5.1	Ton-/Schluffstein (Ton), steif, halbfest, zersetzt	mittelschwer bis schwer ¹⁾
5.2	Ton-/Schluffstein (Ton), steif-fest, entfestigt-verwittert	schwer bis sehr schwer ¹⁾

¹⁾ ggf. Einsatz einer Rammhilfe erforderlich (z. Bsp. Vorbohren, Spülung)

Wir schätzen die bindigen und nichtbindigen Lockergesteinsböden insgesamt als mittelschwer bis schwer/sehr schwer rammfähig ein. Der Ton-/Schluffstein weist unterschiedliche Grade der Verwitterung bzw. Entfestigung auf. Unterhalb der abgebrochenen Aufschlüsse ist somit mit einem raschen Übergang zum verwitterten Fels (Schluffstein/Tonstein) zu rechnen, der nicht rammfähig ist.

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.

2.12 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Nach DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ /U 14/ sind Böden versickerungsfähig, deren k_f -Werte im Bereich von 10^{-3} bis

10^{-6} m/s liegen. Ferner sollte die Mächtigkeit des Sickerraumes (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 und unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors von 0,2 nach DWA-A 138 wie folgt einzuschätzen:

Tabelle 5: Versickerungsfähigkeit nach DWA-A 138

Schicht	Bodengruppe	k_f -Werte [m/s]	$k_{f,korr}$ -Werte [m/s]	Versickerungsfähigkeit
1.1.1	[SU]	$10^{-4} \dots 10^{-6}$	$10^{-4} \dots 10^{-6}$	versickerungsfähig
1.2.1	[SU*]	$10^{-4} \dots 10^{-7}$	$10^{-4} \dots 10^{-7}$	gering versickerungsfähig
1.3.1- 1.3.2	[TM, UL, TL, UL/TL, SU*-UL]	$10^{-8} - 10^{-10}$	$10^{-8} - 10^{-10}$	nicht versickerungsfähig
2.1	GU	$6,77 \cdot 10^{-6}$	$1,35 \cdot 10^{-6}$	gering versickerungsfähig
3.2-3.3	SU*, GU*, GT*	$2,16 \cdot 10^{-7} \dots$ $6,94 \cdot 10^{-8}$	$4,3 \cdot 10^{-8} \dots 1,39 \cdot 10^{-8}$	nicht versickerungsfähig
4.2-4.4	UL, TL, UM, TM, ST*-TL, SU*-UL	$1,16 \cdot 10^{-8} \dots$ $9,19 \cdot 10^{-9}$	$2,32 \cdot 10^{-9} \dots$ $1,84 \cdot 10^{-9}$	nicht versickerungsfähig
5.1	Tst/Ust, zer- setzt, bindig	$10^{-7} \dots 10^{-10}$	$10^{-7} \dots 10^{-10}$	nicht versickerungsfähig
5.2	Tst/Ust	abh. von Schichtung und Klüftung		nicht versickerungsfähig

Fazit:

Maßgebend für eine oberflächennahe Versickerung sind die anstehenden Tone/Schluffe (Lösslehme), die aufgrund des hohen Feinkornanteils nicht versickerungsfähig sind.

Für die nur lokal erbohrten rolligen Auffüllungen und die natürlichen anstehenden gemischtkörnigen Sande/Kiese ist aufgrund der bei den bodenphysikalischen Laboruntersuchungen festgestellten Feinanteile von einer geringen bis keine Versickerungsfähigkeit auszugehen.

Eine flächige **Versickerung** von anfallenden Oberflächenwässern ist **aus geotechnischer Sicht nicht möglich**.

Entsprechende Maßnahmen zur z.B. Muldenversickerung sind daher im Zuge der weiteren Planungsschritte zu prüfen.

3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen

3.1 Einteilung in Teilabschnitte

Die Zuordnung der Teilabschnitte erfolgt auf Grundlage der Planung /U 3/. Dabei wird unterschieden zwischen Stützwänden, Erdbauwerken, Gleisen in Dammlage oder Gleislagen im

Anschnitt sowie den Untergrundverhältnissen (zur exakten Schichtenabfolge siehe maßgebende Baugrundaufschlüsse in Anlage 3).

Die Ingenieurbauwerke werden hier nur nachrichtlich dargestellt. Die Baugrundverhältnisse und Gründungsempfehlungen sind in separaten geotechnischen Berichten beschrieben.

Teilabschnitt 1 – km 7,0+55-7,1+80

- Gleis liegt auf einem Damm
 - maßgebende Baugrundaufschlüsse 1 und 2
 - Der Baugrund besteht zunächst aus rd. 1,0 m mächtigen Auffüllungen. Darunter folgen die anstehenden weichen mittelpplastischen örtlich setzungsempfindlichen Tone mit erkundeten Schichtdicken von rd. 5,0 m. Unterhalb der Tone folgt das mäßig verwitterte Ausgangsprodukt der Tone, ein devonischer Tonstein.
- ⇒ Für diesen Bereich wird in Abschnitt 3.4 eine mögliche Bodenverbesserung beschrieben und in Abschnitt 3.5 das Tragschichtsystem in Anlehnung an die Ril 836 /U 9/ bemessen.

Teilabschnitt 2 – km 7,1+80-7,4+65

- Stützwände
 - maßgebende Baugrundaufschlüsse 3 bis 7
- ⇒ Siehe separates Geotechnisches Datenblatt Nr. 1.1 vom 20.06.2019.

Teilabschnitt 3 – km 7,4+65 und km 8,8+10

- Gleise liegen im Anschnitt
- maßgebende Baugrundaufschlüsse 7 bis 24
- Der Baugrund besteht in diesem Abschnitt aus min. 0,60 m und max. 2,50 m mächtigen Auffüllungen. Im Mittel ist mit Auffüllungsmächtigkeiten zwischen 1,00 m und 1,60 m zu rechnen. Darunter folgen die anstehenden örtlich setzungsempfindlichen Tone und Schluffe mit erkundeten Schichtdicken zwischen 3,00 m und 6,00 m. Die devonischen Ton- und Schluffsteine wurden bis zur jeweiligen Endteufe erbohrt.
- Für diesen Bereich wird in Abschnitt 3.4 eine mögliche Bodenverbesserung beschrieben und in Abschnitt 3.5 das Tragschichtsystem in Anlehnung an die Ril 836 /U 9/ bemessen.

Teilabschnitt 4 – km 8,8+10-9,1+00

- Stützwände

- maßgebende Baugrundaufschlüsse 24 bis 31

⇒ *Siehe separates Geotechnisches Datenblatt Nr. 1.1 vom 20.06.2019.*

3.2 Bahnhof Usingen

Gemäß der Vorplanung /U 4/ wird der Bahnhof Usingen mit einer Bahnsteighöhe von 96 cm über Schienenoberkante geplant. Der Bf. Usingen erhält einen neuen Mittelbahnsteig. Dafür liegen uns aus der Vorplanung drei Varianten (Variante 1, 1a und Variante 2) vor. Die Bahnsteige in Varianten 1 und 1a überlappen sich, somit werden zwei Standorte betrachtet. Wir gehen davon aus, dass die Bahnsteigkanten flach auf Streifenfundamenten gegründet werden.

Ebenso ist der Neubau der Personenüberführung mit einer Rampe im Bf. Usingen geplant. Die Variantenplanung sieht entweder den Neubau bei km 17,670 oder bei km 17,720 im Bereich des ehemaligen Empfangsgebäudes vor. Die Variante bei km 17,720 wird zunächst favorisiert. Zum jetzigen Zeitpunkt liegen uns keine planerischen Angaben zur Lasten sowie Ausbildung der Fundamente vor. Bei der Berechnung wurden hierzu entsprechende Annahmen getroffen.

3.2.1 Flachgründung der Bahnsteigkanten

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.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Frosteinwirkungszone III. Zur Gewährleistung der Frostsicherheit ist eine frostsichere Gründung bis mindestens 1,2 m u. GOK vorzusehen. Dies kann über eine Fundamenteinbindung bis mindestens zu dieser Tiefe gewährleistet werden. Sollten andere Fundamenteinbindetiefen bzw. -breiten als für die Ausführung angenommen gewählt werden, sind die nachstehend gemachten Aussagen ggf. zu überprüfen und zu verifizieren.

Variante 1/1a: Aus den Baugrundprofilen der Kleinrammbohrungen KRB 4, 5 und 10 ist ersichtlich, dass bei einer frostfreien Gründungstiefe von mind. 1,2 m der gründungsrelevante Baugrund aus aufgefüllten und anstehenden leichtplastischen Schluffen/Tonen (Lößlehm), lokal stark kiesig in weicher bis steifer Konsistenz besteht.

Variante 2: Die Kleinrammbohrungen KRB 6 und 7 zeigen ähnliche Baugrundverhältnisse. Unter Auffüllungen steht in der gründungsrelevanten Tiefe der Lößlehm an, hier in Form von weich-steifen bis steifen, leicht-/mittelpplastischen Schluffen/Tonen.

Zur Ermittlung des Bemessungswertes des Sohldruckwiderstandes wurden unter Ansatz der Sicherheiten gem. EC 7, Lastfall BS-P (ständige Bemessungssituation) Grundbruchberechnungen und Setzungsabschätzungen durchgeführt (Anlage 5).

Für eine gleichmäßig ebene Gründungssohle empfehlen wir den Einbau einer min. 0,30 m dicken Ausgleichsschicht. Die Ausgleichsschicht ist aus einem gut verdichtbaren Material der Bodengruppe GW, GI, SW oder SI herzustellen.

Bei der Ausgleichsschicht ist zu beachten, dass diese gegenüber dem Gründungskörper einen allseitigen Überstand in der Höhe Unterkante Ausgleichsschicht besitzen muss, welcher mindestens so groß wie die Auffüllhöhe ist.

Die Verdichtung ist mit geeignetem Gerät und Technik durchzuführen. Es wird eine statische Verdichtung empfohlen, um die thixotropen Eigenschaften der bindigen Böden bei einem entsprechenden Wassergehalt nicht zu aktivieren. Für die Ausgleichsschicht können folgende charakteristische Berechnungskennwerte zum Ansatz gebracht werden:

$$\varphi_k' = 35,0^\circ; \quad c_k' = 0 \text{ kN/m}^2; \quad \gamma_k / \gamma_k' = 19 / 11 \text{ kN/m}^3; \quad E_{s,k} = 50 \text{ MN/m}^2$$

Für die Berechnungen wurden folgende Annahmen getroffen:

Fundamentlänge/ -breite:	$a/b = 10,0 \text{ m} / 0,6 \dots 1,0 \text{ m}$
Mindesteinbindetiefe:	$t \geq 1,2 \text{ m}$ (frostfrei)
Baugrundprofil:	KRB 10 (ungünstigstes Profil)
Aushubentlastung:	$\sim 20 \text{ kN/m}^2$

Entsprechend der vorgenannten Annahmen ergeben sich die in Tabelle 9 dargestellten Ergebnisse der Grundbruchberechnung. Dabei ist zu beachten, dass die angegebenen Werte Bemessungswerte des Sohlwiderstands darstellen und keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 bzw. keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

Tabelle 6: Ergebnis der Grundbruchberechnung

Anlage 5, Blatt 1	Variante 1		
Fundamentbreite [m]	0,6	0,7	0,8
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	281,7	283,6	300,5
Setzung bei Ausnutzung von $\sigma_{R,d}$ [cm]	1,5	1,6	1,9
Maximale charakteristischen Einwirkungen zur Begrenzung der Setzung auf 1,0 cm, $\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	162	140	126
Anlage 5, Blatt 2	Variante 2		
Fundamentbreite [m]	0,6	0,8	1,0
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	278,3	280,3	284,3
Setzung bei Ausnutzung von $\sigma_{R,d}$ [cm]	1,87	2,15	2,44
Maximale charakteristischen Einwirkungen zur Begrenzung der Setzung auf 1,0 cm, $\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	140	120	109

Folgerung:

Ausgehend von den v. g. Annahmen und den resultierenden Ergebnissen können die neuen Bausteigkanten flach auf einem 0,2 m dicken Kieselsteinpolster und 0,1 m Sauberkeitsschicht gegründet werden. Die Aushubsohle ist nach zu verdichten und durch einen fachkundigen Geotechniker abnehmen zu lassen.

Das Kieselsteinpolster ist aus einem gut verdichtbaren Material der Bodengruppen GW, GI, SW oder SI herzustellen, welches bis zu einer Dichte $D_{pr} \geq 1,0$ zu verdichten ist. Bei dem Einbau des Kieselsteinpolsters ist zu beachten, dass dieses gegenüber dem Gründungskörper einen allseitigen Überstand in Höhe Unterkante Kieselsteinpolster besitzen muss, welcher mindestens so groß wie die Auffüllhöhe ist.

Die angegebenen Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes gelten zur Vorbemessung. Sie ersetzen nicht die notwendigen erdstatischen Nachweise (Grundbruchsicherheit, Gleiten, Kippen, Setzungen) unter Ansatz der tatsächlichen Fundamentabmessungen und Lasten.

3.2.2 Hinterfüllung der Bahnsteigkanten

Die Hinterfüllung der Bahnsteigkanten muss gemäß den Forderungen der Ril 836 so ausgebildet werden, dass Setzungen am Übergang zwischen Kunstbauwerk und Erdbauwerk infolge der Konsolidierung des Untergrundes, Eigenverformung der Hinterfüllung und Verkehrsbelastung minimiert werden.

Die Hinterfüllung ist aus einem tragfähigen, gut verdichtbaren Kies-Sand-Gemisch nach Ril 836, z. B. der Bodengruppe GW, GI, SW oder SI herzustellen, welches bis zu einer Dichte $D_{pr} \geq 1,0$ zu verdichten ist. Das Bodenmaterial ist lagenweise (Schütthöhe < ca. 30 cm) einzubauen und

zu verdichten. Das einzubauende Material ist im Vorfeld der Baumaßnahme auf seine Eignung zu prüfen.

3.2.3 Oberflächenbefestigung Bahnsteig

Wir gehen davon aus, dass mit dem Neubau des Bahnsteiges eine Bahnsteighöhe von 0,96 m über SO erforderlich ist. Die Bohransatzhöhen liegen zwischen 0,28 m und 0,51 m über SO. Damit werden mit dem Neubau des Bahnsteiges in der Regel Aufschüttungen erforderlich.

Für den Aufbau des Bahnsteiges sollte ein frostsicherer gut abgestufter Kies der Bodengruppe GW oder GI verwendet werden. Im potenziellen Planumsniveau wurden aufgefüllte enggestufte und schwach schluffige Sande/Kiese sowie Tone der Bodengruppen [GU, SU, GU*, SU*, ST*] erkundet. Die aufgefüllten Tone und schluffigen Sande bzw. Kiese sind nach ZTV E-STB 17 in die Frostepfindlichkeitsklasse F3 „sehr frostepfindlich“ und die aufgefüllten schwach schluffigen Sande und Kiese in die Frostepfindlichkeitsklasse F2 „gering bis mittel frostepfindlich“ einzuordnen.

Die Bemessung des Aufbaus der Bahnsteigoberflächenbefestigung und auch der Zuwegung erfolgt entsprechend der RStO 12 Abschnitt 5.2. Danach erfordern Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F1 keine Frostschutzmaßnahmen. Für Böden mit einer Frostepfindlichkeitsklasse F2 und F3 beträgt die Minstdicke des frostsicheren Oberbaues für Rad- und Fußwege 0,30 m, wobei ungünstige Klimaeinflüsse und Wasserverhältnisse im Untergrund zu berücksichtigen sind. Diese werden nachfolgend nach Tabelle 15 bestimmt.

Tabelle 7: Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse

Örtliche Verhältnisse ¹⁾			A	B	C	D	E
1.1	Frost-einwirkung	Zone I	± 0 cm				
1.2		Zone II	+ 5 cm				
1.3		Zone III	+ 15 cm				
2.1	Kleinräumige Klima-unterschiede	Ungünstige Klimaeinflüsse z.B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen		+ 5 cm			
2.2		Keine besonderen Klimaeinflüsse		± 0 cm			
2.3		Günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung entlang der Straße		- 5 cm			

Fortsetzung Tabelle 7

Örtliche Verhältnisse ¹⁾			A	B	C	D	E
3.1	Wasser-verhältnisse im	Kein Grund- und Schichtenwasser bis			± 0 cm		

Örtliche Verhältnisse ¹⁾			A	B	C	D	E
	Untergrund	in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum					
3.2		Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum			+ 5 cm		
4.1	Lage der Gradienten	Einschnitt, Anschnitt				+ 5 cm	
4.2		Geländehöhe bis Damm $\leq 2,0$ m				± 0 cm	
4.3		Damm $> 2,0$ m				- 5 cm	
5.1	Entwässerung der Fahrbahn/ Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen					± 0 cm
5.2		Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen					- 5 cm

Mehr- oder Minderdicken gemäß Tabelle 7	Zeile 1.2	$\rightarrow + 15$ cm
	Zeile 2.2	$\rightarrow \pm 0$ cm
	Zeile 3.1	$\rightarrow \pm 0$ cm
	Zeile 4.2	$\rightarrow \pm 0$ cm
	Zeile 5.1	$\rightarrow \pm 0$ cm

Daraus ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues von insgesamt 0,45 m.

Verringert man diese 0,45 m um das 8 cm dicke Pflaster und die 4 cm mächtige Pflastersandschicht ergibt sich eine Dicke von 0,33 m für die Kiestragschicht. Somit sind bei Einbau eines frostsicheren Kiesel der Frostempfindlichkeitsklasse F1 in Form einer Kiestragschicht in einer Dicke $\geq 0,23$ m die Forderungen bezüglich der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues gemäß RStO 12 erfüllt.

In Höhe des Planums muss nach RStO 12 eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² nachgewiesen werden. Diese Forderung wird mit den erkundeten Böden in der Regel nicht nachzuweisen sein. Zur Erreichung dieses Wertes sollte ein Bodenaustausch vom 0,2 m vorgesehen werden. Als Austauschmaterial empfehlen wir Kiessand, Recyclingmaterial oder Mineralgemisch der Bodengruppen SW, SI, GW, GI mit einem Ungleichförmigkeitswert $U > 6$ zu verwenden.

Ausgehend von einer Bauweise für Rad- und Gehwege auf F2-F3 Untergrund/Unterbau können der Bahnsteig sowie die Zuwegung gemäß RStO 12 Tafel 6 ausgebildet werden. Das Quergefälle des Bahnsteiges muss dabei mindestens 2 % betragen.

3.2.4 Personenüberführung

Aus den Baugrundprofilen der Aufschlüsse ist ersichtlich, dass der Baugrund im gründungsrelevanten Bereich der Fundamente in einer angenommenen Tiefen von ca. 1,20 m (Frostfreie Gründung) überwiegend aus rolligen und bindigen aufgefüllten und darunter anstehenden zerfetzten Tonstein in Form von mittelplastischen Tönen der Bodengruppen [SU/GU, TL, TM] und TM, TM-GU* bestehen (Schicht 1.1.1, 1.3.1, 1.3.2 und 5.1). Im Bereich der KRB 6 wurden unter o.g. Auffüllungen bis in einer Tiefe von 1,70 m unter GOK als Zwischenlage anstehende steife Schluffe/Tone erkundet.

Die aufgefüllten, rolligen und bindigen Böden sind auf Grund ihrer Kornzusammensetzung nicht als Gründungshorizont geeignet. Es ist ein Bodenaustausch (sh. Berechnungen) notwendig.

Zur Ermittlung des Bemessungswertes des Sohlwiderstandes wurden in Anlage 5 bei Annahme der Sicherheiten nach 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:	$a = 3,50 \text{ m}$ (angenommen)
Fundamentbreite:	$b = 0,50 - 1,5 \text{ m}$ (angenommen)
Mindesteinbindetiefe:	$t = 1,2 \text{ m}$ unter GOK (frostfrei)
Baugrundprofil:	Kleinrammbohrung KRB 3 (exemplarisch)
Annahme Vorbelastung:	$\sim 20 \text{ kN/m}^2$
mögliches Kieselpolster:	Bodengruppe: GI, GW, SI, SW mit Dichte $D_{Pr} \geq 1,0$ und $\varphi'_k = 35,0^\circ$; $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$; $\gamma_k / \gamma'_k = 19 / 11 \text{ kN/m}^3$; $E_{s,k} = 50 \text{ MN/m}^2$

Die Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen für eine Einbindetiefe der Fundamente von ca. 1,2 m unter GOK auf einem 1,5 m dicken Kieselpolster sind in Tabelle 7 dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die angegebenen Werte Bemessungswerte des Sohlwiderstandes darstellen und keine aufnehmbaren Sohlrücke nach DIN 1054:2005-01 bzw. keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

Tabelle 8: Bemessungswert des Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,d}$ – Gründung auf Kiespolster 1,5 m Dicke

Anlage 5, Blatt 1	Kiespolster 1,5 m		
Fundamentbreite [m]	0,5	1,0	1,5
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	656,4	445,2	530,0
Setzung bei Ausnutzung von $\sigma_{R,d}$ [cm]	5,85	6,91	11,05
Maximale charakteristischen Einwirkungen zur Begrenzung der Setzung auf 2,0 cm, $\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	225	135	105

Die aus den Grundbruchberechnungen ermittelten Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes liegen in Abhängigkeit von den Fundamentbreiten zwischen $\sigma_{R,d} = 445,2 \dots 656,4$ kN/m² mit Setzungsbeträgen von 5,85...11,05 cm. Bei Begrenzung der Setzungen auf ein angenommenes zulässiges Maß von 1,0 cm reduziert sich der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes in Abhängigkeit der Fundamentbreiten auf $\sigma_{R,d} = 205 \dots 102$ kN/m².

Die angegebenen Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes gelten zur Vorbemessung. Sie ersetzen nicht die notwendigen erdstatischen Nachweise (Grundbruchsicherheit, Gleiten, Kippen, Setzungen) unter Ansatz der tatsächlichen Fundamentabmessungen und Lasten.

3.2.5 Rampe

Aus dem Baugrundprofil des Aufschlusses KRB/DPH 11 ist ersichtlich, dass der Baugrund im gründungsrelevanten Bereich der Fundamente in einer angenommenen Tiefen von ca. 1,20 m (Frostfreie Gründung) aus rolligen aufgefüllten und darunter anstehenden zeretzten Tonstein in Form von mittelplastischen Tonen der Bodengruppen [GU/GW] und TM, GT* bestehen (Schicht 1.1.1 und 4.2, 4.3, 5.1). Im Bereich der KRB 11 wurden unter o.g. Auffüllungen bis in einer Tiefe von 2,40 m unter GOK als Zwischenlage anstehende weich-steife bis steife Tone erkundet.

Die aufgefüllten rolligen und anstehenden bindigen Böden sind auf Grund ihrer Kornzusammensetzung nicht als Gründungshorizont geeignet. Es ist ein Bodenaustausch (sh. Berechnungen) notwendig.

Zur Ermittlung des Bemessungswertes des Sohlwiderstandes wurden in Anlage 5 bei Annahme der Sicherheiten nach 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: $a/b = 4,0 \text{ m} / 3,5 \dots 3,7 \text{ m}$ (angenommen)
 Mindesteinbindetiefe: $t = 1,2 \text{ m}$ unter GOK (frostfrei)
 Baugrundprofil: Kleinrammbohrung KRB 11
 Annahme Vorbelastung: $\sim 8 \text{ kN/m}^2$
 mögliches Kiespolster: Bodengruppe: GI, GW, SI, SW mit Dichte $D_{pr} \geq 1,0$ und
 $\varphi_k' = 35,0^\circ$; $c_k' = 0 \text{ kN/m}^2$; $\gamma_k / \gamma_k' = 19 / 11 \text{ kN/m}^3$; $E_{s,k} = 50 \text{ MN/m}^2$

Die Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen für eine Einbindetiefe der Fundamente auf einem 0,5 m dicken Kiespolster sind in Tabelle 9 dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die angegebenen Werte Bemessungswerte des Sohlwiderstands darstellen und keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 bzw. keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

Tabelle 9: Bemessungswert des Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,d}$ – Gründung auf Kiespolster 0,5 m Dicke

Anlage 5, Blatt 1	Kiespolster 0,5 m		
Fundamentbreite [m]	3,5	3,6	3,7
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	323,8	322,9	325,0
Setzung bei Ausnutzung von $\sigma_{R,d}$ [cm]	4,27	4,31	4,40
Maximale charakteristischen Einwirkungen zur Begrenzung der Setzung auf 2,0 cm, $\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	119	118	117

Die aus den Grundbruchberechnungen ermittelten Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes liegen in Abhängigkeit von den Fundamentbreiten zwischen $\sigma_{R,d} = 323,8 \dots 325,0 \text{ kN/m}^2$ mit Setzungsbeträgen von 4,27 ... 4,40 cm. Bei Begrenzung der Setzungen auf ein angenommenes zulässiges Maß von 1,0 cm reduziert sich der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes in Abhängigkeit der Fundamentbreiten auf $\sigma_{R,d} = 110 \dots 108 \text{ kN/m}^2$.

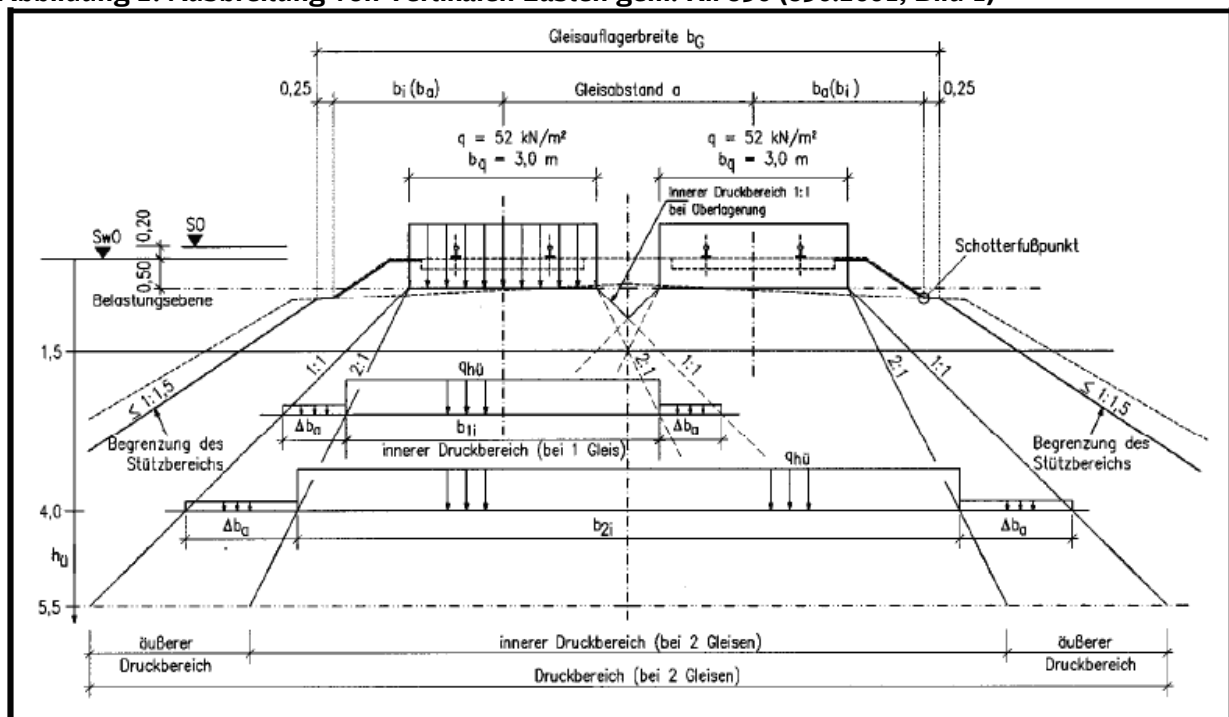
Die angegebenen Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes gelten zur Vorbemessung. Sie ersetzen nicht die notwendigen erdstatischen Nachweise (Grundbruchsicherheit, Gleiten, Kippen, Setzungen) unter Ansatz der tatsächlichen Fundamentabmessungen und Lasten.

3.4 Grenzzustände der Tragfähigkeit / Verformungen

Im Streckenbereich zwischen Bahnhof Wehrheim und Bahnhof Saalburg stehen ab Geländeoberkante bzw. unter geringmächtigen Auffüllungen und Mutterbodenschichten umgelagerter Löß/Lößlehm bis in Tiefen von max. 6,00 m an. Die bindigen Böden weisen Konsistenzen von weich bis steif-halbfest auf. Aufgrund der Bodeneigenschaften neigen diese Böden bei Belastung zu Verformungen (Setzungen / Sackungen), welche die Gebrauchstauglichkeit der Strecke beeinträchtigen könnten.

Auf Grundlage der ausgeführten Untersuchungen ist zudem davon auszugehen, dass der Bestandsdamm keinen Regelkonformen Aufbau gem. Ril 836 aufweist. Zusätzlich ist aus dem zweiten, neuen Gleis eine Lastausbreitung in den Bestandsdamm zu erwarten (sh. Abb. 2).

Abbildung 2: Ausbreitung von Vertikalen Lasten gem. Ril 836 (836.2001, Bild 1)



Hieraus ergeben sich die folgenden zwei Möglichkeiten für die weitere Vorgehensweise und die Verbreiterung des Bestandsdamms:

1. Untersuchung des Damms in repräsentativen Profilen und die Berechnung der Standsicherheit; Aufbau der Dammerweiterung Regelkonform zur Ril 836

2. Abtragen des Bestandsdamms, Prüfen des Planums und Regelkonformer Aufbau des kompletten Dammes

Folgerung:

Ob der Aufbau des Bestandsdammes gemäß Ril 836 erfolgte, ist nicht bekannt. Ausgehend von den v.g. Bodenverhältnissen ist zunächst nicht davon auszugehen.

Setzungsberechnungen (Anlage 5) haben unter Ansatz der in Tabelle 3 angegebenen Bodenkennwerte keine bauwerksunverträglichen Setzungen (rechnerische Setzungen < 1,0 cm) ergeben.

Sollten im Verlauf der Arbeiten weiche oder stark aufgeweichte Böden angetroffen werden, sind Sondermaßnahmen für die Gründung des Bahndammes erforderlich. In diesem Fall ist der Gutachter zu verständigen.

3.4.1 Überschlägige Berechnung Dammbereiche

Zur Ermittlung der Tragfähigkeit und Verformungen wurden überschlägige Standsicherheitsberechnungen an zwei ausgewählten Querprofilen durchgeführt, deren Ergebnisse in Anlage 5 dargestellt sind.

Die Bodenbeschreibung ergibt sich aus den Erkundungsergebnissen der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen. Untergeordnete Schichten, bzw. Bodenlinsen, die für die Berechnung der Standsicherheit aufgrund ihrer geometrischen Lage im Berechnungsprofil unmaßgeblich sind, wurden für die Berechnungsmodelle im GGU-Programm vernachlässigt.

Für die Standsicherheitsbetrachtungen wurden folgende Annahmen getroffen:

Geschwindigkeit:	$v \leq 80 \text{ km/h}$
Verkehrslast:	52 kN/m ² auf 3 m Breite und in Höhe 0,7 m unter SO
Fliehkraft:	derzeit vernachlässigt, keine Bogenlage
Dammgeometrie:	entsprechend übermittelten Querprofilen
Dammaufbau:	Bodenaufschlüsse
Querprofil:	km 7,5+10,00 / 7,5+80,00
Baugrundprofil:	KRB 7 / KRB 8

In Anlage 5 wurde mit dem Programm GGU-Stability für den Damm bei km 7,5+10,0 und 7,5+80,0 die Sicherheit gegen Böschungsbruch berechnet (Bestandsdamm und geplante Dammgeometrie).

Tabelle 10: Ergebnisse überschlägige Böschungsbruchberechnung (GGU-Stability)

Profil	Maßgebender Ausnutzungsgrad Bestand	Maßgebender Ausnutzungsgrad Planung
7,5+10,0	0,84	0,98
7,5+80,0	0,98	0,82 (1,37*)

*Der ungünstigste Gleitkreis mit $\mu = 1,37$ verläuft sehr oberflächennah an der Böschungsschulter und schneidet die Verkehrslast nicht. Aus Gutachterlicher Sicht sind diese Gleitkreise zu vernachlässigen.

Profil 7,5+10,0: Der maßgebliche Ausnutzungsgrad liegt bei 0,98. Diese Gleitkreise sind als unkritisch zu betrachten.

Profil 7,5+80,0: Der maßgebliche Ausnutzungsgrad liegt bei 0,82. Diese Gleitkreise sind als unkritisch zu betrachten.

Diese obigen Berechnungen stellen im Rahmen des geotechnischen Berichtes nur eine vorläufige, überschlägige Abschätzung dar. Im Rahmen der weiteren Planungsphasen sind diese Aussagen zu verifizieren.

Folgerung:

Ausgehend von den v. g. Annahmen zur Dammgeometrie und den angesetzten Bodenverhältnissen ergeben sich keine Standsicherheitsprobleme hinsichtlich des Böschungsbruchs.

3.4.2 Empfehlung

Im Rahmen der weiteren Planungen ist zu entscheiden ob der Bestandsdamm weiter untersucht, oder ein komplett neuer Aufbau des gesamten Damms erfolgen soll.

3.5 Tragschichtsystem

3.5.1 Angaben zum Oberbau

Der Oberbau im untersuchten Streckenabschnitt ist gemäß den Oberbau-Richtlinien und Oberbau-Zusatzrichtlinien des VDV für Bahnen nach BOStrab herzustellen. Derzeit besteht der überwiegende Teil des Oberbaus aus Betonschwellen mit Schienen des Form S49.

Die Streckengeschwindigkeit beträgt 80 km/h. Nach /U 2/ ist der Unterbau/Untergrund in Anlehnung an die Ril 836 der Deutschen Bahn AG zu bemessen. Dementsprechend erfolgt die Bemessung des Tragschichtsystems für die neuen Gleisanlagen nach den Modulen 836.4101A01-A06.

3.5.2 Regelanforderungen an das Tragschichtsystem

Ausgehend vom Kriterium „Neubau“ bzw. „Verbesserung“, einem Schotteroberbau und einer Entwurfsgeschwindigkeit von 80 km/h ergeben sich nach Modul 836.4101A01, Tabelle 1 und 2 die in den nachfolgenden Tabelle 10 und 11 dargestellten Regelanforderungen.

Tabelle 11: Regelanforderungen an den Unterbau/Untergrund – Verdichtung und Verformung

Neubau - Schotteroberbau			
max. Geschwindigkeit	$v \leq 80 \text{ km/h}$		
abzusichernder Tragbereich	1,5 m unter SO		
Anforderung an die Verdichtung D_{Pr} (neuer Unterbau)	0,97 bis Dammsohle		
Anforderung an die Verdichtung für den Untergrund/ bestehenden Unterbau	$I_c \geq 0,60$ (weich Konsistenz) bzw. $D \geq 0,20$ (lockere Lagerung)		
Anforderung an das Verformungsmodul		OFTS	Planum/Untergrund
	$E_{v2} =$	80 MN/m ²	40 MN/m ²
	$E_{vd} =$	40 MN/m ²	25 MN/m ²

Tabelle 12: Regelanforderungen an den Unterbau/Untergrund – Verdichtung und Verformung

Verbesserung - Schotteroberbau			
max. Geschwindigkeit	$v \leq 80 \text{ km/h}$		
abzusichernder Tragbereich	1,5 m unter SO		
Anforderung an die Verdichtung D_{Pr} (neuer Unterbau)	bei Neuanschüttungen und Bodenaustausch wie Neubau → 0,97 bis Dammsohle		
Anforderung an die Verdichtung für den Untergrund/ bestehenden Unterbau	$I_c \geq 0,60$ (min. weiche Konsistenz) bzw. $D \geq 0,20$ (lockere Lagerung)		
Anforderung an das Verformungsmodul		OFTS	Planum/Untergrund
	$E_{v2} =$	40 MN/m ²	20 MN/m ² ¹⁾
	$E_{vd} =$	30 MN/m ²	20 MN/m ²

¹⁾ Hinweis: Bei Befahren des Planums mit schweren Transportfahrzeugen ist ein $E_{v2} > 30 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum erforderlich, damit keine Schädigung des Planums eintreten kann (z.B. tiefe Spurrillen). Bei aufweichungsgefährdeten Böden ist zur Aufrechterhaltung des Baubetriebes eine Bodenverbesserung des Planums mit Bindemittel sinnvoll, um die Tragfähigkeit des Planums auch nach Niederschlägen zu gewährleisten.

Können die oben dargestellten Anforderungen nachgewiesen werden, so ist die Schutzschicht nach der Tabelle 3 im Modul 836.4101A02 auf Frostsicherheit und bei frostsicheren Böden (F 1) auf Tragfähigkeit zu bemessen.

Werden die o.g. Anforderungen an die Verdichtung und den Verformungsmodul auf der OFTS bzw. der OK Planum/Untergrund nicht nachgewiesen, so muss die Bemessung der Mindestdicke der Schutzschicht im Weiteren über die Module 836.4101A02-A06 erfolgen.

3.5.3 Bemessung des Tragschichtsystems

Ausgehend vom Regelquerschnitt

- 0,2 m Schiene
- 0,2 m Schwelle
- 0,3 m Schotter

liegt die Oberkante Tragschicht (OKTS) = Unterkante (UK) Schotter bei 0,7 m unter SO bzw. 0,5 m unter Schwellenoberkante. Die für die Bemessung des Tragschichtsystems maßgebende Bodenart ist der darunter anstehende bzw. aufgefüllte Boden.

Bei Neubau

Ausgangssituation

Morphologie	Gleis in Dammlage (z.B. Höhe km 7,5)
maßgebende Bodenart	Auffüllungen [SU*] bis 1,0 m unter Ansatzpunkt, Ton/Schluff, steif, Schluff ohne Plastizität
Bodengruppen nach DIN 18196	[SU*], TM
Schicht	1.2.1 / 4.3
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 17	F 3
Frosteinwirkungsgebiet nach Ril 836.4101A04	II
Hydrologischer Fall nach Ril 836.4101A05	2
Richtgröße Berechnungsmodul E_H [MN/m ²] nach Ril 836.4101A05, Bild A5.1 und Erfahrungen	15
Richtgröße Berechnungsmodul E_H [MN/m ²] nach Ril 836.4101A05 (5)	80
bei qualifizierter Bodenverbesserung (mind. 30 cm)	30 MN/m ² *

* Höhere Werte bei entsprechendem Nachweis zulässig

Bewertung Bodenart in Höhe Planum nach Ril 836.4101A01

Anforderung an die Verdichtung	nicht eingehalten
Anforderung an das Verformungsmodul	nicht eingehalten

Bemessung hinsichtlich Tragfähigkeit nach Ril 836.4101A05, Bild A5.2

Mindestdicke Schutzschicht	0,60 m
----------------------------	--------

Einschätzung:

Maßgebend für die Bemessung des Tragschichtsystems sind die Tone und Schluffe. Diese Böden sind frostempfindlich und erfüllen i.d.R. nicht die Tragfähigkeitsanforderungen an das Planum und die OK Tragschicht. Zur Erfüllung der Anforderungen an die OK Tragschicht ist der Einbau einer 60 cm dicken Schutzschicht erforderlich.

Aus geotechnischer Sicht sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- vollständiger Ausbau Auffüllung, Boden bis mindestens 1,30 m unter SO
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte auf dem Planum gemäß Tabelle 11 /U 9/
- Einbau einer 0,30 m dicken Schutzschicht KG 2 (unten, zweilagig, kapillarbrechend) und Einbau einer 0,30 m dicken Schutzschicht KG 1 (oben, zweilagig)
- ggf. Einbau eines kombinierten Geokunststoffes der GRK 3 (dann möglicherweise Abminderung der PSS um 25%)

- Oder bei qualifizierter Bodenverbesserung: Einbau einer 0,25 m dicken Schutzschicht KG 2 (unten, einlagig, kapillarbrechend) und Einbau einer 0,25 m dicken Schutzschicht KG 1 (einlagig)
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte der Tragschicht gemäß Tabelle 11 /U 9/
- Einbau des Schotteroberbaues
- Einbau einer geeigneten Entwässerungsanlage (ggf. Zuleitung an die nächstgelegene Vorflut; hier: Erlenbach / Bizzenbach)

Bei Verbesserung / Erneuerung

Ausgangssituation

Morphologie	Gleis in Dammlage (z.B. Höhe km 7,5)
<u>Annahme:</u> maßgebende Bodenart	Dammbaustoff nach Ril 836.4102A01, Bild 1
Bodengruppen nach DIN 18196	GW, GI, SI, SW
Schicht	---
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09	F 1
Frosteinwirkungsgebiet nach Ril 836.4101A04	II
Hydrologischer Fall nach Ril 836.4101A05	1
Richtgröße Berechnungsmodul E_H [MN/m ²] nach Ril 836.4101A05, Bild A5.1 und Erfahrungen	15
Richtgröße Berechnungsmodul E_H [MN/m ²] nach Ril 836.4101A05 (5)	50

Bewertung Bodenart in Höhe Planum nach Ril 836.4101A01

Anforderung an die Verdichtung	eingehalten
Anforderung an das Verformungsmodul	eingehalten

Bemessung hinsichtlich Tragfähigkeit nach Ril 836.4101A05, Bild A5.2

Mindestdicke Schutzschicht	0,30 m
----------------------------	--------

Einschätzung:

Maßgebend für die Bemessung des Tragschichtsystems sind die Dammbaustoffe. Diese Böden sind nicht frostempfindlich und erfüllen die Tragfähigkeitsanforderungen an das Planum und die OK Tragschicht. Wir empfehlen den Einbau einer Schutzschicht in Höhe von 30 cm über den Dammbaustoffen als.

Aus geotechnischer Sicht sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Abtrag Mutterboden und Herstellung Dammaufstandsfläche – die anstehenden Tone und Schluffe sollen eine mindestens steife Konsistenz aufweisen, ansonsten zusätzlicher Bodenaustausch oder Bodenverbesserung gemäß Abschnitt 5.4.

- Lagenweiser Einbau und Verdichtung des Dammschüttmaterials ab Dammaufstandsfläche bis OK Planum. Die Dammschüttung ist nach den Regeln der Ril 836 und der ZTVE-StB 09 /U 13/ herzustellen. Wir empfehlen in Anlehnung an die Ril 836. 4102A01, Bild 1 /U 9/ die Verwendung von grobkörnigen Böden als Schüttmaterial.
 - GW, GI, GU, SI, SW,
 - empfohlener Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 1,00$
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte auf dem Planum gemäß Tabelle 11 /U 9/
- Einbau einer 0,30 m dicken Schutzschicht KG 2 (einlagig)
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte der Tragschicht gemäß Tabelle 11 /U 9/
- Einbau des Schotteroberbaues
- Instandhaltung Entwässerungsanlage, Anschluss der PSS

Bei Neubau

Ausgangssituation

Morphologie	Gleis im Anschnitt (z.B. Höhe km 7,5)
maßgebende Bodenart	Auffüllungen / Ton/Schluff, weich-steif bis steif-halbfest / Verwitterungszone
Bodengruppen nach DIN 18196	TL, TM, UL, UM, SU, SU*, ST, GU*, GT*, Tst, Ust
Schicht	1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 2.1, 3.2, 3.3, 4.2, 4.3, 4.4, 5.1, 5.2
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09	F2 - F 3
Frosteinwirkungsgebiet nach Ril 836.4101A04	II
Hydrologischer Fall nach Ril 836.4101A05	2
Richtgröße Berechnungsmodul E_H [MN/m ²] nach Ril 836.4101A05, Bild A5.1 und Erfahrungen	15
Richtgröße Berechnungsmodul E_H [MN/m ²] nach Ril 836.4101A05 (5)	80
bei qualifizierter Bodenverbesserung (mind. 30 cm)	30 MN/m ² *

* Höhere Werte bei entsprechendem Nachweis zulässig

Bewertung Bodenart in Höhe Planum nach Ril 836.4101A01

Anforderung an die Verdichtung	nicht eingehalten
Anforderung an das Verformungsmodul	nicht eingehalten

Bemessung hinsichtlich Tragfähigkeit nach Ril 836.4101A05, Bild A5.2

Mindestdicke Schutzschicht	0,60 m
----------------------------	--------

Einschätzung:

Maßgebend für die Bemessung des Tragschichtsystems sind die Tone und Schluffe. Diese Böden sind frostempfindlich und erfüllen i.d.R. nicht die Tragfähigkeitsanforderungen an das

Planum und die OK Tragschicht. Zur Erfüllung der Anforderungen an die OK Tragschicht ist der Einbau einer 60 cm dicken Schutzschicht erforderlich.

Aus geotechnischer Sicht sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- vollständiger Ausbau Auffüllung, Boden bis mindestens 1,30 m unter SO
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte auf dem Planum gemäß Tabelle 11 /U 9/
- Einbau einer 0,30 m dicken Schutzschicht KG 2 (unten, zweilagig, kapillarbrechend) und Einbau einer 0,30 m dicken Schutzschicht KG 1 (oben, zweilagig)
- ggf. Einbau eines kombinierten Geokunststoffes der GRK 3 (dann möglicherweise Abminderung der PSS um 25%)
- *Oder bei qualifizierter Bodenverbesserung: Einbau einer 0,25 m dicken Schutzschicht KG 2 (unten, einlagig, kapillarbrechend) und Einbau einer 0,25 m dicken Schutzschicht KG 1 (einlagig)*
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte der Tragschicht gemäß Tabelle 11 /U 9/
- Einbau des Schotteroberbaues
- Instandhaltung Entwässerungsanlage, Anschluss der PSS

Bei Verbesserung / Erneuerung

Ausgangssituation

Morphologie	Gleis in Anschnitt (z.B. Höhe km 7,5)
maßgebende Bodenart	Auffüllungen / Ton/Schluff, weich-steif bis steif-halbfest / Verwitterungszone
Bodengruppen nach DIN 18196	TL, TM, UL, UM, SU, SU*, ST, GU*, GT*, Tst, Ust
Schicht	1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 2.1, 3.2, 3.3, 4.2, 4.3, 4.4, 5.1, 5.2
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09	F2 - F 3
Frosteinwirkungsgebiet nach Ril 836.4101A04	I
Hydrologischer Fall nach Ril 836.4101A05	2
Richtgröße Berechnungsmodul E_H [MN/m ²] nach Ril 836.4101A05, Bild A5.1 und Erfahrungen	15
Richtgröße Berechnungsmodul E_H [MN/m ²] nach Ril 836.4101A05 (5)	50

Bewertung Bodenart in Höhe Planum nach Ril 836.4101A01

Anforderung an die Verdichtung	eingehalten
Anforderung an das Verformungsmodul	eingehalten

Bemessung hinsichtlich Tragfähigkeit nach Ril 836.4101A05, Bild A5.2

Mindestdicke Schutzschicht	0,40 m
----------------------------	--------

Einschätzung:

Maßgebend für die Bemessung des Tragschichtsystems sind die Tone und Schluffe. Diese Böden sind frostempfindlich und erfüllen i.d.R. nicht die Tragfähigkeitsanforderungen an das Planum und die OK Tragschicht. Zur Erfüllung der Anforderungen an die OK Tragschicht ist der Einbau einer 40 cm dicken Schutzschicht erforderlich.

Aus geotechnischer Sicht sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- vollständiger Ausbau Auffüllung, Boden bis mindestens 1,20 m unter SO
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte auf dem Planum gemäß Tabelle 12
- ggf. Einbau eines kombinierten Geokunststoffes der GRK 3
- Einbau einer 0,40 m dicken Schutzschicht KG 1 (zweilagig)
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte der Tragschicht gemäß Tabelle 12
- Einbau des Schotteroberbaues
- Einbau einer geeigneten Entwässerungsanlage (ggf. Zuleitung an die nächstgelegene Vorflut; hier: Erlenbach / Bizzenbach)

3.5.4 Materialanforderungen an die Tragschicht

Die erforderlichen Materialeigenschaften der Tragschicht (Schutzschicht) sind im Wesentlichen von der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes abhängig.

Die im Untersuchungsbereich erkundeten Böden im abzusichernden Tragbereich sind überwiegend nicht versickerungsfähig. Wir empfehlen den Einbau eines Korngemisches KG 1 und KG 2 in Anlehnung an die Bahnvorschrift DBS 918 062.

Die für die Bauausführung erforderlichen Abnahmekriterien der Oberkante Tragschicht und des Planums ergeben sich aus den in Abschnitt 3.5.2 aufgezeigten Regelanforderungen.

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 unbelastete 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, 1.2 $\beta \leq 45^\circ$

- Schicht 1,3 $\beta \leq 60^\circ$ (mindestens steife Konsistenz) ansonsten $\beta \leq 45^\circ$
- 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 (ggf. 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.

Sofern Verbauarbeiten vorgesehen sind, können die Rechenwerte zur Verbauberechnung Abschnitt 2.10, Tabelle 3 entnommen werden. Angaben zur Rammfähigkeit des Untergrundes enthält Abschnitt 2.10. Die horizontalen Bettungsziffern für durchgehende Verbauwände lassen sich in Anlehnung an die EAB 2012 /U 11/, Kapitel 4.5 (EB 102) näherungsweise ableiten zu:

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

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

mit: $E_{sh,k}$ – horizontaler Steifemodul

t_B – von der Bettung erfasste Einbindetiefe

b – Flanschbreite bei gerammten 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 3) 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.

3.7 Wasserhaltung

Mit den ausgeführten Erkundungen wurde in unterschiedlichen Tiefen Stau- oder Schichtwasser angeschnitten.

Wasserhaltungsmaßnahmen sind für den Gleis-/ Weichenneubau und den Neubau des Bahnsteiges nicht erforderlich. Im Weiteren werden gesonderte Maßnahmen zur Planumsentwässerung – Abführen des Oberflächenwassers (z. B. Anlegen des Gründungsplanums mit Querprofil, Einbau von Drainageleitungen) erforderlich.

Bei der Bauausführung ist auf den bindigen Böden mit örtlich auftretendem Stauwasser zu rechnen. Dieses ist in einer offenen Wasserhaltung zu fassen und abzupumpen.

Bei Einleitung von Wässern in eine Vorflut (hier Erlenbach, Bizzenbach) ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich.

3.8 Bautechnische Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Die beim Bodenaushub anfallenden Böden bestehen aus dem Gleisschotter, Auffüllungen, Tonen/Schluffen und lokal Sanden/Kiesen.

Diese Böden können aufgrund der inhomogenen Zusammensetzung nur 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 einer 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.

3.9 Einfluss der Baumaßnahme auf angrenzende Bebauung / Gleisanlagen

Bei eventuell notwendigen Rammarbeiten ist eine kontinuierliche Beobachtung und Überwachung von Nachbarbebauungen vorzusehen. Die Rammsysteme sind so zu wählen, dass möglichst geringe Erschütterungen auf die angrenzenden Bebauungen wirken. Es ist zu beachten, dass vor allem in locker gelagerten nichtbindigen Böden (Sande und Kiese) zu Verdichtungssetzungen des Bodens infolge der Erschütterungen und somit zu Setzungen von baulichen Anlagen führen können.

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.

Da sich in der näheren Umgebung Wohnhäuser befinden, ist die Lärmbelästigung möglichst gering zu halten.

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.

Für den Gleiserneuerung im Bestandsnetz der DB AG ist ein Gleislängsverbau bzw. eine Schotterhaltung vorzusehen, um den Betrieb im Nachbargleis nicht zu gefährden. Ggf. ist eine Langsamfahrstelle einzurichten.

4 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen

In diesem geotechnischen Bericht werden die Baugrundverhältnisse sowie deren Bewertung der Taunusbahnstrecke von Saalburg nach Wehrheim, ca. km 7,0+61 bis ca. km 9,1+70, einschließlich der Verknüpfung mit dem Bestandsnetz dargestellt. Gegenstand der Untersuchung ist die Ermittlung der Eigenschaften der anstehenden bzw. aufgefüllten Böden zur Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Gründung der geplanten Erdbauwerke der Verkehrsanlagen Bf. Usingen und der Bemessung eines Tragschichtsystems für die geplante Erneuerung der Gleisanlage.

Für die an der Taunusbahn geplanten Ingenieurbauwerke wurden gesonderte, geotechnische Datenblätter erstellt.

Der Baugrund besteht ab Geländeoberkante aus nichtbindigen und bindigen Auffüllungen. Darunter folgen die Lockergesteinsböden in Form von leicht- bis mittelplastischen Tonen und Schluffen sowie lokal Sanden und Kiesen mit unterschiedlich hohen Feinkornanteil. Die bindigen Tone / Schluffe liegen in weicher bis halbfester Konsistenz vor, die Sande / Kiese weisen eine lockere bis dichte Lagerung auf. Im Übergangsbereich tritt der Felszersatz als vollkommen entfestigtes Halbfestgestein auf, das mit zunehmender Tiefe jedoch einen abnehmenden Verwitterungsgrad und eine stark zunehmende Kornbindung aufweist.

Die Beschreibung der Bodenverhältnisse wurde durch bodenphysikalische Laborversuche untersetzt und charakteristische Kennwerte abgeleitet. Bodenproben wurden auf beton- und stahlangreifende Inhaltsstoffe untersucht.

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.

In Abschnitt 3 werden entsprechend der Planungen und der Untergrundverhältnisse Vorschläge zum Aufbau entsprechend der jeweiligen Gleislagen (Damm und Anschnitt) gemacht. Es wurden überschlägige Berechnungen im Hinblick auf den Böschungsbruch, sowie Setzungsberechnungen des Dammes durchgeführt. Die maßgebenden Gleitkreise halten die geforderten Sicherheiten ein. Bauwerksunverträgliche Setzungen sind zunächst nicht zu erwarten. Im Falle von weichen und aufgeweichten Böden ist der Gutachter zu verständigen.

Die bemessene Schutzschichtdicke liegt zwischen 30 cm bis 60 cm mit Einbau. Als Schutzschichtmaterial wird ein Korngemisch KG 1 bzw. KG 2 empfohlen.

Die Bahnsteigvarianten sowie die geplante Personenüberführung im Bf. Usingen können flach (Streifenfundament (Bahnsteigkante) bzw. Einzelfundamt (PÜ)) auf einem Kiespolster gegründet werden. Dazu wurden die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes angegeben.

Der Neubau einer Entwässerungsanlage zur gezielten Ableitung von Oberflächenwasser über den gesamten Abschnitt ist notwendig.

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 und der Gleisanlagen haben.

aufgestellt:

Dipl.-Ing. M.Sc. Anna Ehrhardt

Dipl.-Geol. Stefanie Bohné

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. GÜ ^{x)}
Ton	T	tonig	t	Kies-Ton-Gemische	GT bzw. GT ^{x)}
Torf, Humus	H	torfig, humos	h	Sand-Schluff-Gemische	SU bzw. SÜ ^{x)}
Mudde	M	org. Beimengungen	o	Sand-Ton-Gemische	ST bzw. ST ^{x)}
Auffüllung	A			Sand-Schluff-Gemische ohne Plastizität	SÜ _{OP}
Mutterboden	Mu	z.B.		Für Querbalken gilt auch *- Symbol	
Geschiebelehm	Lg	schwach grobsandig	gs'	z.B. SÜ = SU*	
Geschiebemergel	Mg	stark mittelsandig	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

Farbe

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

Kalkgehalt

kalkfrei	o						
kalkhaltig	+					nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)	HN
stark kalkhaltig	++					zersetzte Torfe	HZ
						Schlamm als Sammelbegriff	F

Konsistenz

0,25 < I _c ≤ 0,50 - sehr weich	-	⌘	Auffüllungen aus natürlichen Böden	[]
0,50 < I _c ≤ 0,75 - weich	-	⌘	Auffüllungen aus Fremdstoffen	A
0,75 < I _c ≤ 1,00 - steif	-	⌘		
I _c > 1,00 - halbfest	-		Abstand des Bohransatzpunktes v. Gleisachse	GA

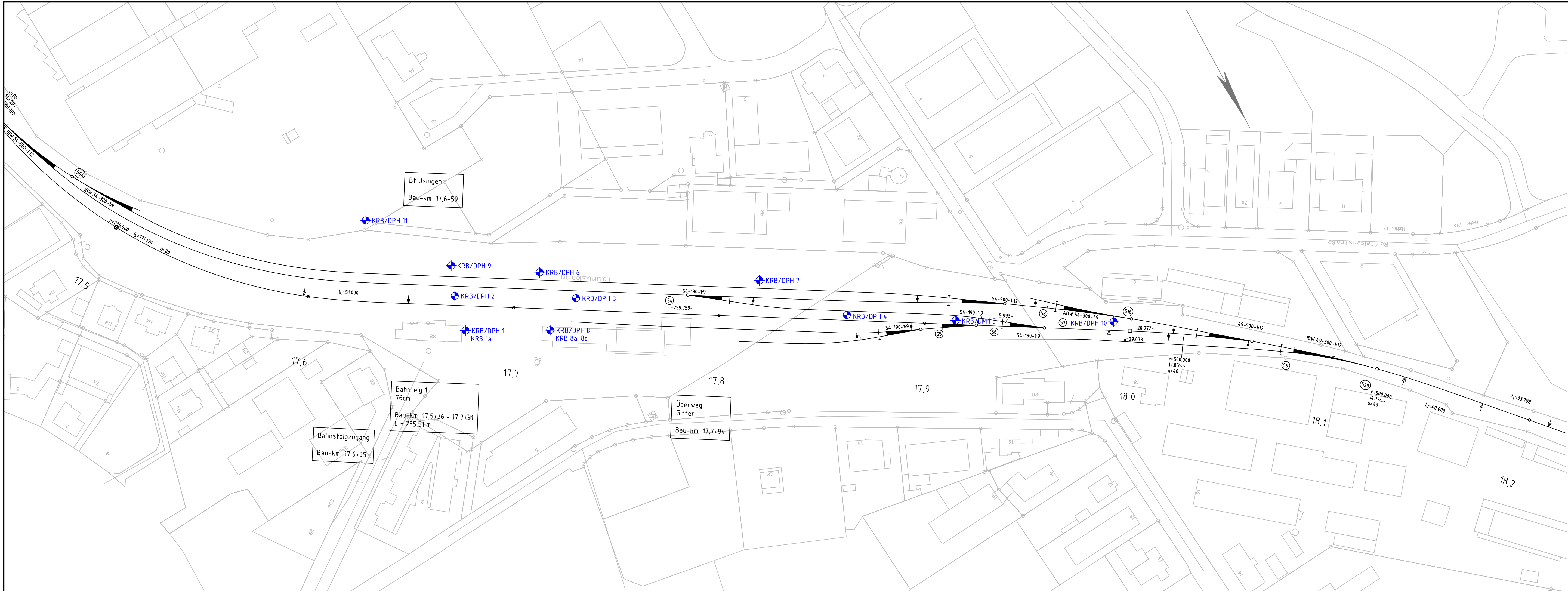
Lagerungsdichte

0,15 < I _D ≤ 0,35 - locker	[I ₀]
0,35 < I _D ≤ 0,65 - mitteldicht	[I _{md}]
I _D > 0,65 - dicht	[I _d]

^{x)} GU, GT, SU, ST: 5 - 15 % bei d ≤ 0,063 mm
GÜ, GT̄, SÜ, ST̄: > 15 - 40 % bei d ≤ 0,063 mm

Wasserstände

	GW	Grundwasser angebohrt
	GW	Grundwasser nach Bohrende
	GW	Ruhewasser
	SW	Schichtenwasser angebohrt
	SW	Schichtenwasser nach Bohrende
	SW	Schichtenwasser



Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe



Projekt :

Elektrifizierung Taunusbahn von Friedrichsdorf - Usingen

f				
e				
d				
c				
b				
a				
Index		Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Zweigleisiger Ausbau zwischen Saalburg und Wehrheim

Planungsphase :	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	Anlage 2 Blatt 4 von 4	Index:	-
Planart:	Lage- und Aufschlussplan	Maßstab:	1 : 1000	Strecke:	9374
		Km:			

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet :	Ehrhardt	07/2019	
	gezeichnet :	Lampe	07/2019	
	geprüft :	Josenhans	07/2019	

Bauherr / Projektleiter:  **Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn**
Plan gleichgestellt mit der Freigabe Nr.
Bauvorlagenberechtigter / Ebl, vom

Frank Denfeld	05.11.2020	gez. Denfeld		
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum
				Stempel/Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum
				Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):

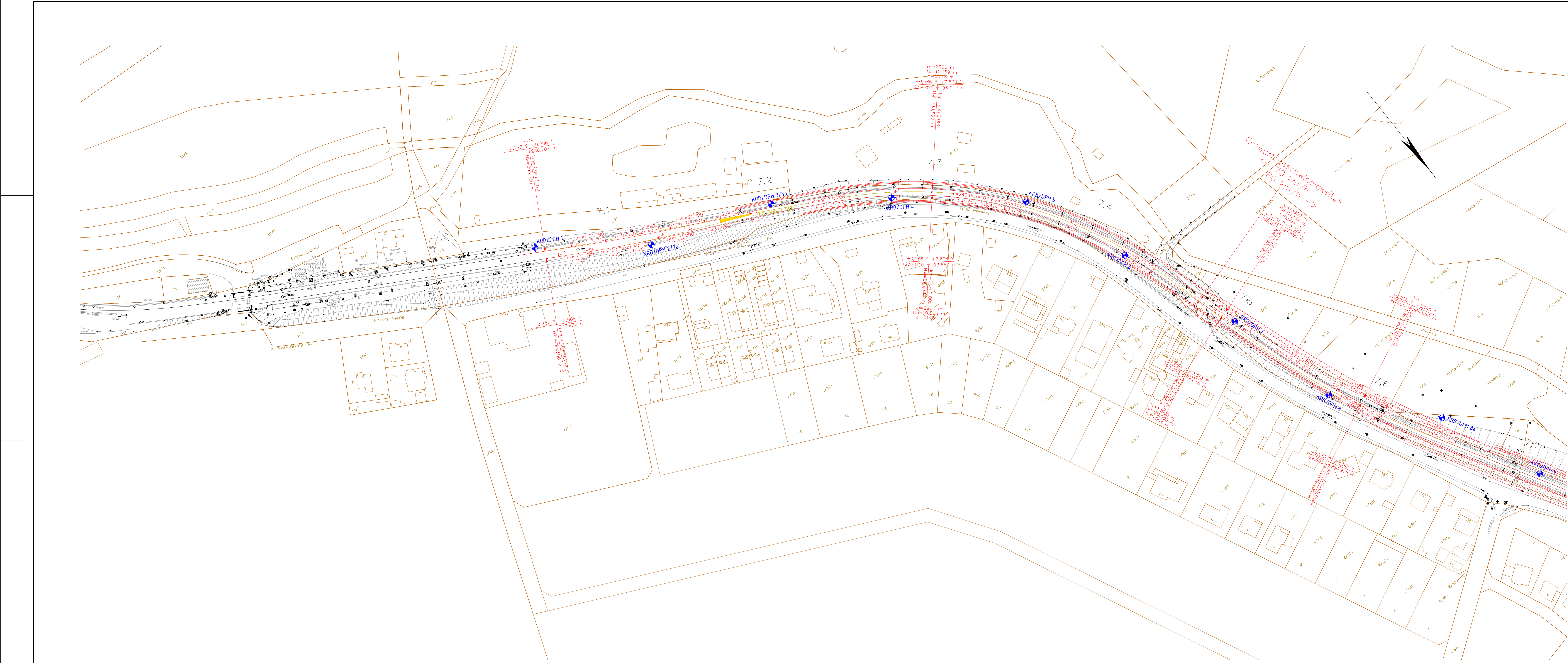
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum
				Stempel/Unterschrift


Eisenbahnbetriebsleiter (Ebl):  **Hausliche Einzelarbeiten**
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum
				Unterschrift

Auftragnehmer : Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum
				Unterschrift




Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen		Dat.	Name			
<div>DB Engineering & Consulting GmbH Umwelt-, Geotechnik & Geodäsie Region Mitte</div> <div>Saonestraße 3 60528 Frankfurt am Main Tel. +49 69 265-46977 Fax. +49 69 6319-118</div> <div>Frankfurt am Main, 21.01.2019</div> <div></div>			Anlage: 2		Blatt: 1		
			Auftragsnummer: P-F00803				
				Datum	Name		
			bearbeitet	01/2019	Ehrhardt		
			gezeichnet	01/2019	Wagner		
			geprüft	01/2019	Josefshans		
			Reg.-Nr.:				
			Ausgabe vom				
			Ersatz f.				
			Ursprung				

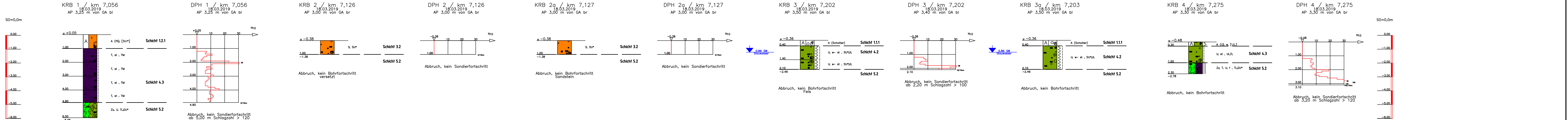
Maßstab:	Elektrifizierung Taunusbahn
1 : 1000	
Lage- und Aufschlussplan	

DB Engineering & Consulting GmbH
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
Region Mitte
Sagnestraße 3
60528 Frankfurt am Main
Tel. +49 69 265-46977
Fax. +49 69 6319-118
Frankfurt am Main, 21.01.2019

Maßstab:
1:1000
Elektrifizierung Taunusbahn
Lage- und Aufschlussplan



Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen		Dat.	Name			
<div>DB Engineering & Consulting GmbH Umwelt, Geotechnik & Geodäsie Region Mitte</div> <div>Saonestraße 3 60528 Frankfurt am Main Tel. +49 69 265-45977 Fax. +49 69 6319-118</div> <div>Frankfurt am Main, 21.01.2019</div> <div></div>			Anlage: 2		Blatt: 3		
			Auftragsnummer: P-F00893				
				Datum	Name		
			bearbeitet	01/2019	Ehrhardt		
			gezeichnet	01/2019	Wagner		
geprüft	01/2019	Josefshans					
Maßstab:	Elektrifizierung Taunusbahn						
1:1000							
Lage- und Aufschlussplan							
						Reg.-Nr.:	
						Ausgabe vom	
		Ersatz f.					
		Ursprung					



KRB 1 / km 7,056	
TIEFE	BODENART
1.00	Auffüllung (Feinsand, schluffig, mittelsandig, schwach kiesig), schwach feucht, TL2U*
2.00	Ton, schluffig, schwach feinsandig, kiesig, steil, TM, grau-braun
3.00	Ton, schluffig, mittelsandig, schwach kiesig, steil, TM, grau-braun
4.00	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, steil, TM, grau-braun
4.80	Ton, schluffig, feinsandig, kiesig, steil, TM, grau-braun
6.00	Felsensatz, Schluff, tonig, stark feinsandig, schwach kiesig, kalkhaltig, schwach feucht, TL2U*, mit Quarzbruchstücken, hellgrau

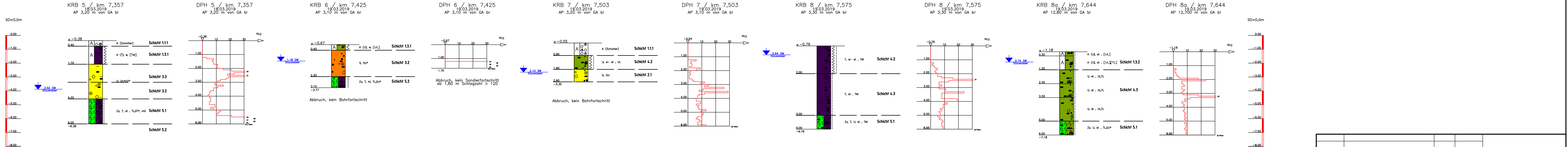
KRB 2 / km 7,126	
TIEFE	BODENART
1.00	Sand, stark schluffig, feinsandig, kiesig, schwach feucht, SU*, rotbraun

KRB 2a / km 7,127	
TIEFE	BODENART
1.00	Sand, stark schluffig, feinsandig, kiesig, schwach feucht, SU*, rotbraun

KRB 3 / km 7,202	
TIEFE	BODENART
0.40	Auffüllung (Schotter), schwach feucht
1.40	Schluff, kiesig, sandig, weich bis steil, SU*UL, braungrau
2.10	Schluff, kiesig, sandig, weich bis steil, SU*UL, braungrau

KRB 3a / km 7,203	
TIEFE	BODENART
0.40	Auffüllung (Schotter), schwach feucht
2.10	Schluff, kiesig, sandig, weich bis steil, SU*UL, braungrau

KRB 4 / km 7,275	
TIEFE	BODENART
0.30	Auffüllung (Schluff, sandig, humos), weich, UL3, dunkelbraun
1.50	Schluff, stark feinsandig- mittelsandig, schwach kiesig, steil, UL3L, schwarz
2.30	Felsensatz, Ton, Schluff, stark kiesig, feucht, TL2U*, grau



KRB 5 / km 7,357	
TIEFE	BODENART
0.40	Auffüllung (Schotter)
1.70	Auffüllung (Ton, schluffig, stark feinsandig- mittelsandig, schwach kiesig, nass, weich, TM), grau-braun
4.20	Felsensatz, Ton, schluffig, kalkhaltig, schwach feucht, GU*TM, grau
6.00	Felsensatz, Ton, schluffig, kiesig, schwach feucht bis nass, steil, TL2U*, mürbe, grau

KRB 6 / km 7,425	
TIEFE	BODENART
0.40	Auffüllung (Schluff, kiesig, stark humos), weich, UL3
2.30	Sand, schwach schluffig, schwach kiesig, schwach feucht, SU*
3.10	Felsensatz, Ton, schluffig, schwach kiesig, schwach sandig, kalkhaltig, halbfest, TL2U*, grau

KRB 7 / km 7,503	
TIEFE	BODENART
0.90	Auffüllung (Schotter), hellgrau
1.80	Schluff, schwach kiesig, sandig, humos, weich bis steil, UL, braun
2.80	Kies, sandig, schwach schluffig, öl, braun

KRB 8 / km 7,575	
TIEFE	BODENART
2.00	Ton, schluffig, kiesig, sandig, schwach feucht bis nass, weich bis steil, TM, braun
5.00	Ton, schluffig, kiesig, sandig, schwach feucht bis nass, steil, TM, braun
6.00	Felsensatz, Ton, Schluff, kiesig, sandig, schwach feucht bis nass, steil, TM, braun

KRB 8a / km 7,644	
TIEFE	BODENART
0.30	Auffüllung (Schluff, sandig, stark humos, Wurzelreste), schwach feucht, steil, UL3, dunkelbraun
1.30	Auffüllung (Schluff, kiesig, sandig, nass, steil, UL3[TL3], braun
2.30	Schluff, kiesig, sandig, steil, UL3L, braun
3.30	Schluff, kiesig, sandig, steil, UL3L, braun
5.00	Schluff, kiesig, sandig, steil, UL3L, braun
6.00	Felsensatz, Schluff, kiesig, sandig, schwach feucht, steil, TL2U*

Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen	Dat.	Name		
				Anlage: 3.1	Blatt: 1
				Auftragsnummer: P-F00803	
				Datum	Name
				bearbeitet	05/2019 Ehrhardt
				gezeichnet	05/2019 Lampe/Wa
				geprüft	07/2019 Josenhans
Maßstab: 1 : 100		Reg.-Nr.:			
		Ausgabe vom			
		Ersatz f.			
		Ursprung			

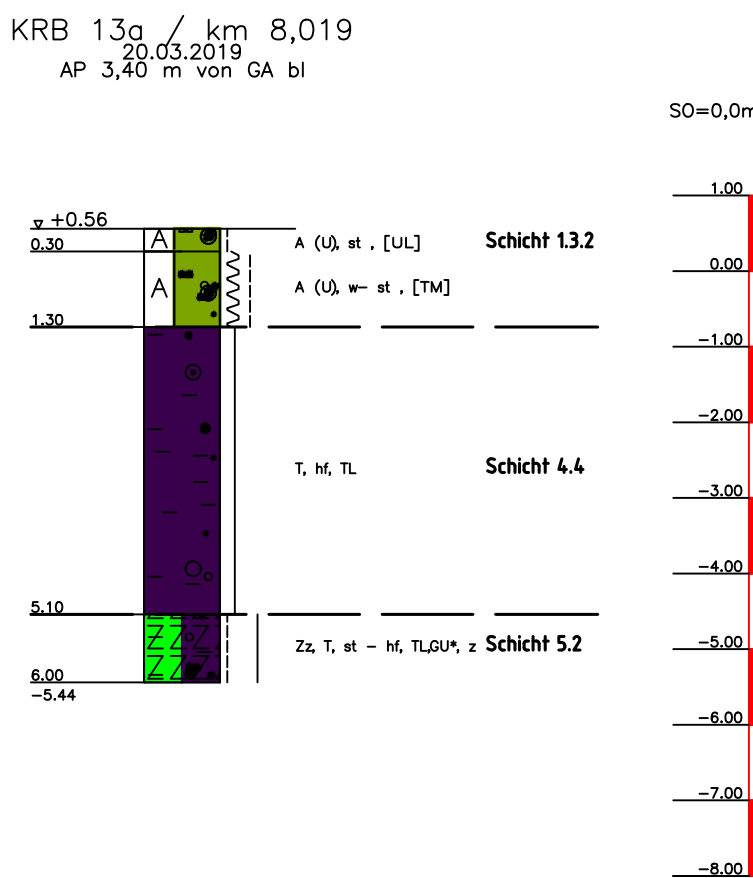
DB Engineering & Consulting GmbH
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
Region Mitte
Säonestraße 3
60528 Frankfurt am Main
Tel. +49 69 265-46978



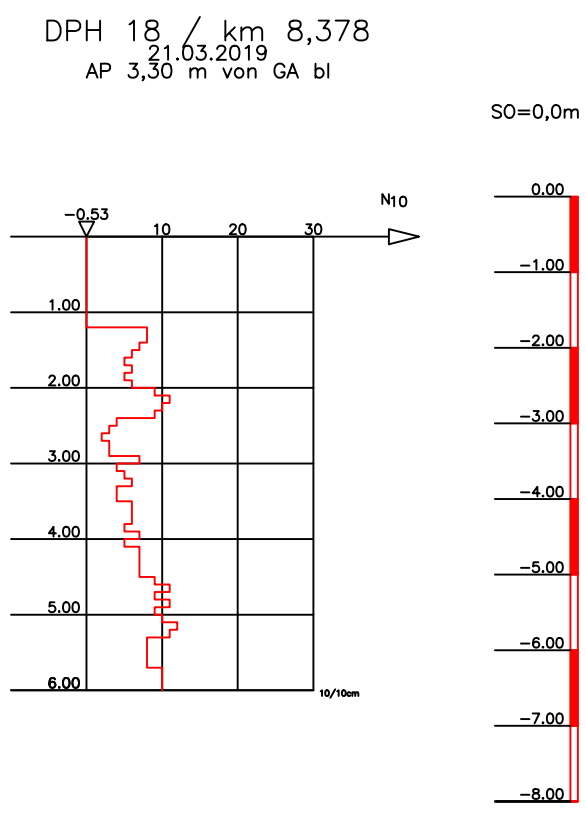
Frankfurt am Main, 10.07.2019

Elektrifizierung Taunusbahn

Bohr- und Sondierprofile

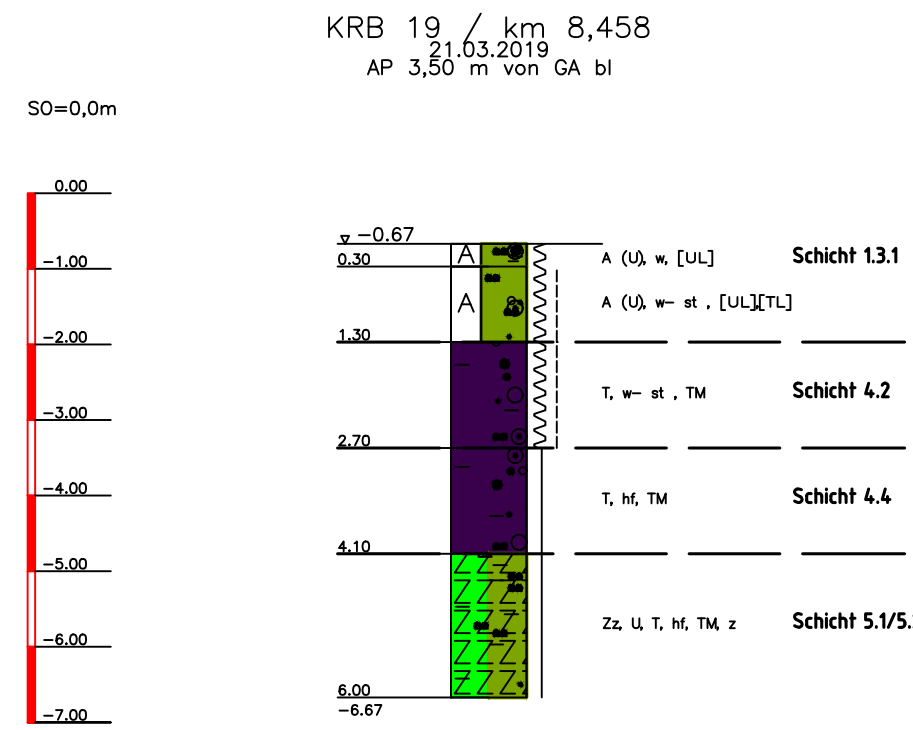


KRB 13a / km 8,019	
tiefe	Bodenart
0.30	Auffüllung (Schuff, kiesig, stark sandig, stark humos), steif, [UL], dunkelbraun
1.30	Auffüllung (Schuff, stark sandig, kiesig), weich bis steif, [TM], braun
5.10	Ton, kiesig, sandig, halbfest, TL, braun
6.00	Felzersatz, Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig, Quarzbruchstücke, steif bis halbfest, TL ₅₀₊ , zersetzt, grau

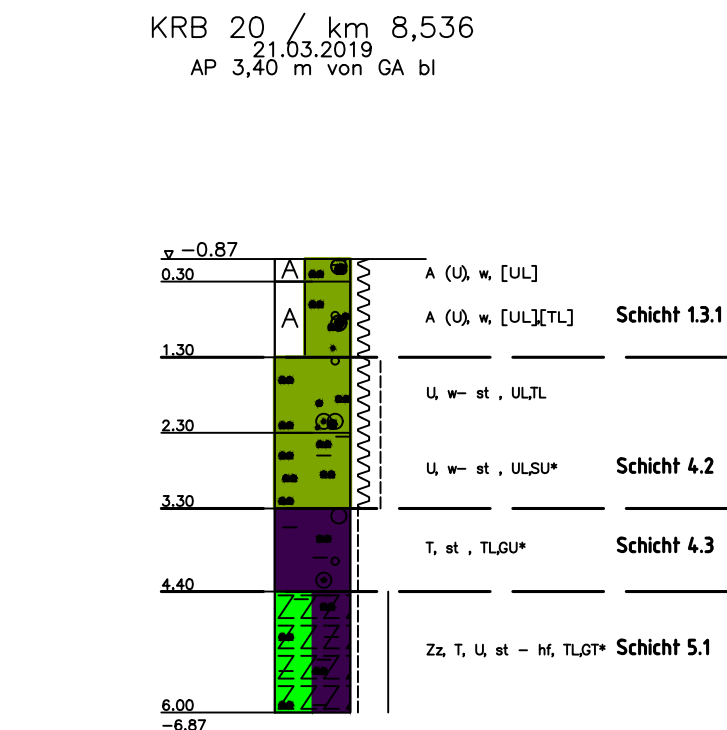
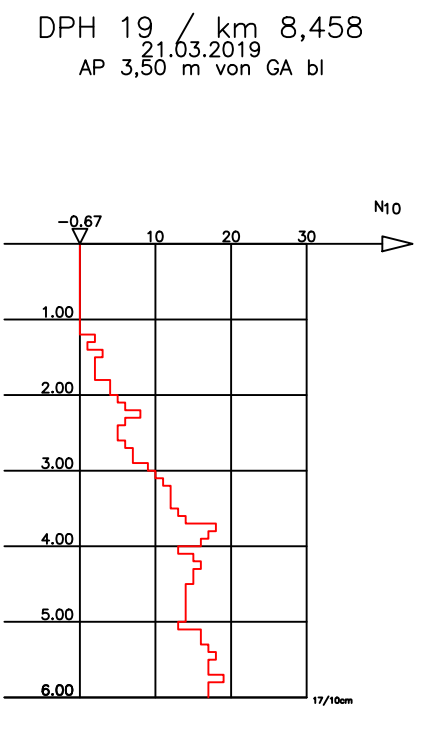


KRB 18 / km 8,378	
BODENART	
tiefe	
0.20	Auffüllung (Schuff, kiesel, sandig, humos), weich, [UL] dunkelbraun
1.50	Auffüllung (Schuff, stark feinsandig), weich bis steif, [UL][SU]
2.40	Ton, schuffig, stark kiesel, sandig, steif, TM, braun
3.80	Ton, schuffig, feinsandig, schwach tonig, schwach kiesel, weich, TM, grau
6.00	Felsersatz, Kies, sandig, schuffig, tonig, Tonschieferbruchstücke, kalkhaltig, GU ₄ ST ₂ , graubraun

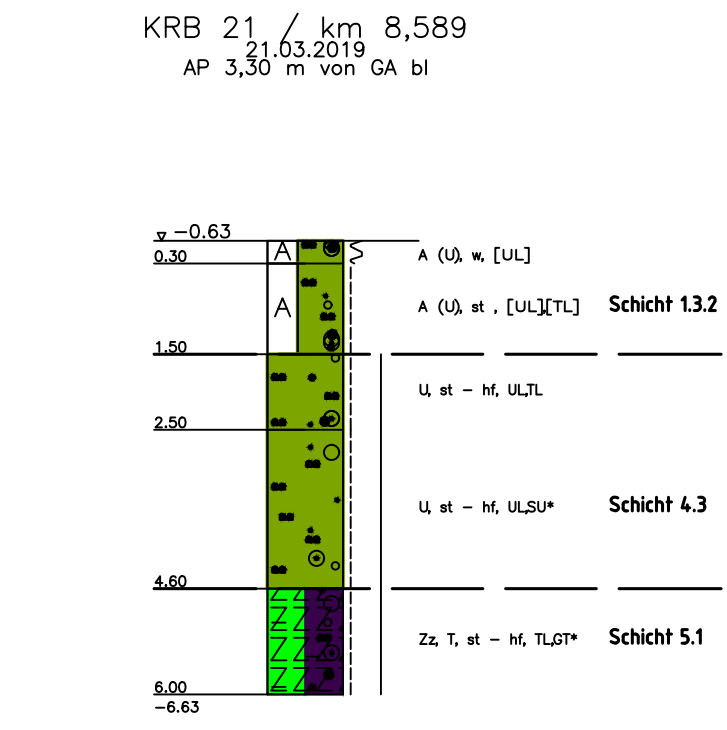
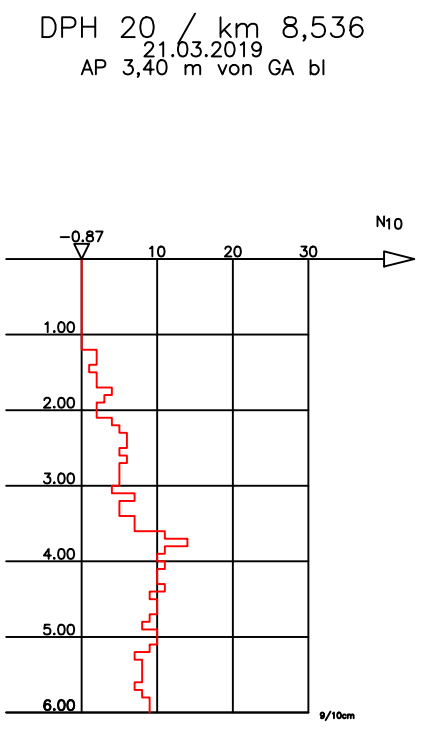




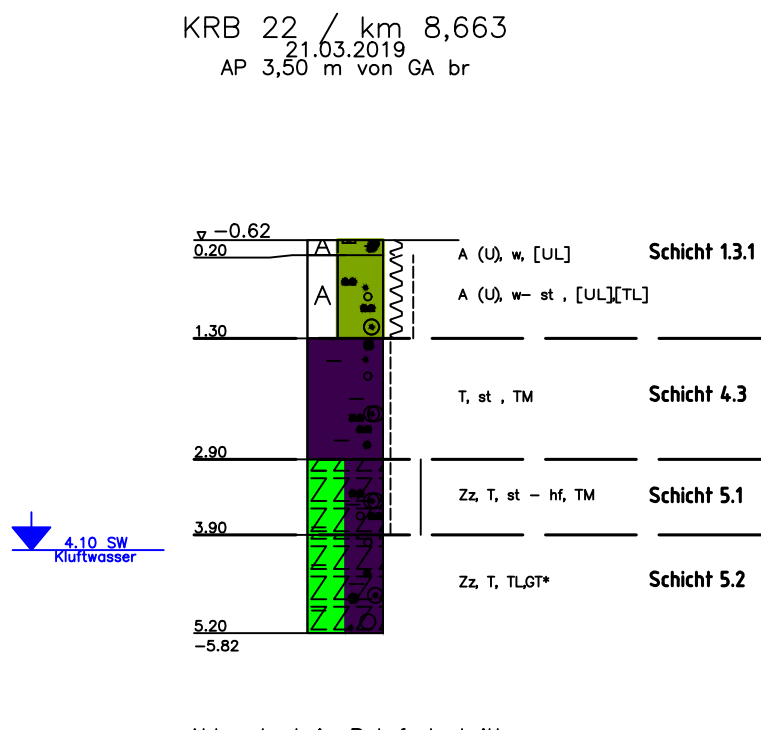
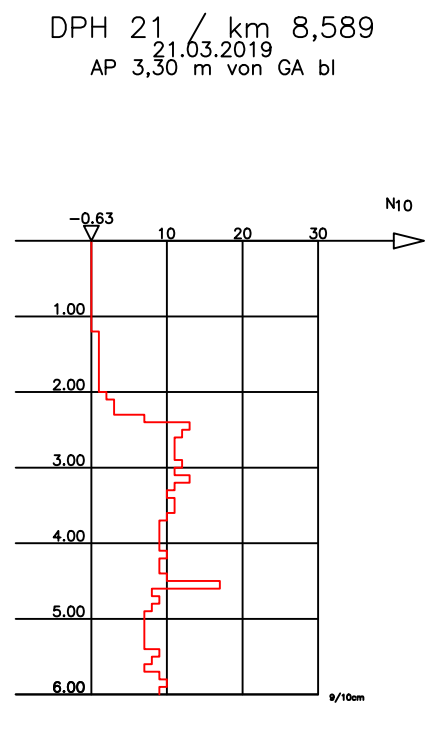
KRB 19 / km 8,458	
TIEFE	BODENART
0.30	Auffüllung (Schluff, sandig, schwach kiesig, stark humos), schwach feucht, weich [UL] dunkelbraun
1.30	Auffüllung (Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig), weich bis steif, [UL][TL] braun
2.70	Ton, schluffig, stark kiesig, sandig, weich bis steif, TM, braun
4.10	Ton, schluffig, stark kiesig, sandig, Tonsteinbruchstücke, halbfest, TM, braun
6.00	Felsersatz, Schluff, Ton, stark, tonig, stark schluffig, feinsandig, kalkhaltig, halbfest, TM, zerstückt, grau



KRB 20 / km 8,536	
TIEFE	BODENART
0.30	Auffüllung (Schluff, stark sandig, kiesig, stark humos), weich [UL], dunkelbraun
1.30	Auffüllung (Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig), steif, [UL][TL] braun
2.30	Schluff, sandig, kiesig, steif bis halbfest, UL, TL, braun
3.30	Schluff, stark feinsandig, kiesig, steif bis halbfest, UL, LU*, braun
4.40	Felsersatz, Ton, Schluff, stark, tonig, Schluffsteinbruchstücke, steif bis halbfest, TL, LU*, grau
6.00	

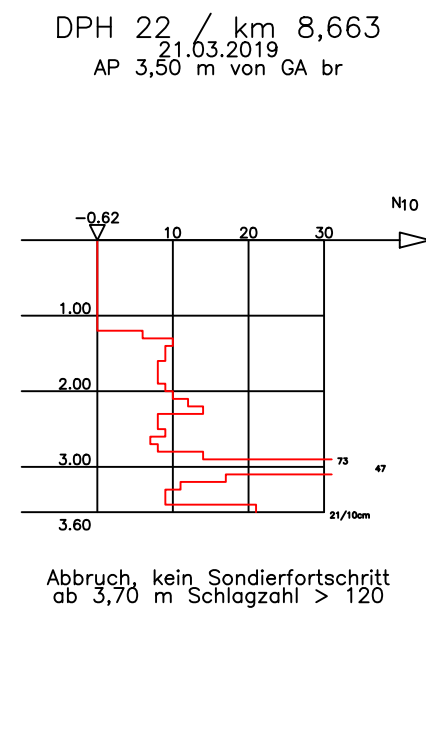


KRB 21 / km 8,589	
TIEFE	BODENART
0.30	Auffüllung (Schluff, sandig, kiesig, stark humos), weich [UL], dunkelbraun
1.50	Auffüllung (Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig), steif, [UL][TL] braun
2.50	Schluff, sandig, kiesig, steif bis halbfest, UL, TL, braun
4.60	Schluff, stark feinsandig, kiesig, steif bis halbfest, UL, LU*, braun
6.00	Felsersatz, Ton, Schluff, stark, tonig, Schluffsteinbruchstücke, steif bis halbfest, TL, LU*, grau

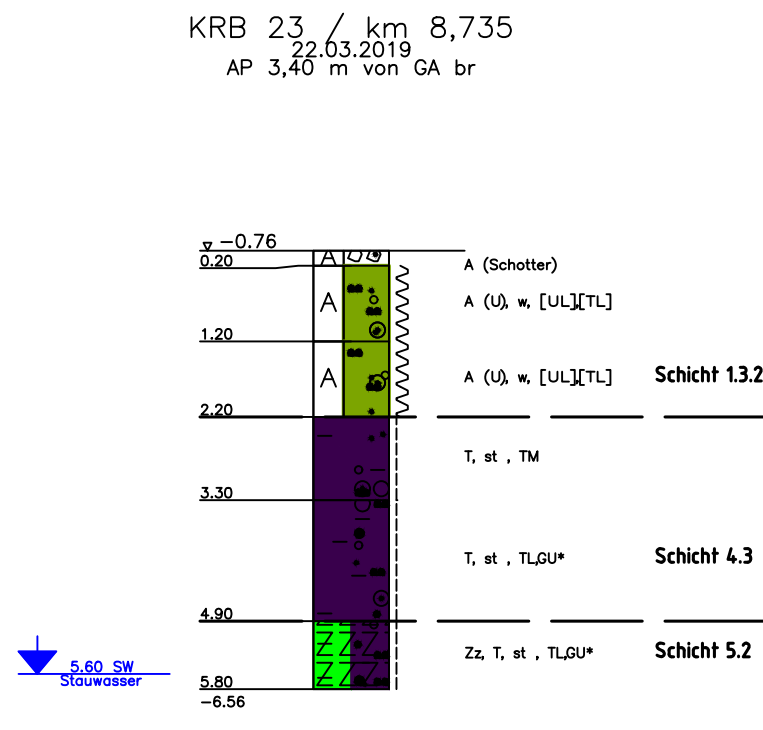


Abbruch, kein Bohrfortschritt

KRB 22 / km 8,663	
TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Schluff, sandig, kiesig, stark humos), weich [UL], dunkelbraun
1.30	Auffüllung (Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig), weich bis steif, [UL][TL] braun
2.90	Ton, stark schluffig, stark feinsandig, sandig, steif, TM, braun
3.90	Felsersatz, Ton, schluffig, kiesig, kalkhaltig, steif bis halbfest, TM, grau
5.20	Felsersatz, Ton, sandig, kiesig, kalkhaltig, TL, LU*, grau

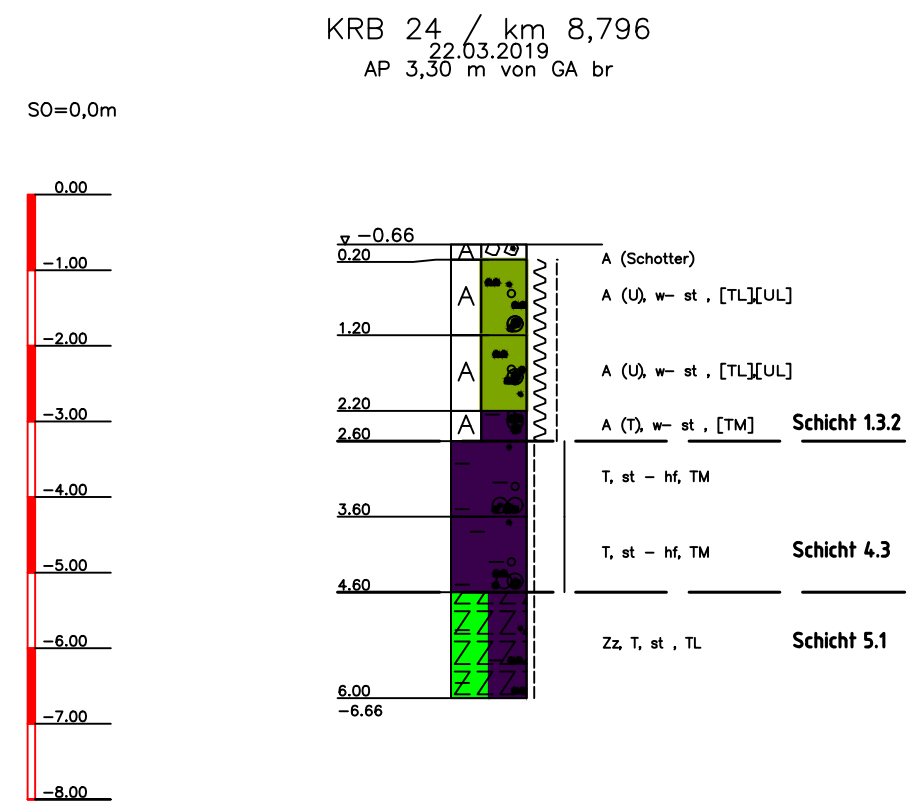
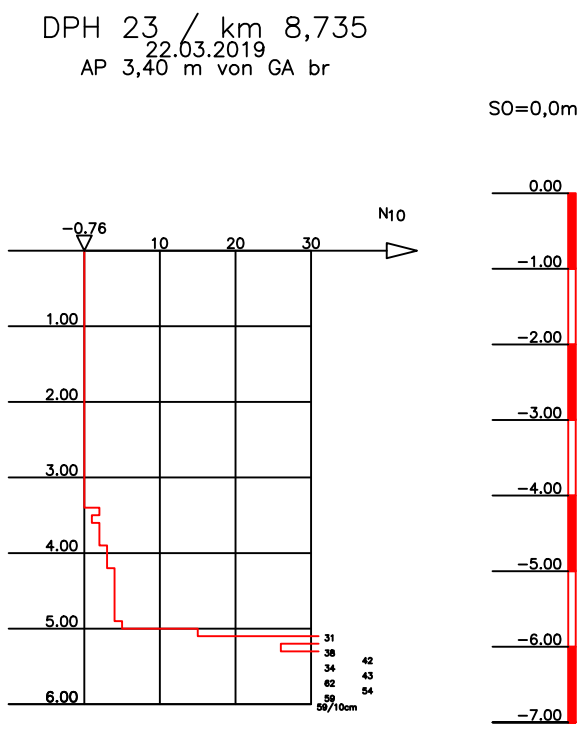


Abbruch, kein Sondierfortschritt ab 3,70 m Schlagzahl > 120

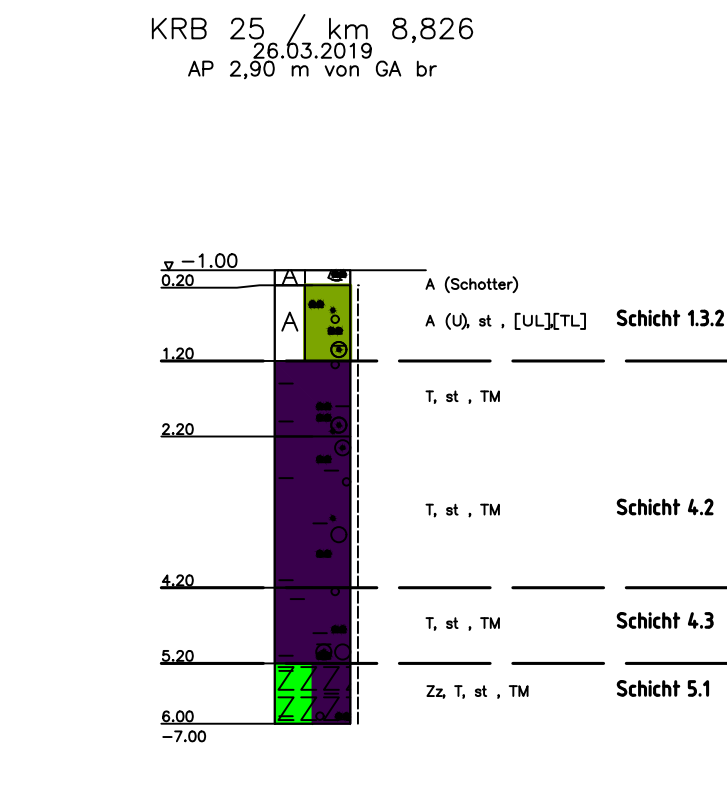
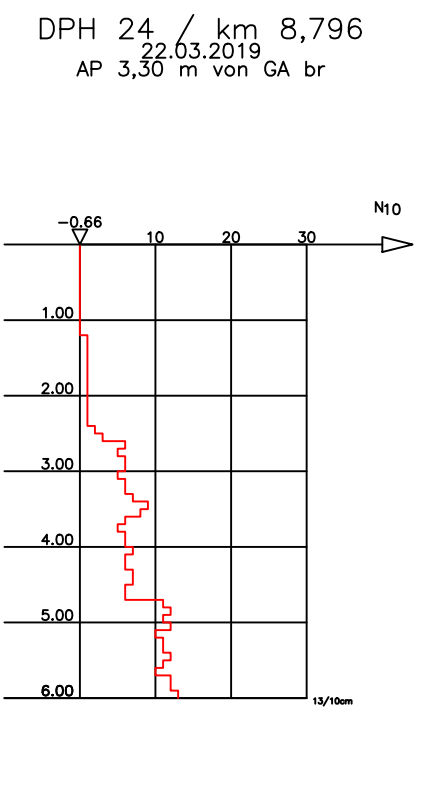


Abbruch, kein Bohrfortschritt

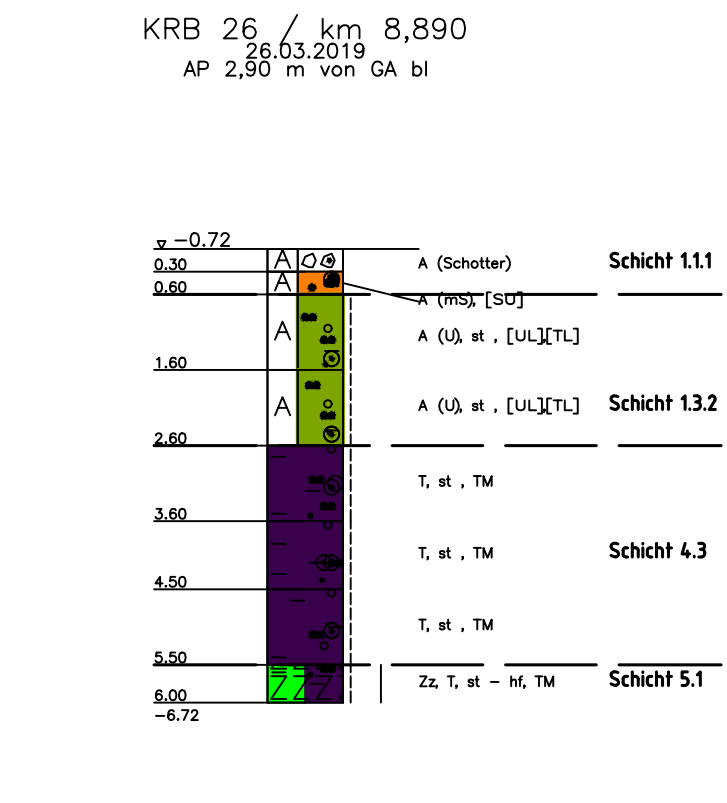
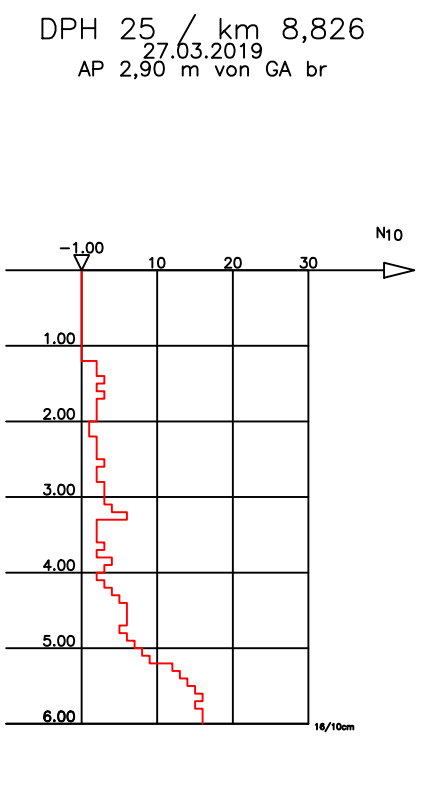
KRB 23 / km 8,735	
TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Schotter)
1.20	Auffüllung (Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig), weich [UL], hellbraun
2.20	Ton, schluffig, stark feinsandig, schwach kiesig, steif, [UL], TL, LU*, braun
3.30	Ton, schluffig, stark feinsandig, schwach kiesig, steif, TM, braun
4.90	Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig, steif, TL, LU*, grau
6.80	Felsersatz, Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig, steif, TL, LU*, grau



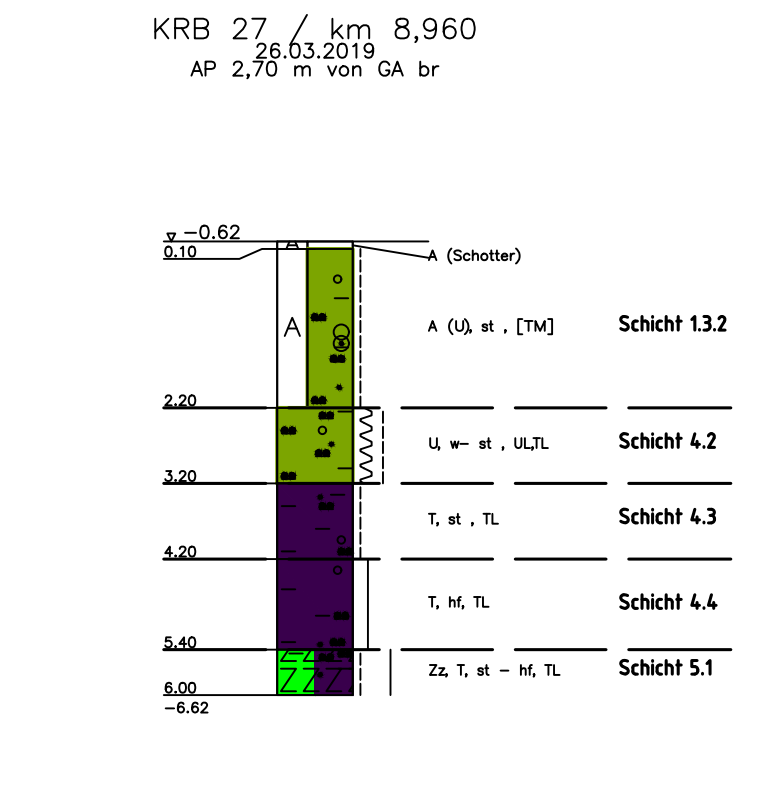
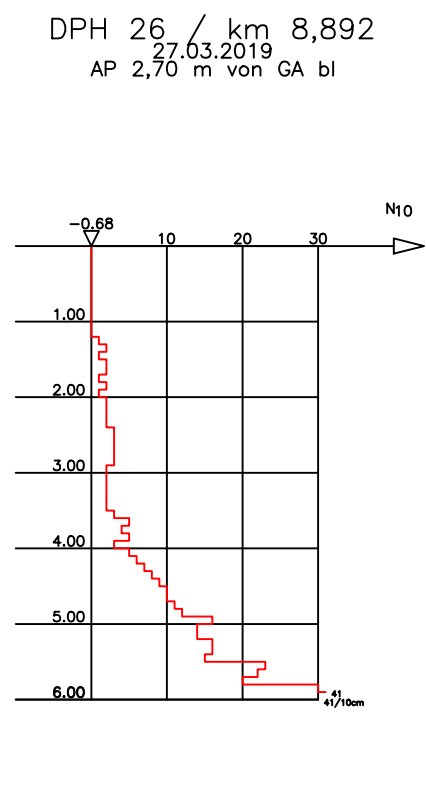
KRB 24 / km 8,796	
TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Schotter)
1.20	Auffüllung (Schluff, sandig, kiesig), weich bis steif, [TL][UL] braun
2.20	Auffüllung (Schluff, sandig, kiesig), steif bis steif, [TL][UL] braun
2.60	Auffüllung (Ton, schluffig, sandig, kiesig), weich bis steif, [TM]
3.60	Ton, schluffig, kiesig, sandig, steif bis halbfest, TM, braun
4.60	Ton, schluffig, kiesig, sandig, steif bis halbfest, TM, braun
6.00	Felsersatz, Ton, schluffig, schwach feinsandig, steif, TL, grau



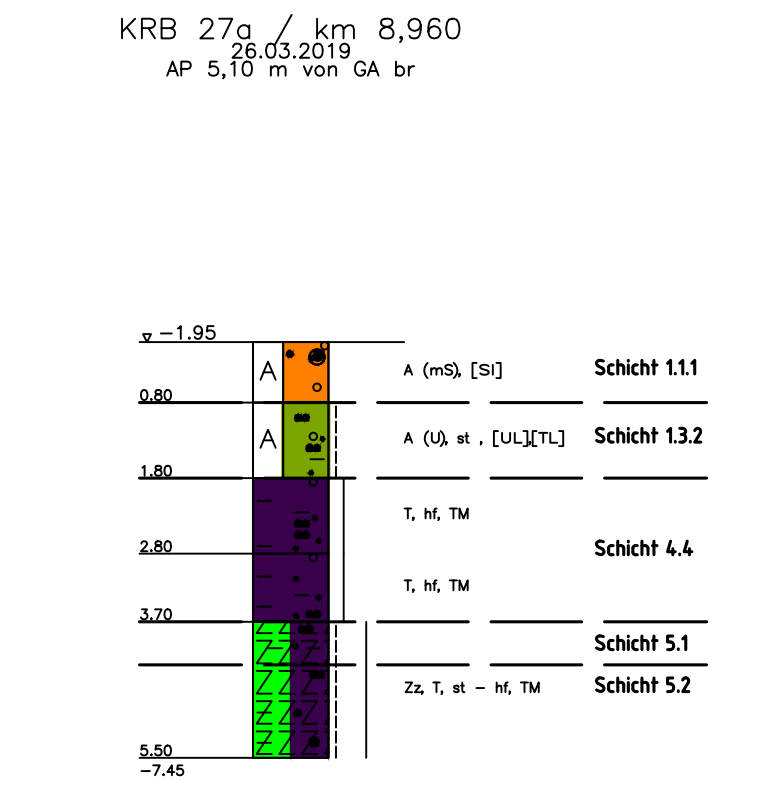
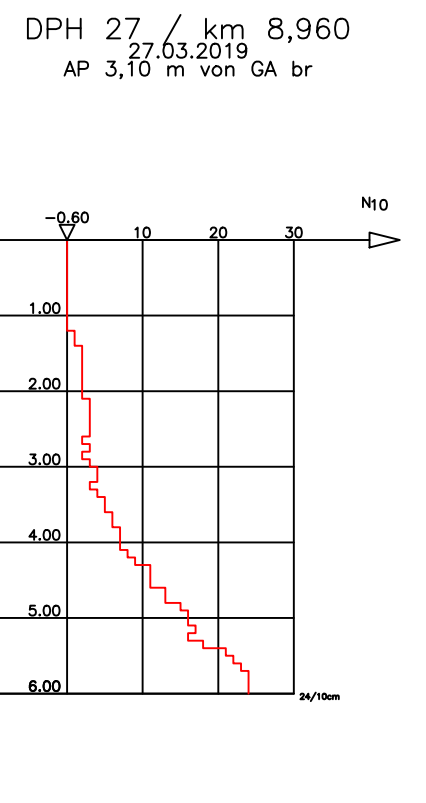
KRB 25 / km 8,826	
TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Schotter), schwach humos, schwach schluffig, trocken
1.20	Auffüllung (Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig), steif, [UL][TL], hellbraun-braun
2.20	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, steif, TM, hellbraun-braun
4.20	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, steif, TM, hellbraun-braun
5.20	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, steif, TM, hellbraun-braun
6.00	Felsersatz, Ton, schluffig, kiesig, steif, TM, grau-hellbraun



KRB 26 / km 8,890	
TIEFE	BODENART
0.30	Auffüllung (Schotter)
0.60	Auffüllung (Mittelsand, feinsandig) - schwach grobsandig, schwach schluffig, schwach kiesig, schwach feucht, [S] rot
1.60	Auffüllung (Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig), steif, [UL][TL] braun
2.60	Auffüllung (Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig), steif, [UL][TL] braun
3.60	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, steif, TM, braun
4.50	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, steif, TM, braun
5.50	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, steif, TM, braun
6.00	Felsersatz, Ton, schluffig, schwach feinsandig, steif bis halbfest, TM, hellgrau-braun

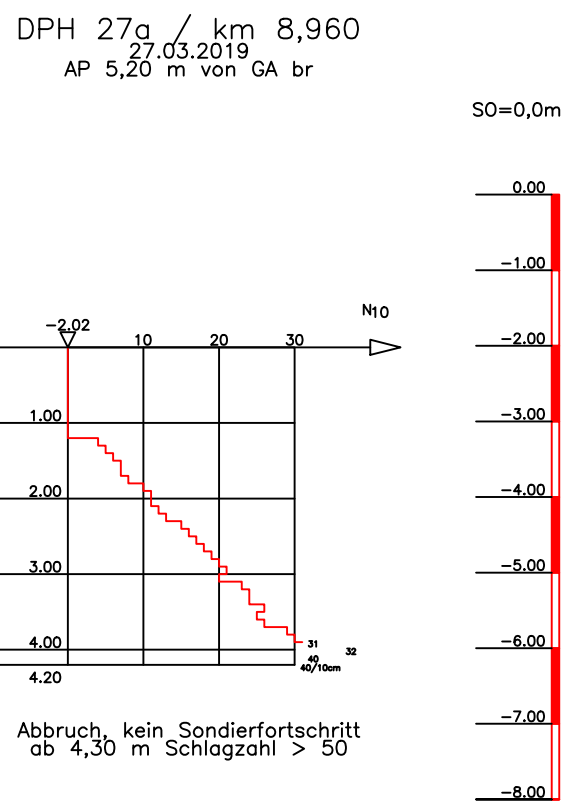


KRB 27 / km 8,960	
TIEFE	BODENART
0.10	Auffüllung (Schotter)
0.10	Auffüllung (Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig), steif, [TM] braun
1.80	Auffüllung (Schluff, tonig, feinsandig) - schwach feinsandig, schwach feinkiesig, steif, [UL][TL] hellbraun
4.20	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, steif, TL, hellbraun
5.40	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, steif, TL, hellbraun
6.00	Felsersatz, Ton, schluffig, schwach schluffig, schwach feinsandig, steif bis halbfest, TL



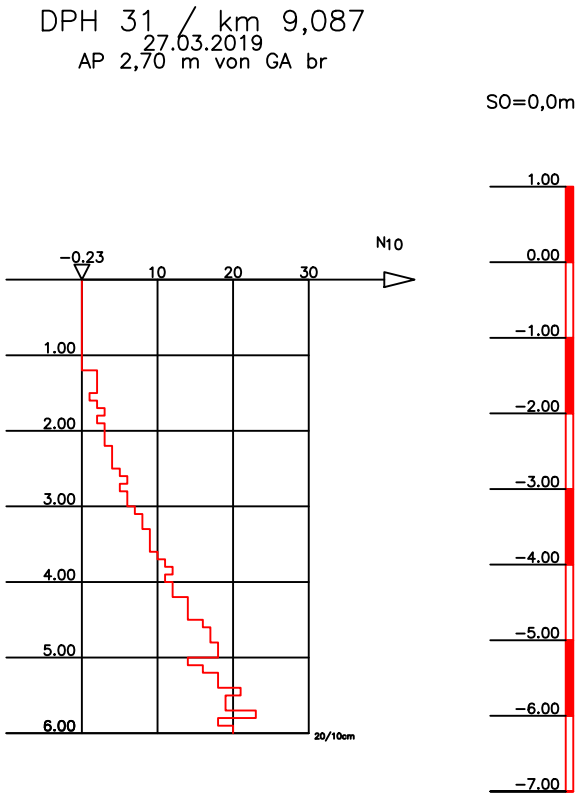
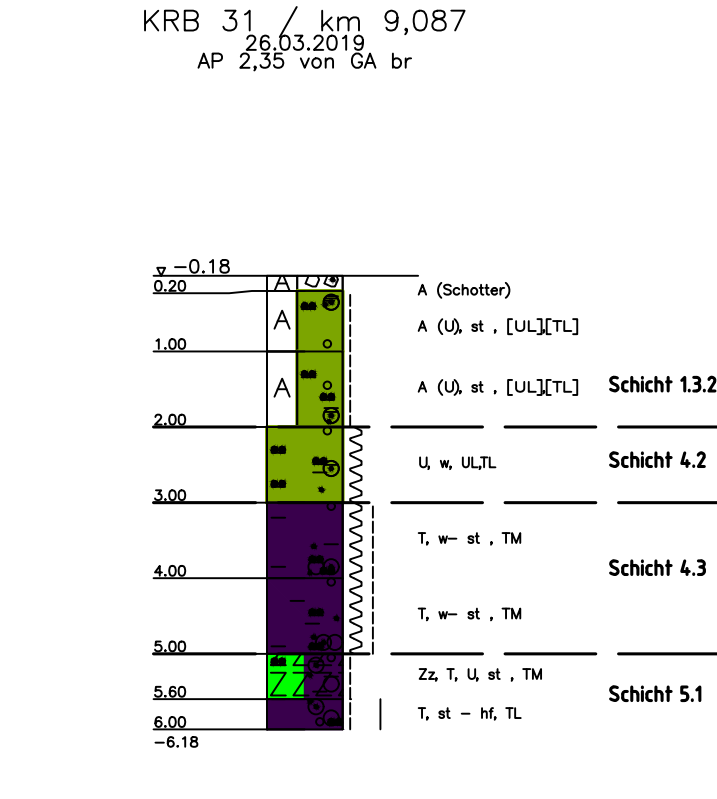
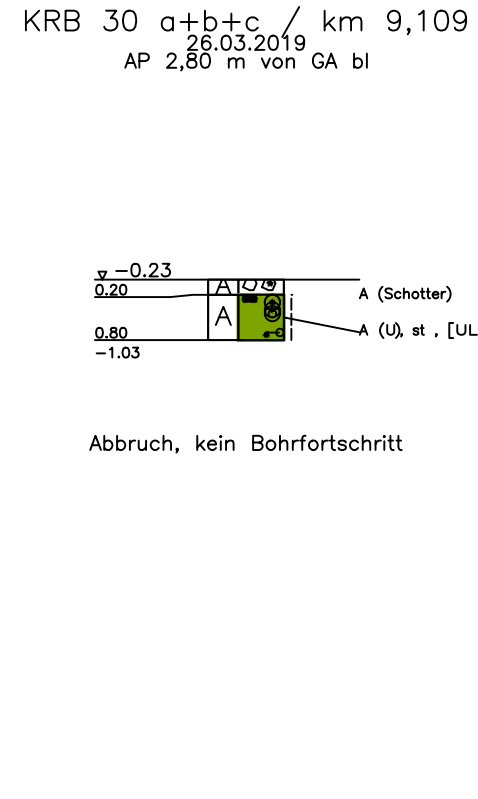
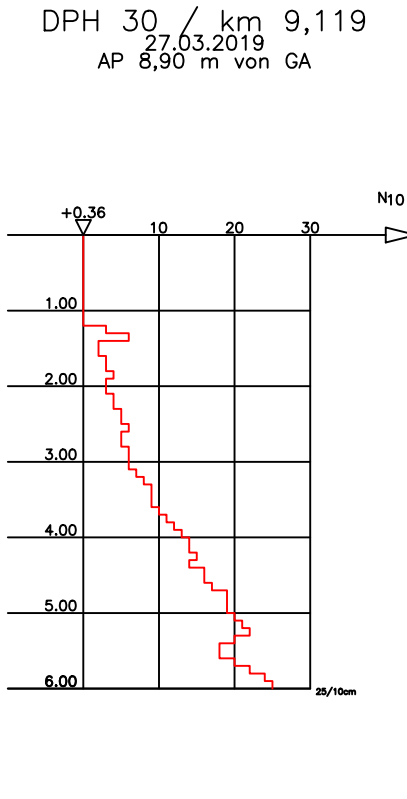
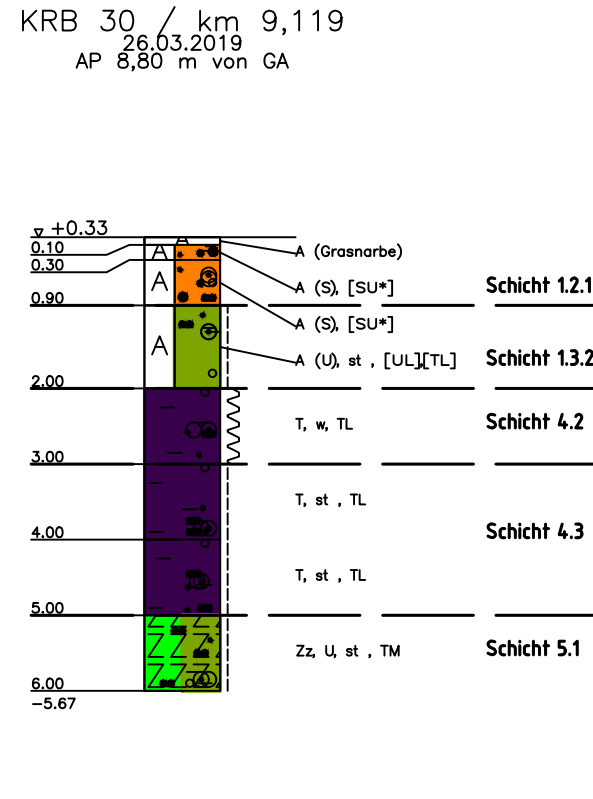
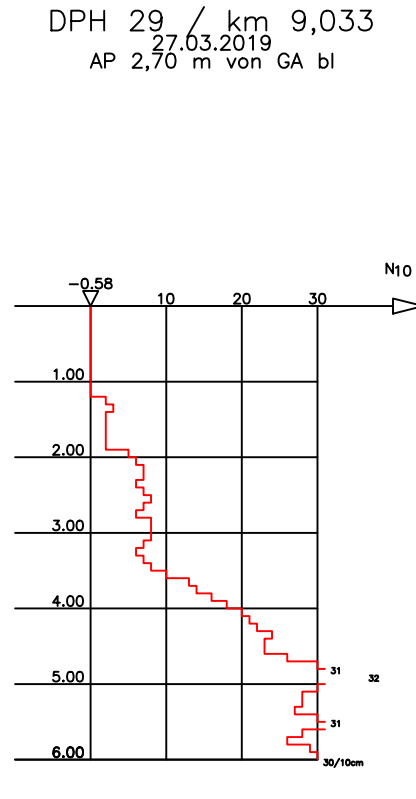
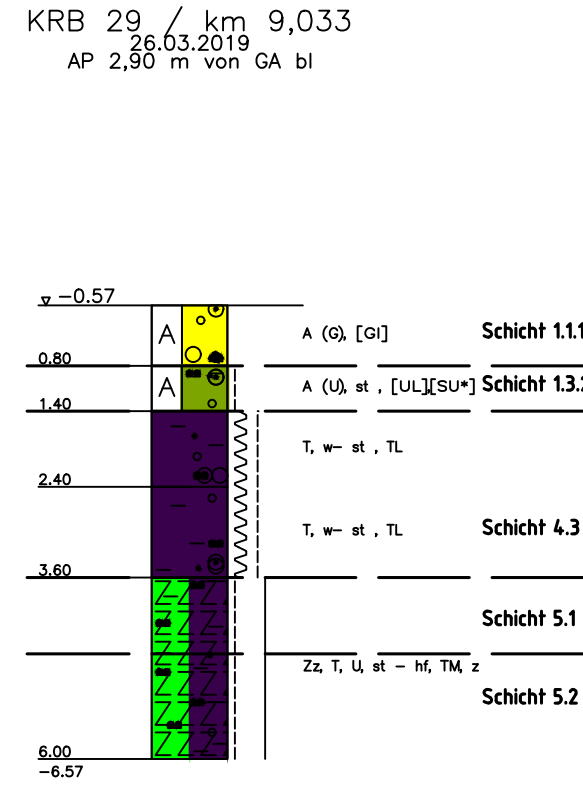
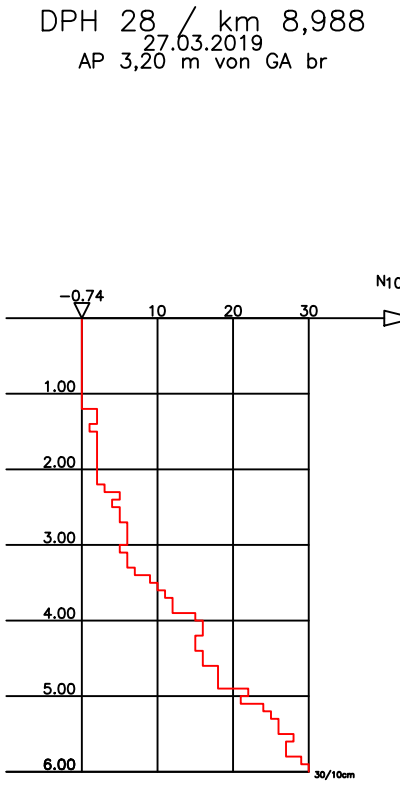
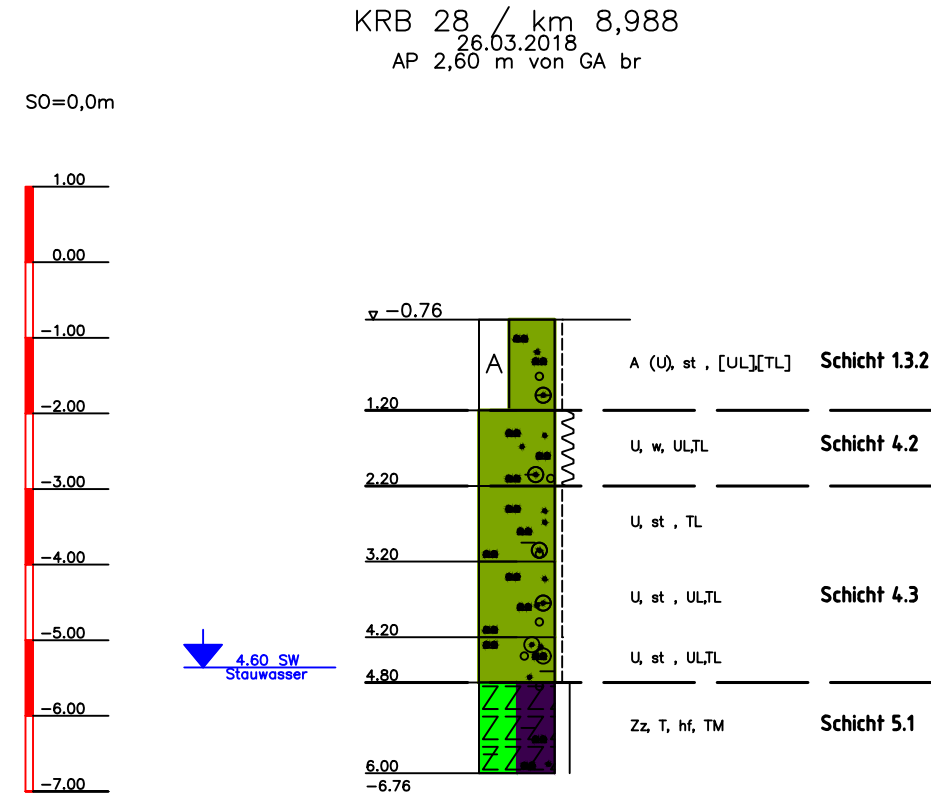
Abbruch, kein Bohrfortschritt

KRB 27a / km 8,960	
TIEFE	BODENART
0.80	Auffüllung (Mittelsand, stark feinsandig) - schwach grobsandig, humos, klebrig, schwach feinsandig, schwach feucht, [S]
1.80	Auffüllung (Schluff, tonig, feinsandig) - schwach feinsandig, schwach feinkiesig, steif, [UL][TL] hellbraun
2.80	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, steif, TL, hellbraun
3.70	Ton, schluffig, feinsandig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, steif, TM, hellbraun
5.50	Felsersatz, Ton, schluffig, schwach sandig, steif bis halbfest, TM, hellbraun



Abbruch, kein Sondierfortschritt ab 4,30 m Schlagzahl > 50

Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen		Dat.	Name		
<div>DB Engineering & Consulting GmbH Umwelt, Geotechnik & Geodäsie Region Mitte Saonestraße 3 60528 Frankfurt am Main Tel. +49 69 265-46978</div> <div>Frankfurt am Main, 10.07.2019</div>				Anlage: 3.1	Blatt: 3	
				Auftragsnummer: P-F00803		
					Datum	Name
				bearbeitet:	05/2019	Ehrhardt
				gezeichnet:	05/2019	Lampe/Wa
				geprüft:	07/2019	Josenhans
Maßstab: 1:100	Elektrifizierung Taunusbahn Bohr- und Sondierprofile				Reg.-Nr.:	
					Ausgabe vom	
					Ersatz f.	
					Ursprung	



TIEFE	BODENART
1.20	Auffüllung (Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig Kohlereste), steif, [UL][TL], braun
2.20	Schluff, tonig, feinsandig, schwach feinsandig, schwach kiesig, kalkhaltig, weich, ULTL, braun
3.20	Schluff, tonig, feinsandig, schwach feinsandig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif, TL, braun
4.20	Schluff, tonig, feinsandig, schwach feinsandig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif, ULTL, braun
4.80	Schluff, tonig, feinsandig, schwach feinsandig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif, ULTL, braun
6.00	Felzersatz, Ton, schluffig, schwach schluffig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, kalkhaltig, halbfest, TM, hellbraun

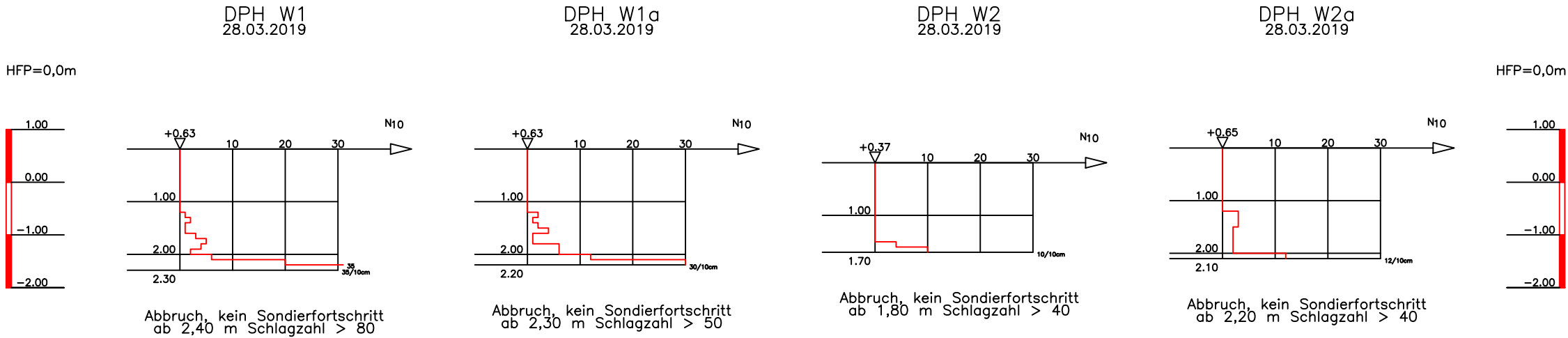
TIEFE	BODENART
0.80	Auffüllung (Kies, stark grobsandig, mittelsandig, schwach feinsandig, schwach schluffig, Schlackereste), [G], grau
1.40	Auffüllung (Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig, Schiefereste), steif, [UL][SU*], hellbraun
2.40	Ton, feinsandig, schluffig, schwach kiesig, weich bis steif, TL, hellbraun
3.60	Ton, feinsandig, schluffig, schwach kiesig, weich bis steif, TL, hellbraun
6.00	Felzersatz, Ton, Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, steif bis halbfest, TM, zersetzt, hellbraun

TIEFE	BODENART
0.10	Auffüllung (Grasnarbe)
0.30	Auffüllung (Sand, stark grobkiesig, schwach humos), [SU*]
0.90	Betonreste, graubraun
2.00	Auffüllung (Sand, schwach schluffig, stark kiesig, schwach humos, schwach Ziegeleste), schwach feucht, [SU*], graubraun
3.00	Auffüllung (Schluff, feinsandig, tonig, schwach tonig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif, [UL][TL], hellbraun
4.00	Ton, feinsandig, schluffig, schwach kiesig, kalkhaltig, weich, TL, hellbraun
5.00	Ton, feinsandig, schluffig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif, TL, hellbraun
6.00	Felzersatz, Schluff, feinsandig, tonig, schwach tonig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif, TM, hellbraun

TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Schotter)
0.80	Auffüllung (Schluff, tonig, feinsandig, kiesig, schwach kiesig, Kohlereste), steif, [UL][TL], graubraun

TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Schotter)
1.00	Auffüllung (Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig, schwach humos, steif, [UL][TL], hellbraun
2.00	Auffüllung (Schluff, feinsandig, tonig, schwach tonig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif, [UL][TL], hellbraun
3.00	Schluff, feinsandig, tonig, schwach tonig, schwach kiesig, kalkhaltig, weich, ULTL, hellbraun
4.00	Ton, feinsandig, schluffig, schwach kiesig, kalkhaltig, weich bis steif, TM, hellbraun
5.00	Ton, feinsandig, schluffig, schwach kiesig, kalkhaltig, weich bis steif, TM, hellbraun
5.60	Felzersatz, Ton, Schluff, feinsandig, tonig, schwach tonig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif, TM, hellbraun
6.00	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif bis halbfest, TL, hellbraun

Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen	Dat.	Name
DB Engineering & Consulting GmbH Umwelt, Geotechnik & Geodäsie Region Mitte Saonestraße 3 60528 Frankfurt am Main Tel. +49 69 265-66978			
Frankfurt am Main, 10.07.2019			
Anlage: 3.1 Blatt: 4 Auftragsnummer: P-F00803			
bearbeitet 05/2019 Ehrhardt gezeichnet 05/2019 Lampe/Wa geprüft 07/2019 Josenhans			
Reg.-Nr.:			
Ausgabe vom			
Ersatz f.			
Ursprung			



DPH_W2
28.03.2019

+0.37

1.00

1.70

1.70

10/10cm

N10

10

20

30

Abbruch, kein Sondierfortschritt
ab 1,80 m Schlagzahl > 40

DPH_W2a
28.03.2019

HFP=0,0m

+0.65

1.00

2.00

2.10

12/10cm

N10

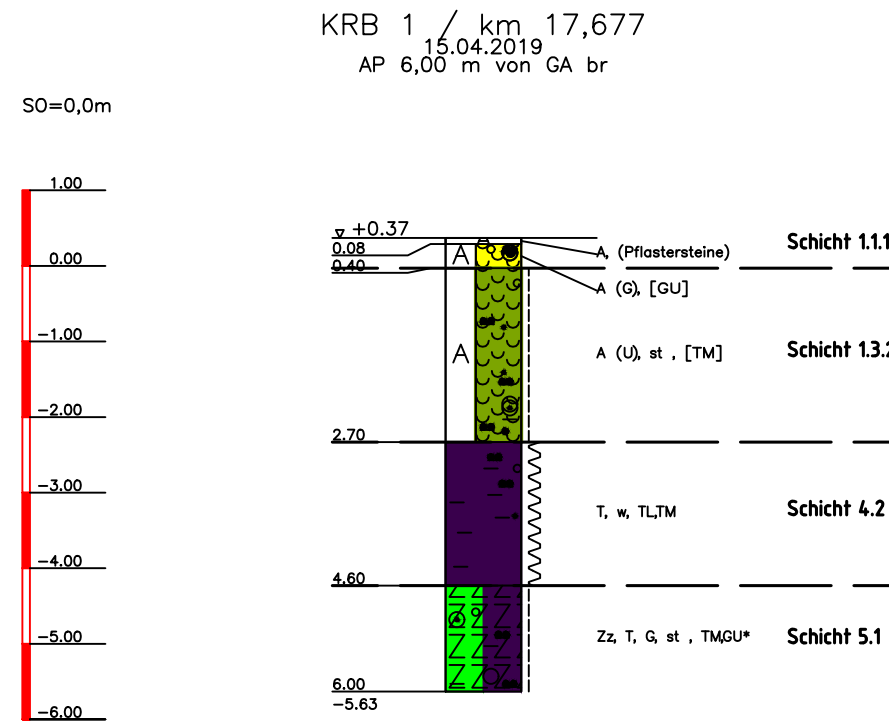
10

20

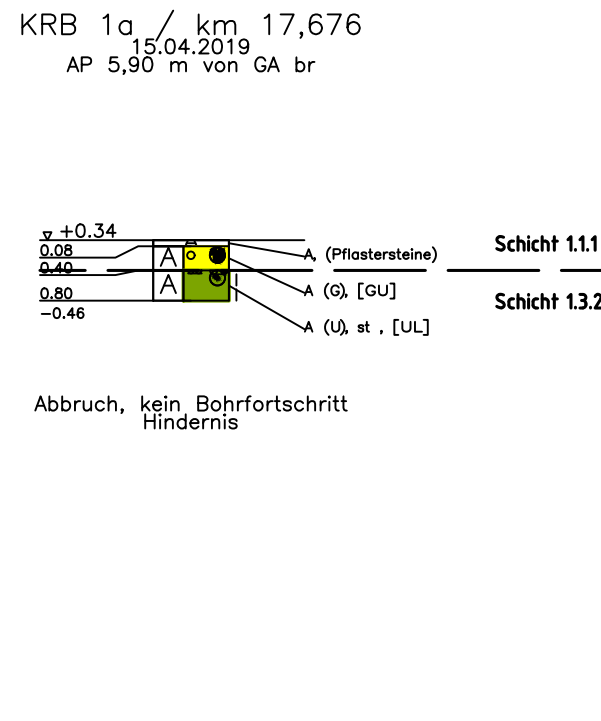
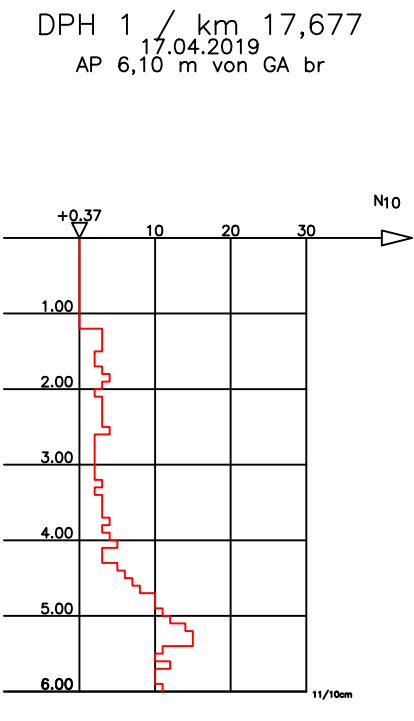
30

Abbruch, kein Sondierfortschritt
ab 2,20 m Schlagzahl > 40

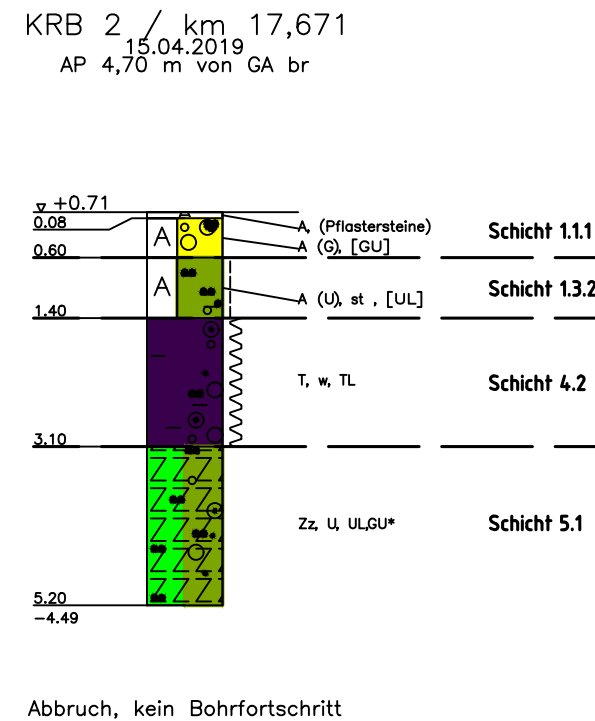
Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen	Dat.	Name			
<div>DB Engineering & Consulting GmbH</div> <div>Umwelt, Geotechnik & Geodäsie</div> <div>Region Mitte</div> <div>Saonestraße 3</div> <div>60528 Frankfurt am Main</div> <div>Tel. +49 69 265-46978</div> <div>Frankfurt am Main, 10.07.2019</div> <div>DB</div>				Anlage: 3.1	Blatt: 5	
				Auftragsnummer: P-F00803		
					Datum	Name
				bearbeitet	05/2019	Ehrhardt
				gezeichnet	05/2019	Lampe/Wa
				geprüft	07/2019	Josenhans
Maßstab:	Elektrifizierung Taunusbahn			Reg.-Nr.:		
1 : 100				Ausgabe vom		
					Ersatz f.	
				Ursprung		



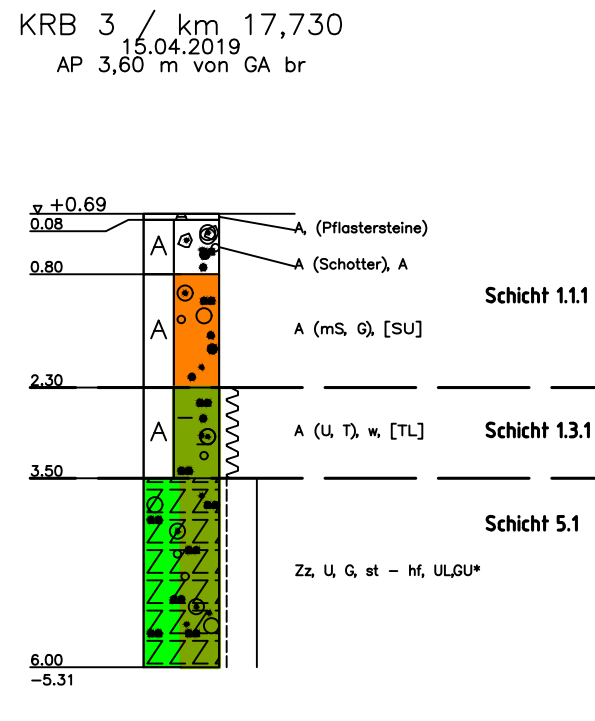
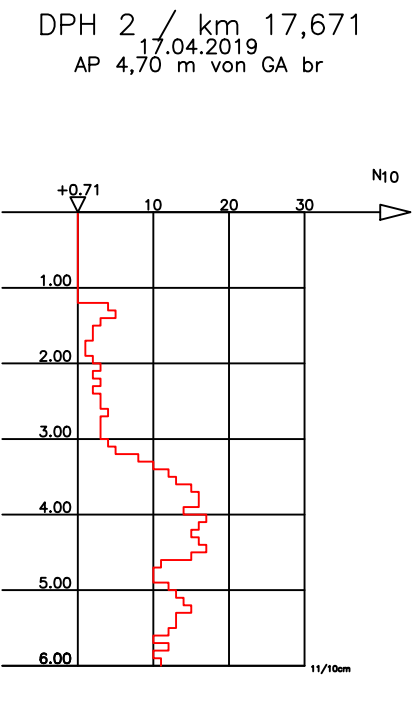
KRB 1 / km 17,677	
TIEFE	BODENART
0.08	Auffüllung (Pflastersteine)
0.40	Auffüllung (Kies, grobsandig- schwach mittelsandig- schwach feinsandig, schwach schluffig, Splitt), trocken, [GU], grau
2.70	Auffüllung (Schluff, feinsandig- schwach mittelsandig, schwach tonig, schwach kiesig, Ziegeleste, Kohle, Splitt), schwach feucht, steif, [TM], hellbraun
4.60	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, schwach feucht, weich, TL, TM, hellbraun
6.00	Felzersatz, Ton, Kies, schluffig, schwach feucht, steif, TM, GUS*



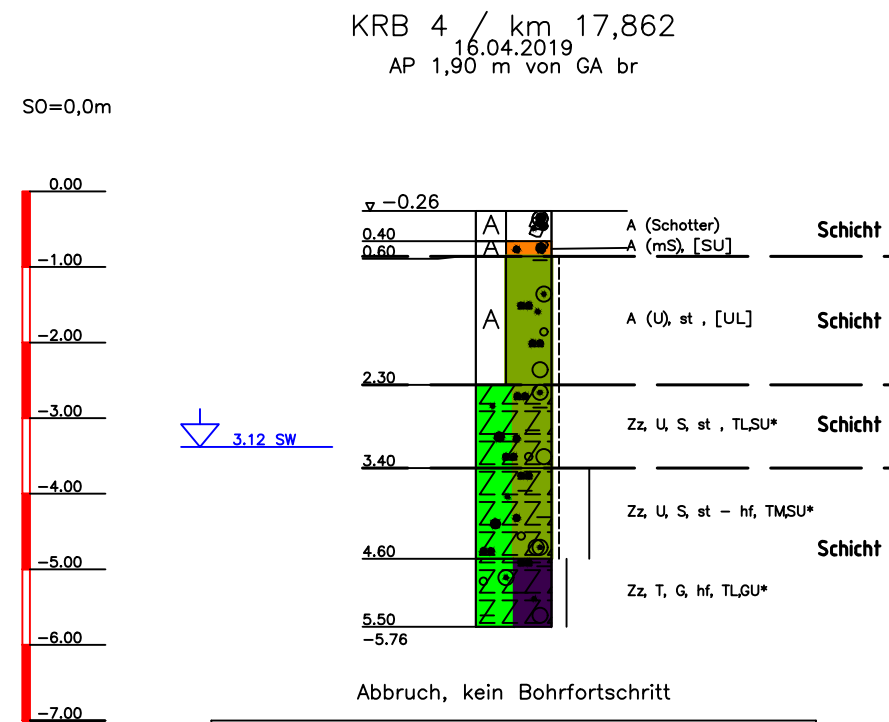
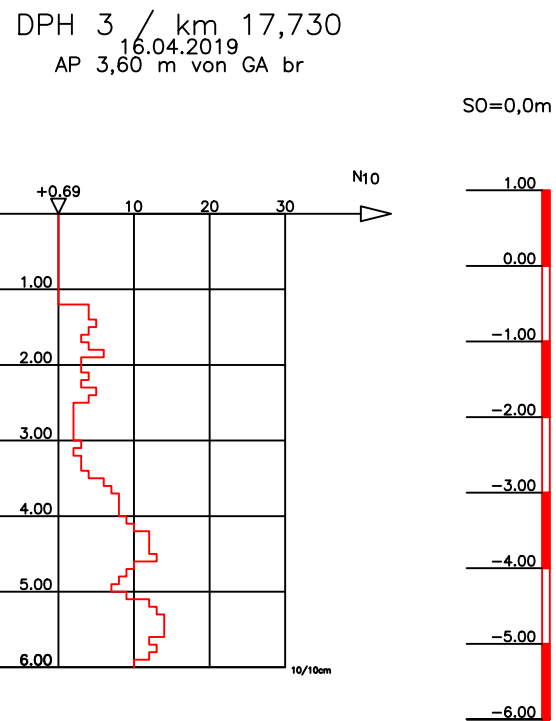
KRB 1a / km 17,676	
TIEFE	BODENART
0.08	Auffüllung (Pflastersteine)
0.40	Auffüllung (Kies, mittel- bis grobsandig- schwach feinsandig, schwach schluffig, trocken, [GU], grau
0.80	Auffüllung (Schluff, stark feinsandig- mittelsandig, schwach kiesig, schwach tonig, schwach feucht, steif, [UL], hellbraun



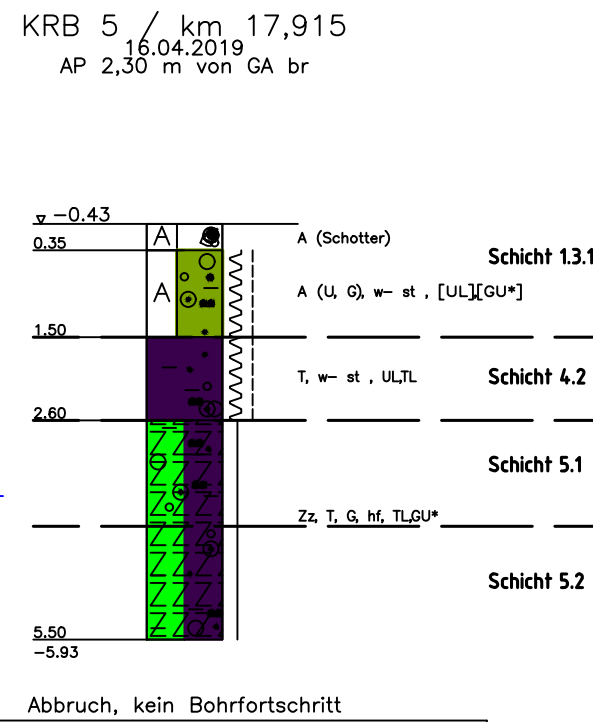
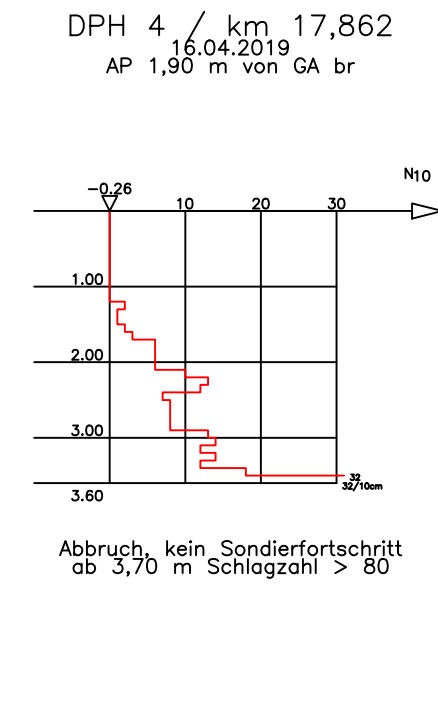
KRB 2 / km 17,671	
TIEFE	BODENART
0.08	Auffüllung (Pflastersteine)
0.60	Auffüllung (Kies, Betonbruch, grobsandig- schwach mittelsandig- schwach feinsandig, schwach schluffig, trocken, [GU], grau-braun
1.40	Auffüllung (Schluff, mittelsandig, schwach tonig, schwach kiesig, schwach feucht, steif, [UL], graubraun
3.10	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, schwach feucht, weich, TL, graubraun
5.20	Felzersatz, Schluff, stark kiesig, feinsandig, kalkhaltig, trocken, UL, GUS*, hellbraun



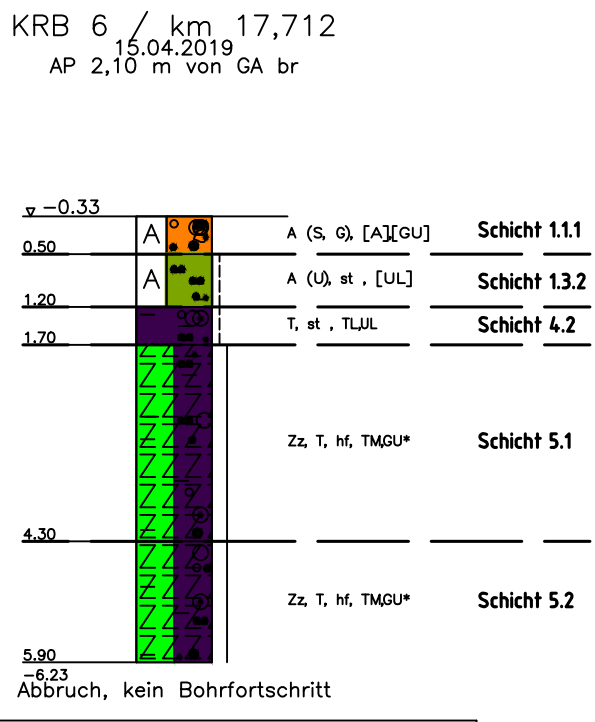
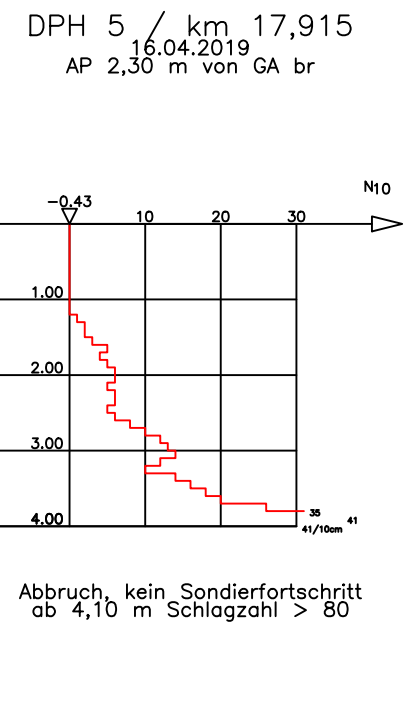
KRB 3 / km 17,730	
TIEFE	BODENART
0.08	Auffüllung (Pflastersteine)
0.80	Auffüllung (Schotter, Kies, mittel- bis grobsandig- schwach feinsandig, sehr schwach schluffig, kalkhaltig, trocken, A, hellgrau
2.30	Auffüllung (Mittelsand, Kies, grobsandig- schwach feinsandig, schwach schluffig, schwach feucht, [SU], schwarzgrau
3.50	Auffüllung (Schluff, Ton, schwach feinsandig- schwach mittelsandig, schwach kiesig, schwach feucht, weich, [TL], graubraun
6.00	Felzersatz, Schluff, Kies, feinsandig, kalkhaltig, trocken, steif bis halbfest, UL, GUS*, hellbraun



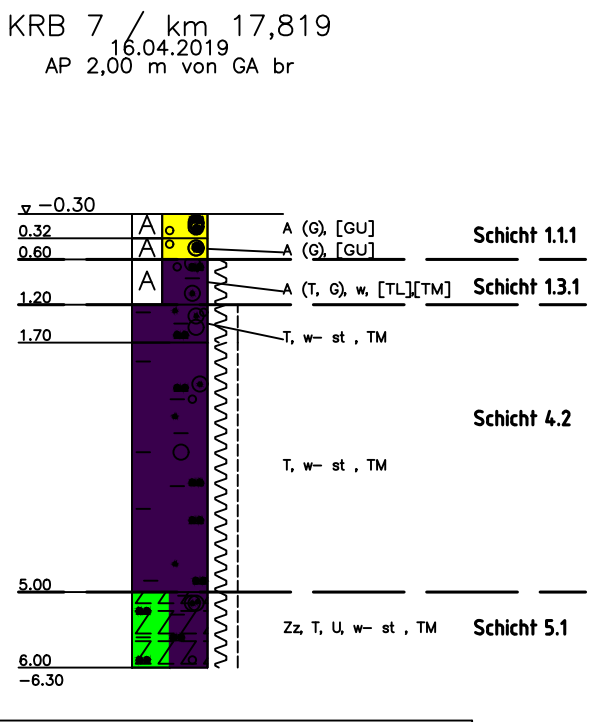
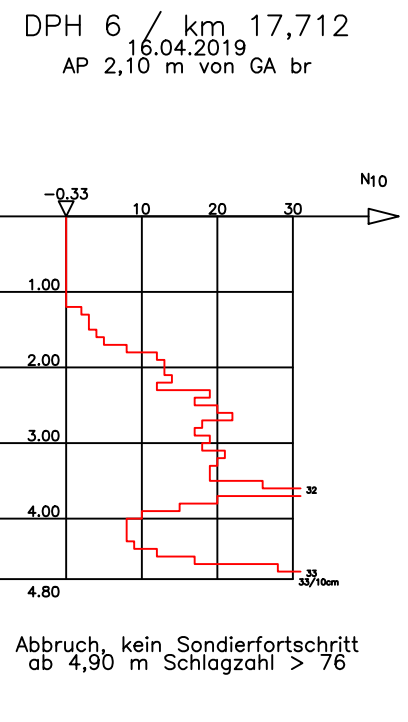
KRB 4 / km 17,862	
TIEFE	BODENART
0.40	Auffüllung (Schotter, kiesig, sehr schwach sandig, sehr schwach humos), trocken, grau
0.60	Auffüllung (Mittelsand, grobsandig- schwach feinsandig, schwach kiesig), feucht, [SU], braun
2.30	Auffüllung (Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig), schwach feucht, steif, [UL], grau-petrol
3.40	Felzersatz, Schluff, Sand, tonig- schwach tonig, schwach kiesig, schwach feucht bis naß, steif, TL, SU*, hellbraun
4.60	Felzersatz, Schluff, Sand, tonig- schwach tonig, schwach kiesig, schwach feucht bis naß, steif bis halbfest, TMSU*, hellbraun
5.50	Felzersatz, Ton, Kies, schluffig, schwach feinsandig, schwach feucht, halbfest, TL, GUS*, grau



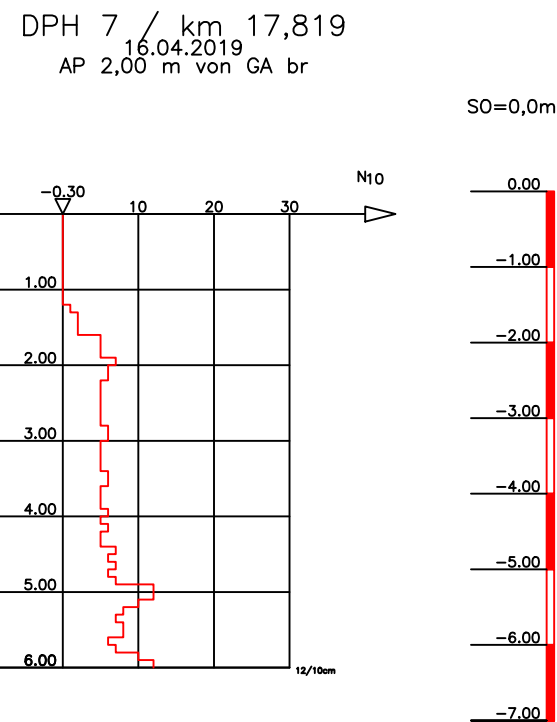
KRB 5 / km 17,915	
TIEFE	BODENART
0.35	Auffüllung (Schotter, kiesig, schwach sandig, schwach humos), trocken, grau
1.50	Auffüllung (Schluff, Kies, tonig, schwach feinsandig- schwach mittelsandig), feucht, weich bis steif, [UL], GUS*, graubraun
2.60	Ton, schluffig, feinsandig- schwach feinsandig, schwach kiesig, feucht, weich bis steif, UL, TL, braun
5.50	Felzersatz, Schluff, Ton, Kies, schluffig, feinsandig, trocken bis naß, halbfest, TL, GUS*, hellbraun-graubraun



KRB 6 / km 17,712	
TIEFE	BODENART
0.50	Auffüllung (Sand, Kies, schwach schluffig, Schotter), feucht, [A], [GU], dunkelbraun
1.20	Auffüllung (Schluff, tonig, feinsandig- schwach mittelsandig, Ziegeleste), schwach feucht, steif, [UL], hellbraun-grau
1.70	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, schwach feucht, steif, TL, UL, hellbraun
4.30	Felzersatz, Ton, schluffig, sandig, stark kiesig, kalkfrei, trocken, halbfest, TM, GUS*, hellbraun
5.90	Felzersatz, Ton, schluffig, sandig, stark kiesig, kalkfrei, trocken, halbfest, TM, GUS*, hellbraun



KRB 7 / km 17,819	
TIEFE	BODENART
0.32	Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig, schwach humos, Schotter), trocken, [GU], grau
0.80	Auffüllung (Kies, grobsandig- schwach mittelsandig, Schlackereiste), feucht, [GU], schwarz
1.20	Auffüllung (Ton, Kies, feinsandig, schluffig, Schlackereiste), schwach feucht, weich, [TL], [TM], [GU], graubraun
1.70	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, weich bis steif, TM, braun
5.00	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach kiesig, weich bis steif, TM, braun
6.00	Felzersatz, Ton, Schluff, schwach feinsandig, schwach kiesig, weich bis steif, TM, braun



Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen	Dat.	Name			
<div>DB Engineering & Consulting GmbH</div> <div>Umwelt, Geotechnik & Geodäsie Region Mitte</div> <div>Saonestraße 3 60528 Frankfurt am Main Tel. +49 69 265-46978</div> <div>Frankfurt am Main, 10.07.2019</div>				Anlage: 3.2	Blatt: 1	
				Auftragsnummer: P-F000803		
					Datum	Name
				bearbeitet	04./2019	Bohné
				gezeichnet	04./2019	Lampe
				geprüft	07./2019	Josenhans
Maßstab: 1: 100	<div>Elektrifizierung Taunusbahn</div> <div>Bf Usingen</div> <div>Bohr- und Sondierprofile</div>			Reg.-Nr.:		
				Ausgabe vom		
					Ersatz f.	
					Ursprung	

Projekt :
**Elektrifizierung Taunusbahn
von Friedrichsdorf - Usingen**

f			
e			
d			
c			
b			
a			
Index	Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: Zweigleisiger Ausbau zwischen Saalburg unf Wehrheim

Planungsphase :	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	Anlage 3.2 Blatt 2 von 2	Index:	-
Planart:	Bohr- und Sondierprofile	Maßstab:	1 : 100	Strecke:	9374
		Km:			

Planersteller:	PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
	PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	bearbeitet :	Ehrhardt	07/2019	
		gezeichnet :	Lampe	07/2019	
		geprüft :	Josenhans	07/2019	

Bauherr / Projektleiter:	VHT	Planersteller:	PG Elektrifizierung Taunusbahn
			Plan gleichgestellt mit der Freigabe Nr. Bauvorlagenberechtigter / Ebl. vom

Frank Denfeld	05.11.2020	gez. Denfeld			
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):

Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):

Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA

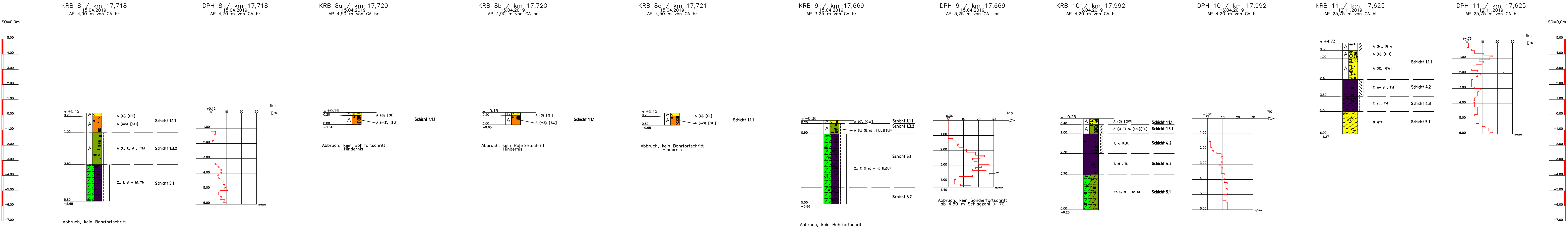
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift

Eisenbahnbetriebsleiter (Ebl):
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift

Auftragnehmer : Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift



TIEFE	BODENART
0,20	Auffüllung (Kies, schwach humos), [GE]
1,30	Auffüllung (Mittelsand, schwach schluffig, grobsandig- feinsandig, kiesig- schwach kiesig, Betonreste, Ziegelreste, Schlackereste), schwach feucht, [SU] dunkelgrau
3,40	Auffüllung (Schluff, Ton, schwach feinsandig, schwach kiesig), steif, [TM] braun
5,80	Felsensatz, Ton, schluffig, feinsandig, Kies, Quarzbruchstücke, Tonsteinbruchstücke, schwach feucht, steif bis halbfest, TM, hellbraun

TIEFE	BODENART
0,20	Auffüllung (Kies, schwach humos), [GE]
0,80	Auffüllung (Mittelsand, fein- bis grobsandig, kiesig- schwach kiesig, schwach schluffig, Betonreste, Ziegelreste), schwach feucht, [SU] dunkelgrau

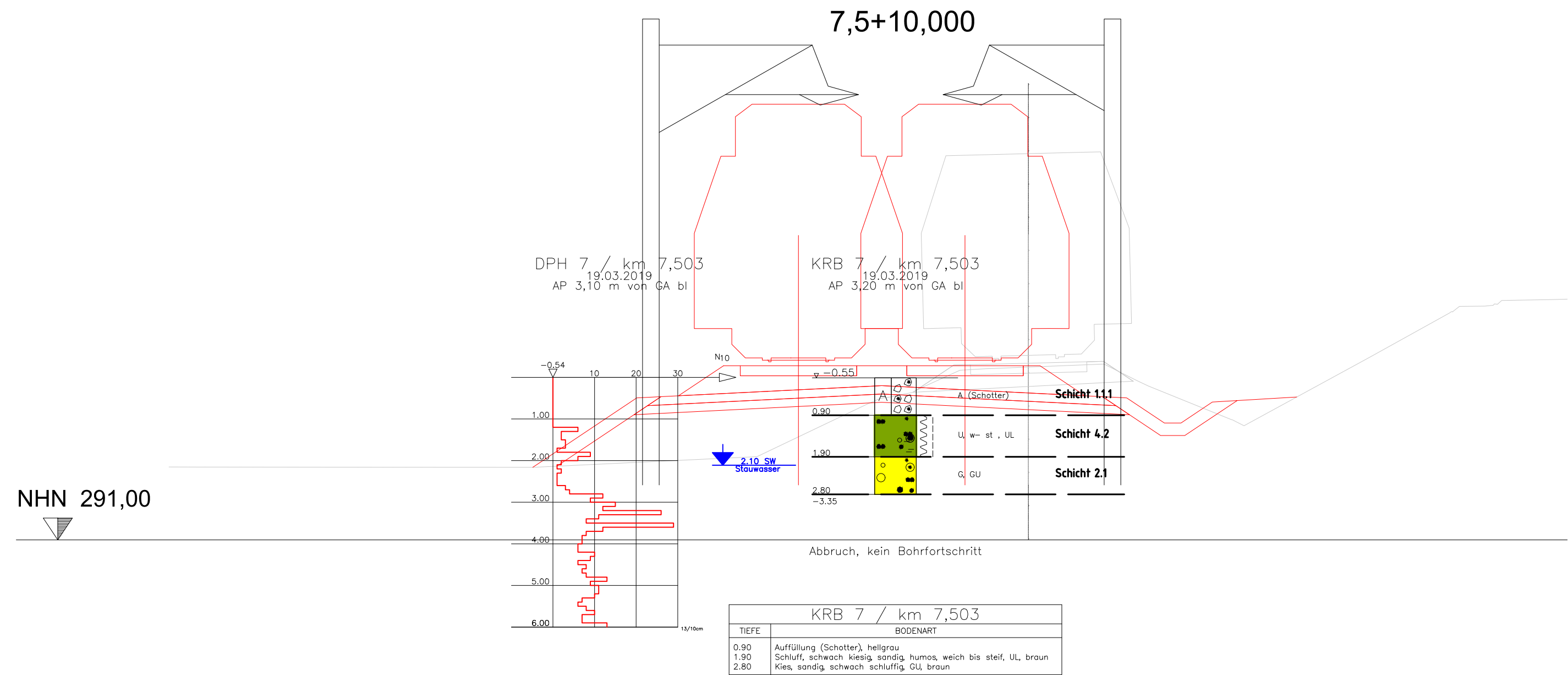
TIEFE	BODENART
0,20	Auffüllung (Kies, schwach humos), [GE]
0,80	Auffüllung (Mittelsand, fein- bis grobsandig, kiesig- schwach kiesig, schwach schluffig, Betonreste, Ziegelreste), schwach feucht, [SU] dunkelgrau

TIEFE	BODENART
0,20	Auffüllung (Kies, schwach humos), [GE]
0,80	Auffüllung (Mittelsand, fein- bis grobsandig, kiesig- schwach kiesig, schwach schluffig, Betonreste, Ziegelreste), schwach feucht, [SU] dunkelgrau

TIEFE	BODENART
0,20	Auffüllung (Kies, sandig, Schotter), trocken, [GW] grau
0,80	Auffüllung (Schluff, Sand, tonig, schwach kiesig, Ziegelbruchstücke), schwach feucht, steif, [UL][SU] hellbraun-grau
5,50	Felsensatz, Ton, Kies, schluffig, feinsandig, schwach tonig, Tonsteinbruchstücke, trocken, steif bis halbfest, TL, UL, Übergang zu Tonstein/Schluffstein an der Basis

TIEFE	BODENART
0,40	Auffüllung (Kies, mittel- bis grobsandig- schwach feinsandig, schwach humos, Schotter), trocken, [GW] grau
1,00	Auffüllung (Schluff, Ton, stark feinsandig- schwach mittelsandig- schwach grobsandig, kiesig- schwach kiesig, Ziegelreste), feucht, weich, [UL][TL] grau
2,30	Ton, schluffig, feinsandig- schwach feinsandig, schwach kiesig, weich, UL, TL, braun
3,70	Ton, schwach feinsandig, schwach kiesig, steif, TL, hellbraun
6,00	Felsensatz, Schluff, feinsandig, schwach tonig, trocken, steif bis halbfest, UL, hellbraun

TIEFE	BODENART
0,50	Auffüllung (Mutterboden, Schluff, mittelsandig, humos), schwach feucht, weich, dunkelbraun
1,00	Auffüllung (Kies, schwach schluffig, Schotter, sandig, schwach Ziegelreste), schwach feucht, [GU] grau
2,40	Auffüllung (Kies, sandig, schwach Bauschutt), schwach feucht, [GW] braun
3,50	Ton, stark schluffig, feinsandig, schwach feucht, weich bis steif, TM, braun
4,50	Ton, feinsandig, Splitt, schwach schluffig, schwach feucht, steif, TM, braun
6,00	Kies, tonig, feinsandig, Tonsteinbruch, Splitt, schwach feucht, GT*, braun

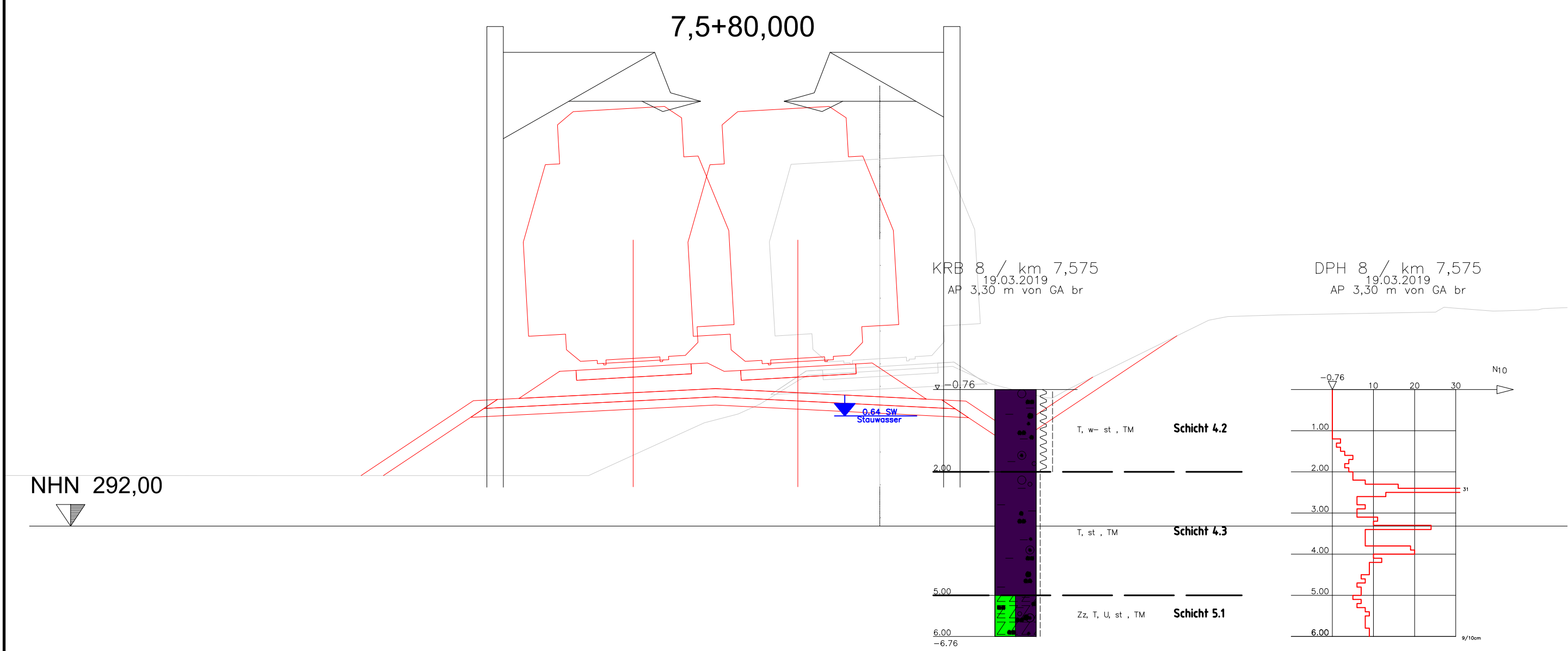


NHN 291,00

Elektrifizierung Taunusbahn
2-gleisiger Ausbau Saalburg - Wehrheim
Querschnitt km 7,5+10

28.5.2019

Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen		Dat.	Name				
<div>DB Engineering & Consulting GmbH</div> <div>Umwelt, Geotechnik & Geodäsie</div> <div>Region Mitte</div> <div>Saonestraße 3</div> <div>60528 Frankfurt am Main</div> <div>Tel. +49 69 265-46978</div> <div>Frankfurt am Main, 10.07.2019</div> <div>DB</div>				Anlage: 3.3		Blatt: 1		
				Auftragsnummer: P-F00803				
					Datum		Name	
				bearbeitet	05/2019		Ehrhardt	
				gezeichnet	05/2019		Lampe	
				geprüft	07/2019		Josenhans	
Maßstab:	<div>Elektrifizierung Taunusbahn</div> <div>Querprofile</div> <div>km 7,5+10</div>				Reg.-Nr.:			
1 : 100					Ausgabe vom			
						Ersatz f.		
						Ursprung		



Elektrifizierung Taunusbahn
2-gleisiger Ausbau Saalburg - Wehrheim
Querschnitt km 7,5+80

28.5.2019

KRB 8 / km 7,575	
TIEFE	BODENART
2.00	Ton, schluffig, kiesig, sandig, schwach feucht bis naß, weich bis steif, TM, braun
5.00	Ton, schluffig, kiesig, sandig, schwach feucht bis naß, steif, TM, braun
6.00	Felszersatz, Ton, Schluff, kiesig, sandig, schwach feucht bis naß, steif, TM, braun

Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen	Dat.	Name		
<div>DB Engineering & Consulting GmbH</div> <div>Umwelt, Geotechnik & Geodäsie</div> <div>Region Mitte</div> <div>Saonestraße 3</div> <div>60528 Frankfurt am Main</div> <div>Tel. +49 69 265-46978</div> <div>Frankfurt am Main, 10.07.2019</div>				Anlage: 3.3	Blatt: 2
				Auftragsnummer: P-F00803	
					Datum
				bearbeitet	05/2019
				gezeichnet	05/2019
				geprüft	07/2019
Maßstab: 1: 100	Elektrifizierung Taunusbahn Querprofile km 7,5+80			Reg.-Nr.:	
				Ausgabe vom	
					Ersatz f.
					Ursprung



Aufschl.-Nr	Tiefe von [m]	Tiefe bis [m]	Probenart (g: gestört / u: ungestört)		Bodenansprache	Korngrößenverteilung	Korngrößenverteilung	Korngrößenverteilung	Massenanteil an Steinen	Ungleichförmigkeitsgrad	Krümmungszahl	Korndurchmesser	Korndurchmesser	Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	Flie遡grenze	Ausrollgrenze	Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	Wassergehalt d < 0,4 mm	kf-Wert nach Beyer	kf-Wert nach Bialas	Bodengruppe (DIN 18196)
			[-]	[-]		T/U [%]	S [%]	G/X [%]	X [%]	U [-]	Cc [-]	d10 [mm]	d20 [mm]	w _N [%]	w _L [-]	w _P [%]	I _p [%]	I _c [-]	w _F [%]	[m/s]	[m/s]	[-]
KRB 1	1,00	2,00	g	T/U,s*, g		48,00	33,00	19,00	0,00												1,23E-08	TM
KRB 1	4,90	6,00	g	U/T,s*, g		50,00	31,00	19,00	0,00					13,2	30,40	17,5	12,90	0,90	18,8		3,08E-09	TL
KRB 3	0,40	1,40	g	T/U,s*, g		43,00	34,00	23,00	0,00	462,7				20,0	40,8	19,3	21,5	0,47	30,6		1,37E-08	TM
KRB 4	1,50	2,30	g	G,s*,u/t		22,00	33,00	45,00	0,00		2,4	0,0060	0,0391							2,16E-07	2,08E-06	GU* / GT*
KRB 5	0,40	1,00	g	T/U,s,g		48,00	26,00	26,00	0,00			0,0042		18,4	35,8	18,2	17,6	0,38	29,2		1,23E-05	TM
KRB 5	2,70	4,20	g	G,s*,u/t		28,00	30,00	42,00	0,00	1276, 1	1,8	0,0017	0,0148	15,8						1,73E-08	2,23E-07	GU* / GT*
KRB 7	1,90	2,80	g	G,s*,u/t'		11,00	37,00	52,00	0,00	245,6	0,8	0,0336	0,2629	13,8						6,77E-06	1,67E-04	GU / GT
KRB 8	4,90	6,00	g	T/U,s,g		52,00	24,00	24,00	0,00				0,0016	17,6	41,5	21,40	20,1	0,81	25,3		1,34E-09	TM
KRB 8a	1,30	2,30	g	T/U,s,g'		64,00	22,00	14,00	0,00				0,0016	13,9	35,3	16,2	19,1	0,88	18,5		1,34E-09	TM
KRB 8a	5,00	6,00	g	T/U,g,s		53,00	22,00	25,00	0,00				0,0027	14,0	35,7	18	17,7	0,81	21,4		4,45E-09	TM
KRB 10	1,30	2,30	g	T/U,s,g'		62,00	23,00	15,00	0,00				0,0028								4,84E-09	TM
KRB 11	1,00	2,00	g	U/T,s,g'					0,00					18,4	32,8	17,4	15,4	0,7	22,0			TL
KRB 11	3,00	4,10	g	U/T,s,g'		60,00	26,00	14,00	0,00				0,0037	11,6	31,7	15,6	16,1	1,01	15,5		9,19E-09	TL
KRB 12	2,60	3,80	g	U/T,s*, g		46,00	33,00	21,00	0,00				0,0046								1,52E-08	TL
KRB 12	3,80	4,80	g	S,u/t*,g		30,00	41,00	29,00	0,00	269,3	1,3	0,0034	0,0169	13,0	31,7	17,3	14,4	0,83	19,7	6,94E-08	3,02E-07	ST*
KRB 13	2,30	3,30	g	U/T,s*, g'		56,00	34,00	10,00	0,00				0,0032	11,9	30,6	16,3	14,3	1,05	15,6		6,58E-09	TL
KRB 13	5,10	6,00	g	U/T,g*, s		42,00	28,00	30,00	0,00				0,0047	10,3	28,9	16,7	12,2	0,94	17,4		1,59E-08	TL



Aufschl.-Nr	Tiefe von [m]	Tiefe bis [m]	Probenart (g: gestört / u: ungestört)		Bodenansprache	Korngrößenverteilung	Korngrößenverteilung	Korngrößenverteilung	Massenanteil an Steinen	Ungleichförmigkeitsgrad	Krümmungszahl	Korndurchmesser	Korndurchmesser	Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	Fließgrenze	Ausrollgrenze	Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	Wassergehalt d < 0,4 mm	kf-Wert nach Beyer	kf-Wert nach Bialas	Bodengruppe (DIN 18196)
KRB 14	0,30	1,00	g	T/U,s,g'		60,00	25,00	15,00	0,00				0,0032								6,58E-09	TM
KRB 14	4,80	6,00	g	T/U,s*, g		48,00	31,00	21,00	0,00				0,0032								6,58E-09	TM
KRB 15	4,10	6,00	g	U/T,s,g'					0,00					18,2	32,8	17,1	15,7	0,57	23,9			TL
KRB 16	2,60	3,60	g	T/U,s,g		51,00	26,00	22,00	0,00				0,0027								4,45E-09	TM
KRB 16	4,30	5,30	g	U/T,s*, g		40,00	32,00	28,00	0,00				0,0048								1,67E-08	TL
KRB 16	5,30	6,00	g	U/T,s*, g		41,00	35,00	24,00	0,00	306,9	0,4	0,0016	0,0062							1,54E-08	3,01E-08	TL
KRB 18	1,50	2,40	g	U/T,s,g					0,00					16,0	33,7	18,9	14,8	0,85	21,1			TL
KRB 18	4,80	6,00	g	G,u/t,s		30,00	29,00	41,00	0,00	1081, 1	1,1	0,002	0,0116							2,40E-08	1,27E-07	GU* / GT*
KRB 19	2,70	4,10	g	T/U,g,s		53,00	20,00	27,00	0,00				0,0032								6,58E-09	TM
KRB 19	5,10	6,00	g	T/U,g',s		72,00	13,00	15,00	0,00				0,0026								4,08E-09	TM
KRB 20	1,30	2,30	g	T/U,s,g					0,00					18,0	36,6	18,2	18,4	0,70	23,8			TM
KRB 22	1,90	2,90	g	T/U,g,s'		68,00	14,00	18,00	0,00				0,0018								1,75E-09	TM
KRB 24	2,20	2,60	g	T/U,s',g		81,00	12,00	7,00	0,00													TM
KRB 25	1,20	2,20	g	T/U,s',g		80,00	12,00	8,00	0,00					22,4	39,2	18	21,2	0,79	22,4			TM
KRB 25	4,20	5,20	g	T/U,s',g		83,00	10,00	7,00	0,00					22,2	45,3	20,2	25,1	0,92	22,2			TM
KRB 26	2,60	3,60	g	T/U,s',g		82,00	11,00	7,00	0,00				0,0015	21,9	37,9	18,1	19,8	0,81	21,9		1,15E-09	TM
KRB 26	5,50	6,00	g	T/U,s'		91,00	7,00	2,00	0,00				0,002	22,9	37,0	20,1	16,9	0,83	22,9		2,23E-09	TM
KRB 27	1,10	2,20	g	T/U,s'		84,00	12,00	4,00	0,00				0,0028	23,7	40,0	17,7	22,3	0,73	23,7		4,84E-09	TM

[illegible]

[illegible]

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten	Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:								
	Entnahmestelle			KRB 1	KRB 1	KRB 3	KRB 4	KRB 5	KRB 5	KRB 7	
	Zusätzliche Angaben										
	Entnahmetiefe	von bis		m m	1,00 2,00	4,90 6,00	0,40 1,40	1,50 2,30	0,40 1,00	2,70 4,20	1,90 2,80
	Entnahmeart			gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	
Probenbeschreibung			T/U,s*,g	U/T,s*,g	T/U,s*,g	G,s*,u/t	T/U,s,g	G,s*,u/t	G,s*,u/t'		
Bodengruppe nach DIN18196			TM	TL	TM	GU* / GT*	TM	GU* / GT*	GU / GT		
Penetrometerablesung q _p MN/m ²											
Stratigraphie											
Korn- verf.g.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil bzw. --T/U--/S/G		%	1	15 / 33 / 33 / 19	19 / 31 / 31 / 19	15 / 28 / 34 / 23	5 / 17 / 33 / 45	15 / 33 / 26 / 26	11 / 17 / 30 / 42	3 / 8 / 37 / 52
Dichte- bestimmung	Vers.-Typ				Komb.	Komb.	Komb.	Komb.(GrK)	Komb.	Komb.	Komb.(GrK)
	Korndichte ρ _s		t/m ³	2							
	Feuchtdichte ρ		t/m ³	3							
	Wassergehalt w		%	4		13,2	20,0		18,4	15,8	13,8
	Trockendichte ρ _d		t/m ³	5							
Verdichtungsg. / Lagerungsd. D _{Pr} / I _D			% / -	6							
Atterberg Grenzen	w-Feinteile w		%	7		18,8	30,6		29,2		
	Fließgrenze w _L		%			30,4	40,8		35,8		
	Ausrollgrenze w _p		%	8		17,5	19,3		18,2		
	Plastizitätsz. / Konsistenz. I _p / I _c		% / -			12,9 / 0,90	21,5 / 0,47		17,6 / 0,38		
Glühverlust V _{gl}			%	9							
Kalkgehalt nach SCHEIBLER V _{Ca}			%								
Durchlässigkeitsbeiwert k _{10 °}			m/s	10							
Versuchsspannung σ			MN/m ²								
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast p _n		MN/m ²								
	Steifemodul E _s (p _n , Δp) / Δp		MN/m ²	11							
	Konsolidierungsbeiwert c _v		cm ² /s								
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven			12							
Quellversuche	Quellspannung σ _q		MN/m ²	13							
	Versuchsdauer d			14							
	Quelldehnung ε _{q,0}		%	15							
	Versuchsdauer d			16							
	Quellversuch nach Huder und Amberg K		%	17							
	σ ₀		MN/m ²								
Versuchsdauer d				18							
Einaxiale Druckfestigk./-modul q _u / E _u			MN/m ²	19							
Probendurchmesser			cm								
Scherwiderst. d. Flügelsonde τ _{FS}			MN/m ²	20							
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21							
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22							
	Reibungswinkel φ		°	23							
	Kohäsion c		MN/m ²								
Einfache Proctordichte ρ _{Pr}			t/m ³	24							
Optimaler Wassergehalt W _{Pr}			%								
Einbau-w / % Proctorenergie W _e /..			%	25							
Erreichte Trockendichte ρ _{de}			t/m ³								
Lockerste Lagerung ρ _{d min}			t/m ³	26							
Dichteste Lagerung ρ _{d max}			t/m ³								
Versuchsgerät / Durchmesser			-/cm								
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27							
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %								
	Schwellmaß / Dauer		% / d								
	CBR _o ohne Wasserlagerung		%								
	CBR _w mit Wasserlagerung		%								
PDV	Verformungs- modul E _{v1}		MN/m ²	29							
	E _{v2}		MN/m ²								
	Verhältnis E _{v2} / E _{v1}		-								
	dyn. Verformungsmodul E _{vd}		MN/m ²								

Bemerkungen:

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten	Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	KRB	KRB	KRB	KRB	KRB	KRB	KRB	
	Entnahmestelle			8	8a	8a	10	11	11	12	
	Zusätzliche Angaben										
	Entnahmetiefe	von bis		m m	4,90 6,00	1,30 2,30	5,00 6,00	1,30 2,30	1,00 2,00	3,00 4,10	2,60 3,80
	Entnahmeart			gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	
Probenbeschreibung		T/U,s,g		T/U,s,g'	T/U,g,s	T/U,s,g'	U/T,s,g'	U/T,s,g'	U/T,s*,g		
Bodengruppe nach DIN18196		TM		TM	TM	TM	TL	TL	TL		
Penetrometerablesung		q _p		MN/m ²							
Stratigraphie											
Kornverf.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil bzw. --T/U--/S/G Vers.-Typ			1	22 / 30 / 24 / 24 Komb.	22 / 42 / 22 / 14 Komb.	18 / 35 / 22 / 25 Komb.	17 / 45 / 23 / 15 Komb.	13 / 47 / 26 / 14 Komb.	14 / 32 / 33 / 21 Komb.	
Dichtebestimmung	Korndichte ρ _s		2								
	Feuchtdichte ρ		3								
	Wassergehalt w		4	17,6	13,9	14,0		18,4	11,6		
	Trockendichte ρ _d		5								
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D _{Pr} / I _D	6								
Atterberg Grenzen	w-Feinteile w		7	25,3	18,5	21,4		22,0	15,5		
	Fließgrenze w _L			41,5	35,3	35,7		32,8	31,7		
	Ausrollgrenze w _p		8	21,4	16,2	18,0		17,4	15,6		
	Plastizitätsz. / Konsistenz.		I _p / I _c		20,1 / 0,81	19,1 / 0,88	17,7 / 0,81		15,4 / 0,70	16,1 / 1,01	
Glühverlust V _{gl}		%	9								
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V _{Ca}									
Durchlässigkeitsbeiwert		k _{10°}	10								
Versuchsspannung		σ									
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast p _n										
	Steifemodul E _s (p _n , Δp) / Δp		11								
	Konsolidierungsbeiwert c _v										
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven		12								
Quellversuche	Quellspannung σ _q		13								
	Versuchsdauer d		14								
	Quelldehnung ε _{q,0}		15								
	Versuchsdauer d		16								
	Quellversuch nach Huder und Amberg										

Bemerkungen:

Bemerkungen:

Bemerkungen:

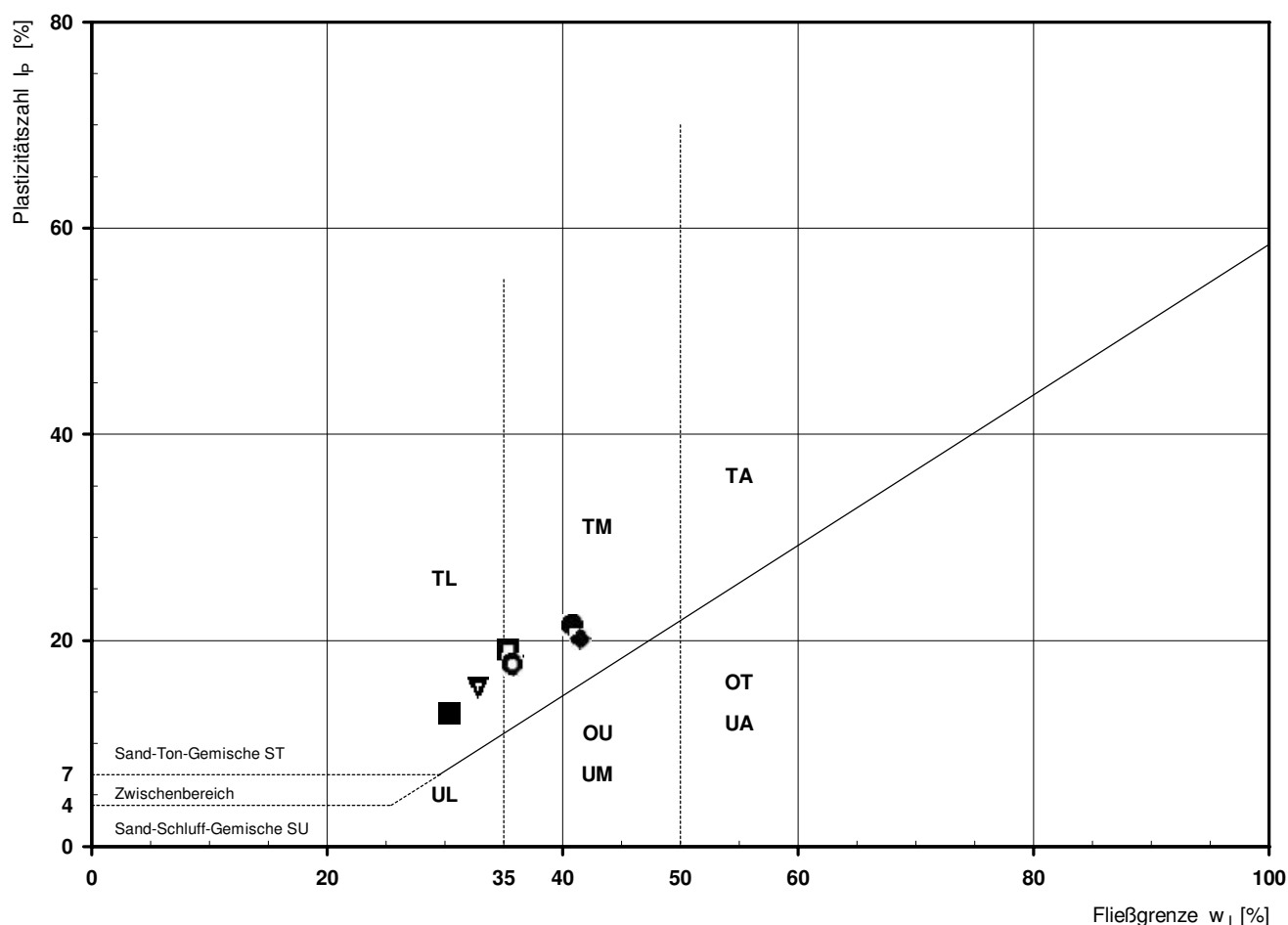
Bemerkungen:

Bemerkungen:

Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:	1	2	3	4	5	6	7
Symbol:	■	●	▼	◆	□	○	▽
Entnahmestelle:	KRB 1	KRB 3	KRB 5	KRB 8	KRB 8a	KRB 8a	KRB 11
Entnahmetiefe: von [m]	4,90	0,40	0,40	4,90	1,30	5,00	1,00
bis [m]	6,00	1,40	1,00	6,00	2,30	6,00	2,00
Probenbeschreibung:	U/T,s*,g	T/U,s*,g	T/U,s,g	T/U,s,g	T/U,s,g'	T/U,g,s	U/T,s,g'
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: w_F [%] (Feinanteil $\leq 0,4$ mm)	18,8	30,6	29,2	25,3	18,5	21,4	22,0
Fließgrenze: w_L [%]	30,4	40,8	35,8	41,5	35,3	35,7	32,8
Ausrollgrenze: w_P [%]	17,5	19,3	18,2	21,4	16,2	18,0	17,4
Plastizitätszahl: I_P [%]	12,9	21,5	17,6	20,1	19,1	17,7	15,4
Konsistenzzahl: I_C [-]	0,90	0,47	0,38	0,81	0,88	0,81	0,70
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL	TM	TM	TM	TM	TM	TL
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							

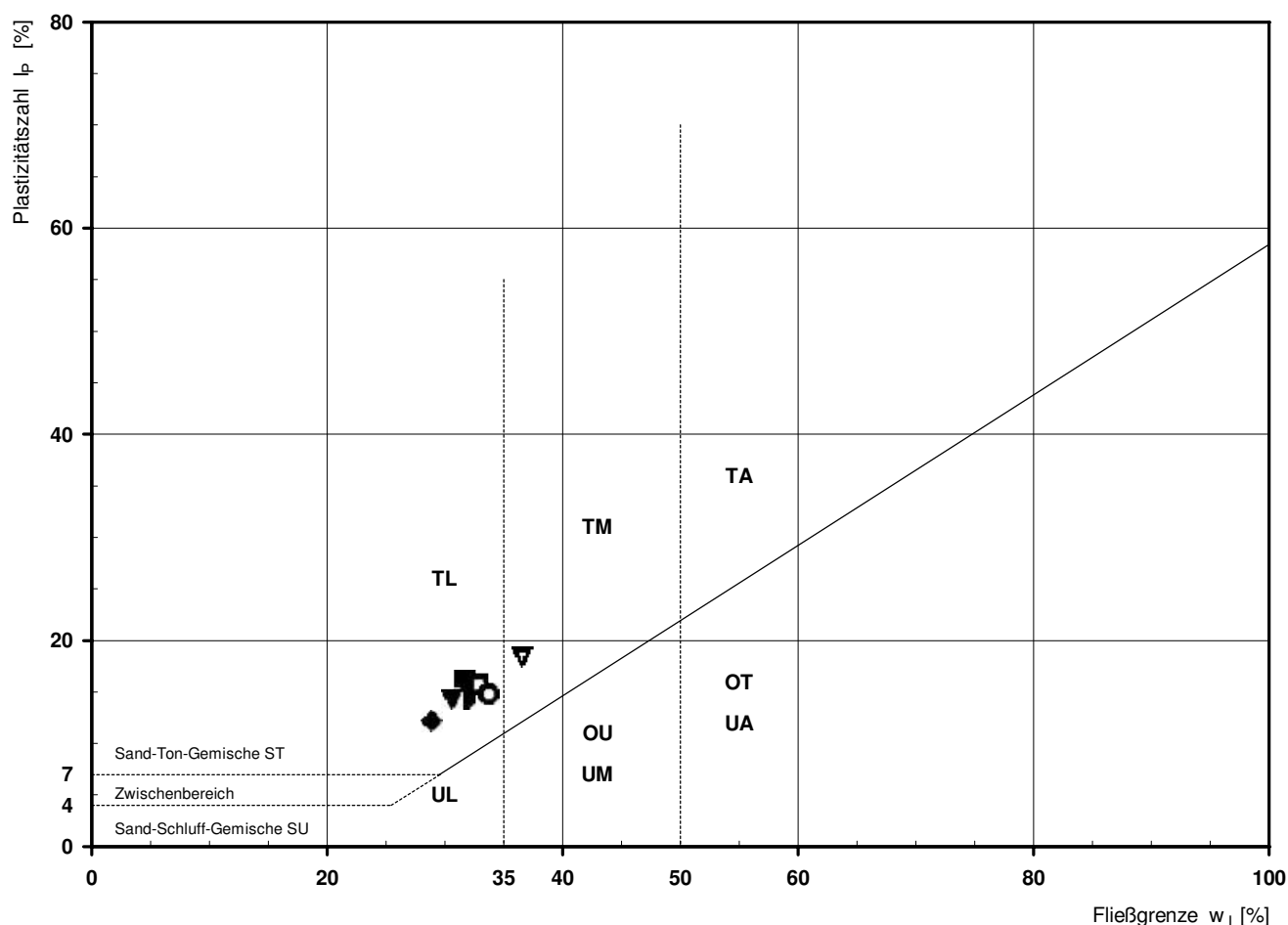
Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:	1	2	3	4	5	6	7
Symbol:	■	●	▼	◆	□	○	▽
Entnahmestelle:	KRB 11	KRB 12	KRB 13	KRB 13	KRB 15	KRB 18	KRB 20
Entnahmetiefe: von [m]	3,00	3,80	2,30	5,10	4,10	1,50	1,30
bis [m]	4,10	4,80	3,30	6,00	6,00	2,40	2,30
Probenbeschreibung:	U/T,s,g'	S,u/t*,g	U/T,s*,g'	U/T,g*,s	U/T,s,g'	U/T,s,g	T/U,s,g
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: w_F [%] (Feinanteil $\leq 0,4$ mm)	15,5	19,7	15,6	17,4	23,9	21,1	23,8
Fließgrenze: w_L [%]	31,7	31,7	30,6	28,9	32,8	33,7	36,6
Ausrollgrenze: w_P [%]	15,6	17,3	16,3	16,7	17,1	18,9	18,2
Plastizitätszahl: I_P [%]	16,1	14,4	14,3	12,2	15,7	14,8	18,4
Konsistenzzahl: I_C [-]	1,01	0,83	1,05	0,94	0,57	0,85	0,70
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL	ST*	TL	TL	TL	TL	TM
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)		TL					

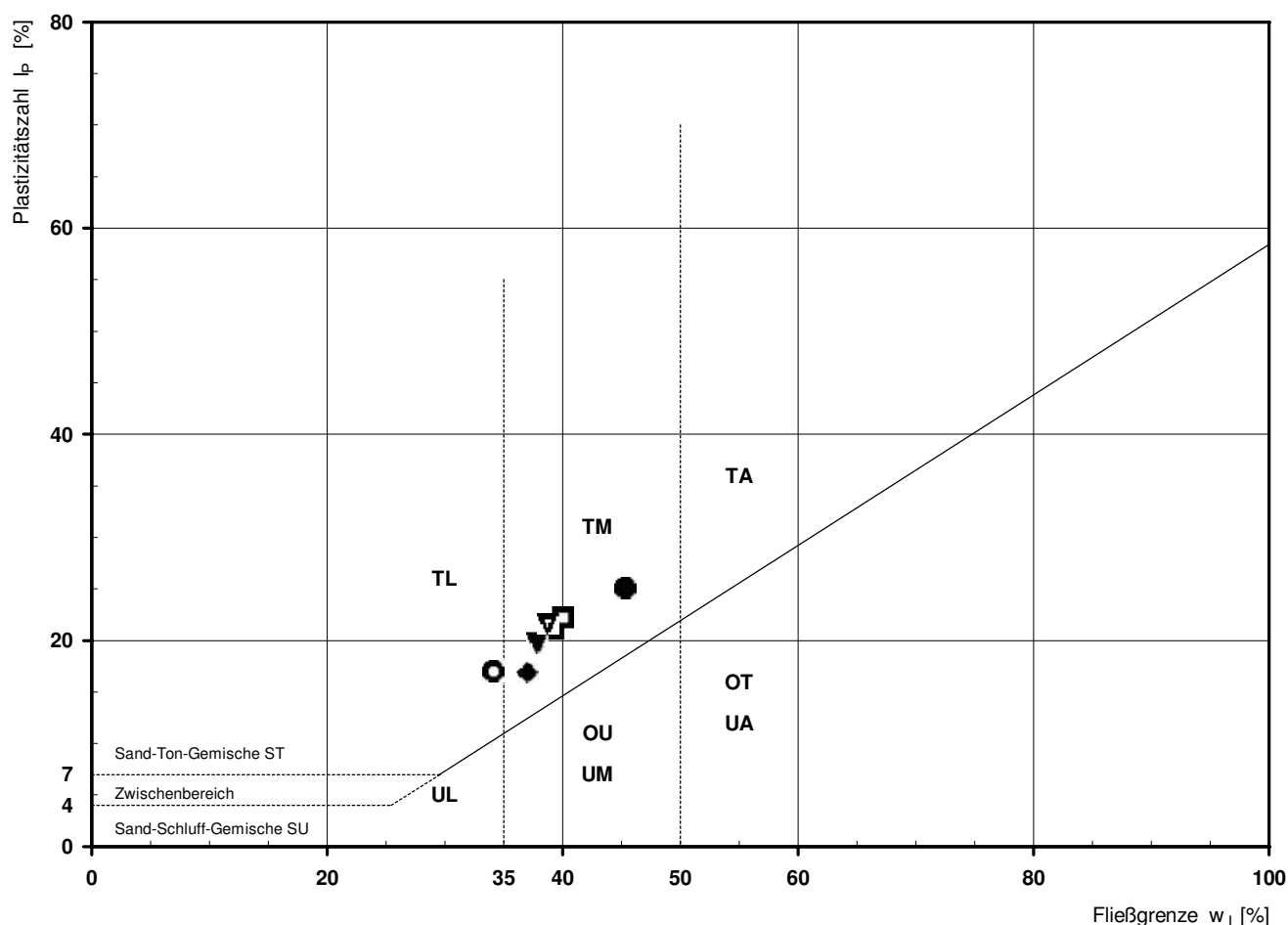
Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:	1	2	3	4	5	6	7
Symbol:	■	●	▼	◆	□	○	▽
Entnahmestelle:	KRB 25	KRB 25	KRB 26	KRB 26	KRB 27	KRB 27	KRB 27a
Entnahmetiefe: von [m]	1,20	4,20	2,60	5,50	1,10	3,20	1,80
bis [m]	2,20	5,20	3,60	6,00	2,20	4,20	2,80
Probenbeschreibung:	T/U,s',g'	T/U,s',g'	T/U,s',g'	T/U,s'	T/U,s'	U/T,s'	T/U,s'
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: w_F [%] (Feinanteil $\leq 0,4$ mm)	22,4	22,2	21,9	22,9	23,7	18,3	17,4
Fließgrenze: w_L [%]	39,2	45,3	37,9	37,0	40,0	34,1	38,8
Ausrollgrenze: w_P [%]	18,0	20,2	18,1	20,1	17,7	17,1	17,2
Plastizitätszahl: I_P [%]	21,2	25,1	19,8	16,9	22,3	17,0	21,6
Konsistenzzahl: I_C [-]	0,79	0,92	0,81	0,83	0,73	0,93	0,99
Bodengruppe nach DIN 18196:	TM	TM	TM	TM	TM	TL	TM
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							

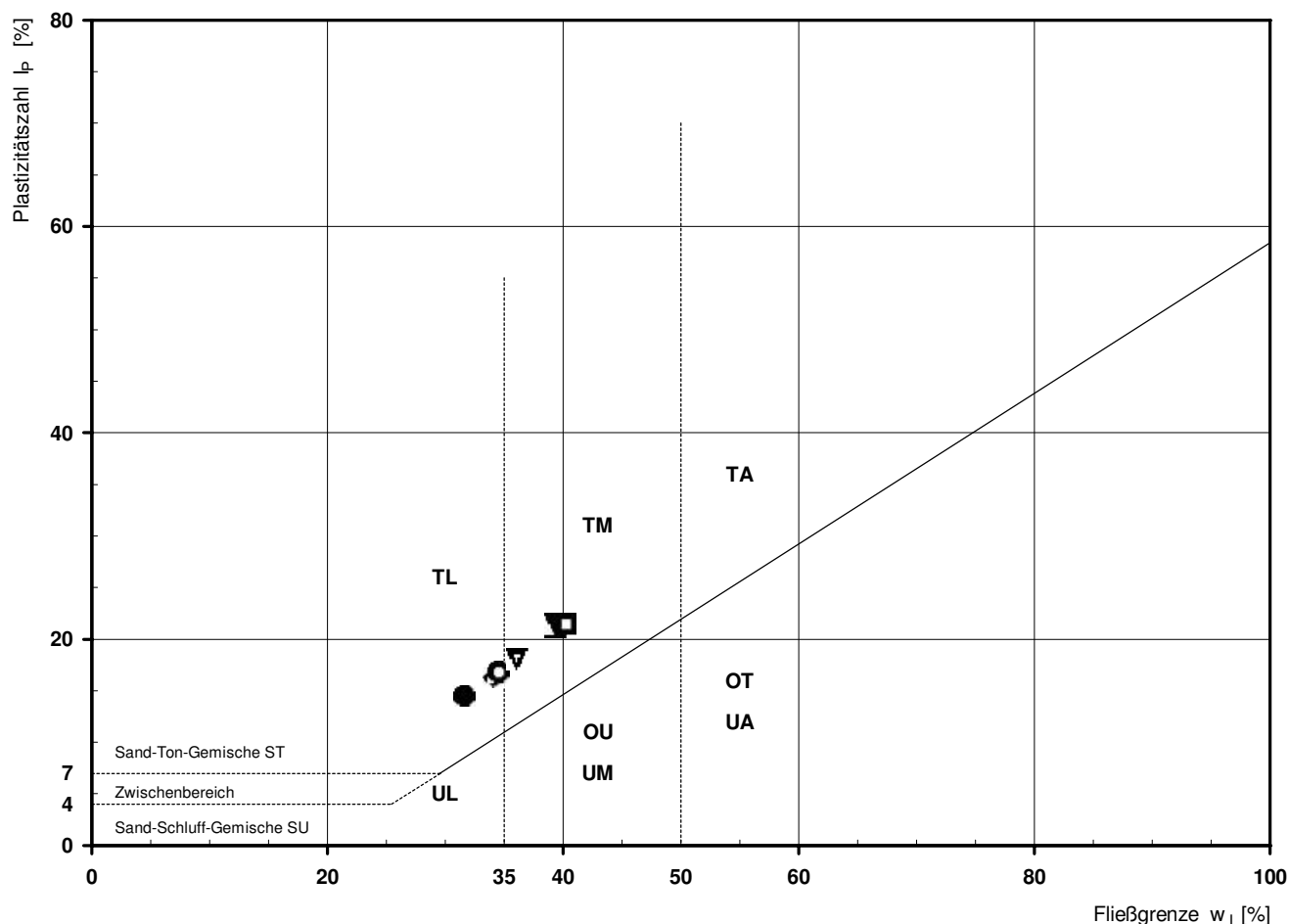
Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:	1	2	3	4	5	6	7
Symbol:	■	●	▼	◆	□	○	▽
Entnahmestelle:	KRB 27a	KRB 28	KRB 28	KRB 29	KRB 29	KRB 30	KRB 30
Entnahmetiefe: von [m]	3,70	2,20	4,80	1,40	4,60	2,00	5,00
bis [m]	4,70	3,20	6,00	2,40	5,60	3,00	6,00
Probenbeschreibung:	T/U,s'	U/T,s'	T/U,s'	U/T,s',g'	T/U,s'	U/T,s'	T/U,s
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: w_F [%] (Feinanteil $\leq 0,4$ mm)	20,6	19,4	17,2	23,4	22,6	25,1	24,1
Fließgrenze: w_L [%]	39,3	31,6	39,3	34,1	40,2	34,5	36,1
Ausrollgrenze: w_P [%]	18,1	17,1	17,9	17,8	18,7	17,6	18,0
Plastizitätszahl: I_P [%]	21,2	14,5	21,4	16,3	21,5	16,9	18,1
Konsistenzzahl: I_C [-]	0,88	0,84	1,03	0,66	0,82	0,56	0,66
Bodengruppe nach DIN 18196:	TM	TL	TM	TL	TM	TL	TM
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							

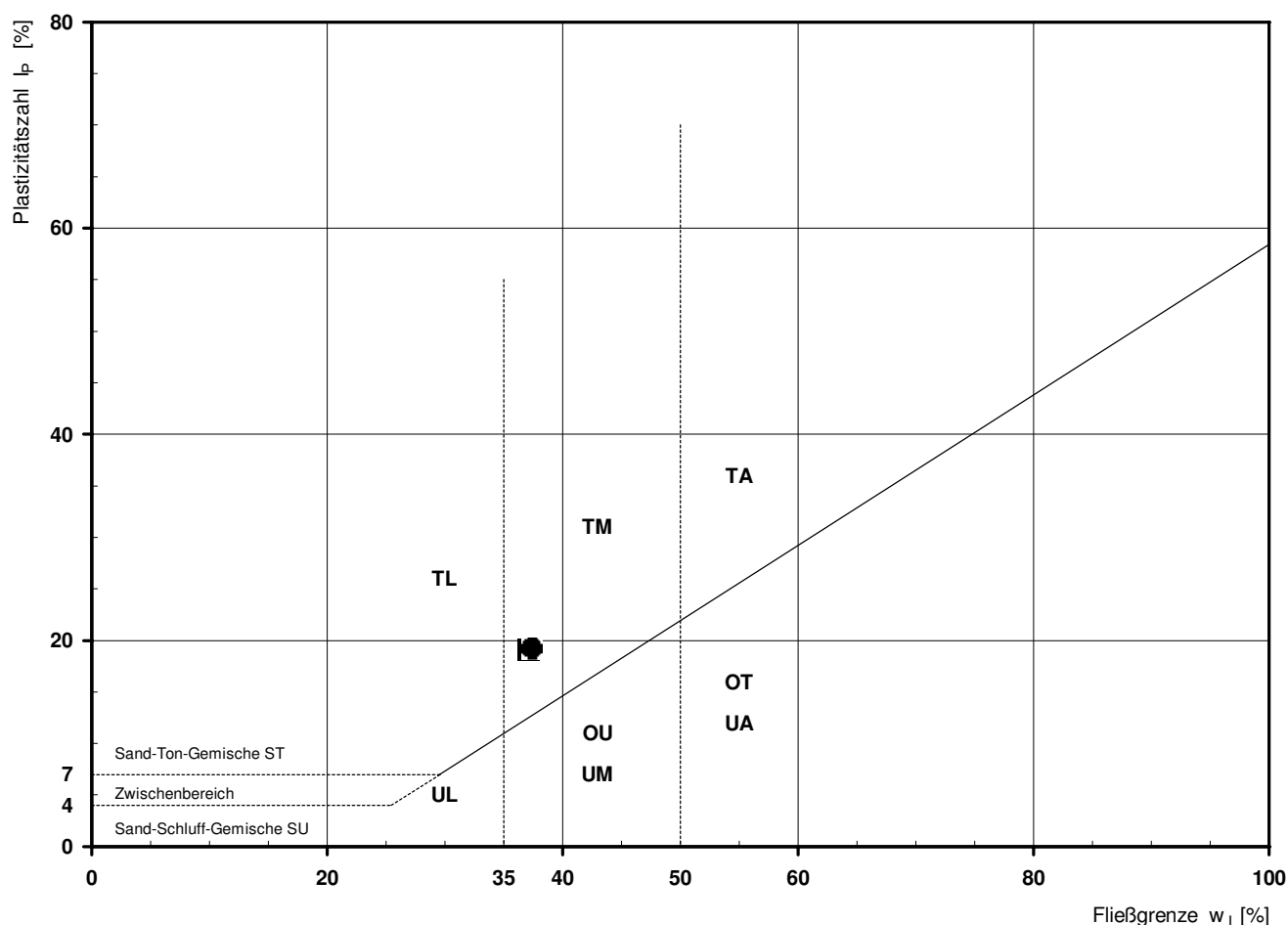
Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:		1	2				
Symbol:		■	●				
Entnahmestelle:		KRB 31	KRB 31				
Entnahmetiefe: von [m]		3,00	5,60				
bis [m]		4,00	6,00				
Probenbeschreibung:		T/U,s	T/U,s',g'				
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: w_F [%] (Feinanteil $\leq 0,4$ mm)		25,6	22,9				
Fließgrenze: w_L [%]		37,1	37,4				
Ausrollgrenze: w_P [%]		18,0	18,2				
Plastizitätszahl: I_P [%]		19,1	19,2				
Konsistenzzahl: I_C [-]		0,60	0,76				
Bodengruppe nach DIN 18196:		TM	TM				
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							

Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)

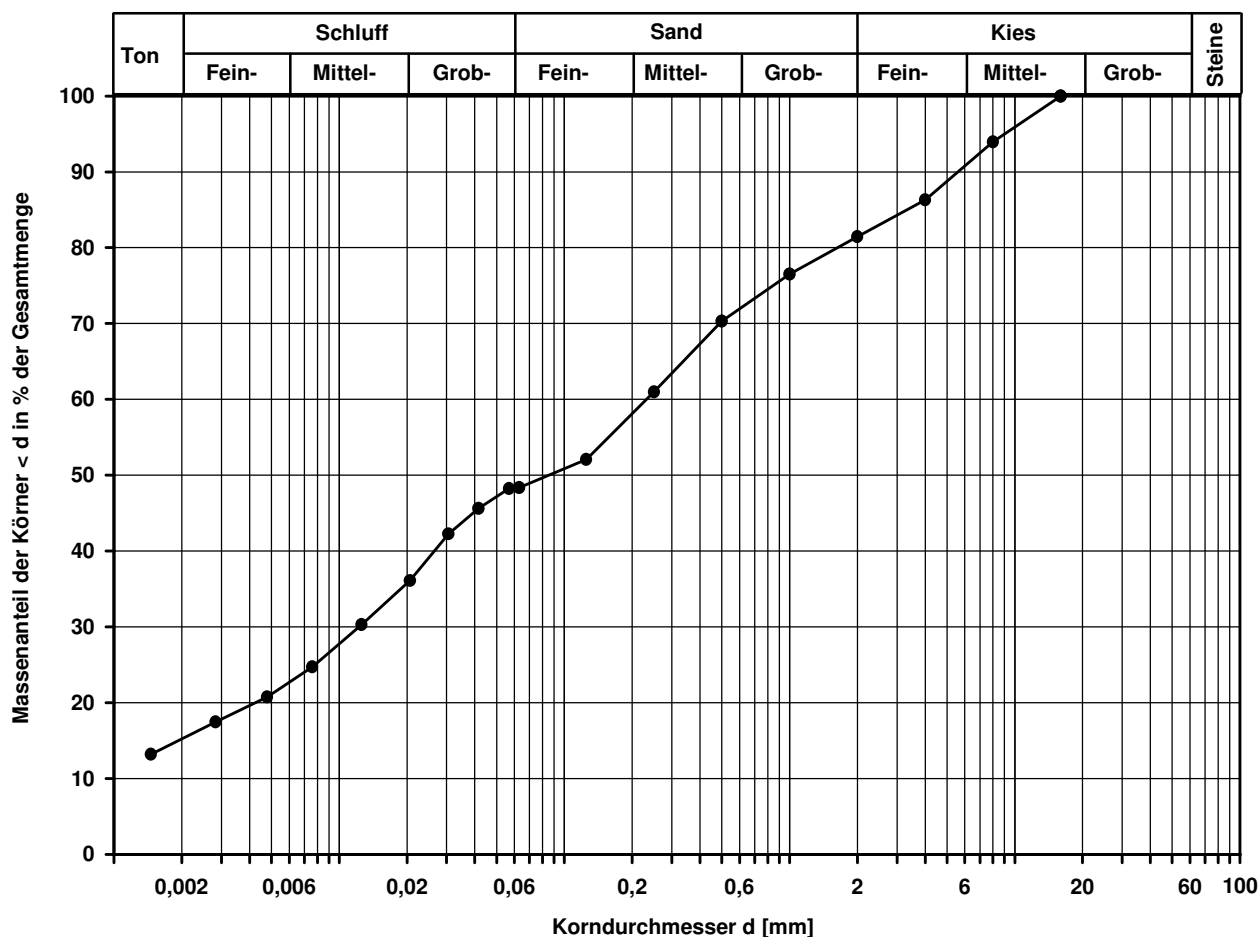


Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller	am: 08.04.2019	Gepr.:	T/U,s*,g		TM		
Ausgewertet von: Frühwirth	am: 16.04.2019		Entn. am: 18.03.2019		von: DB E&C		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
15 / 33 / 33 / 19				0,2315	0,0850	0,0042	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 1,230E-08 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 16.04.2019

Entnahmestelle

KRB 1

Tiefe unter GOK:

4,90 - 6,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T,s*,g

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Entn. am: 18.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

19 / 31 / 31 / 19

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

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

d60
[mm]

0,2184

d50
[mm]

0,0611

d20
[mm]

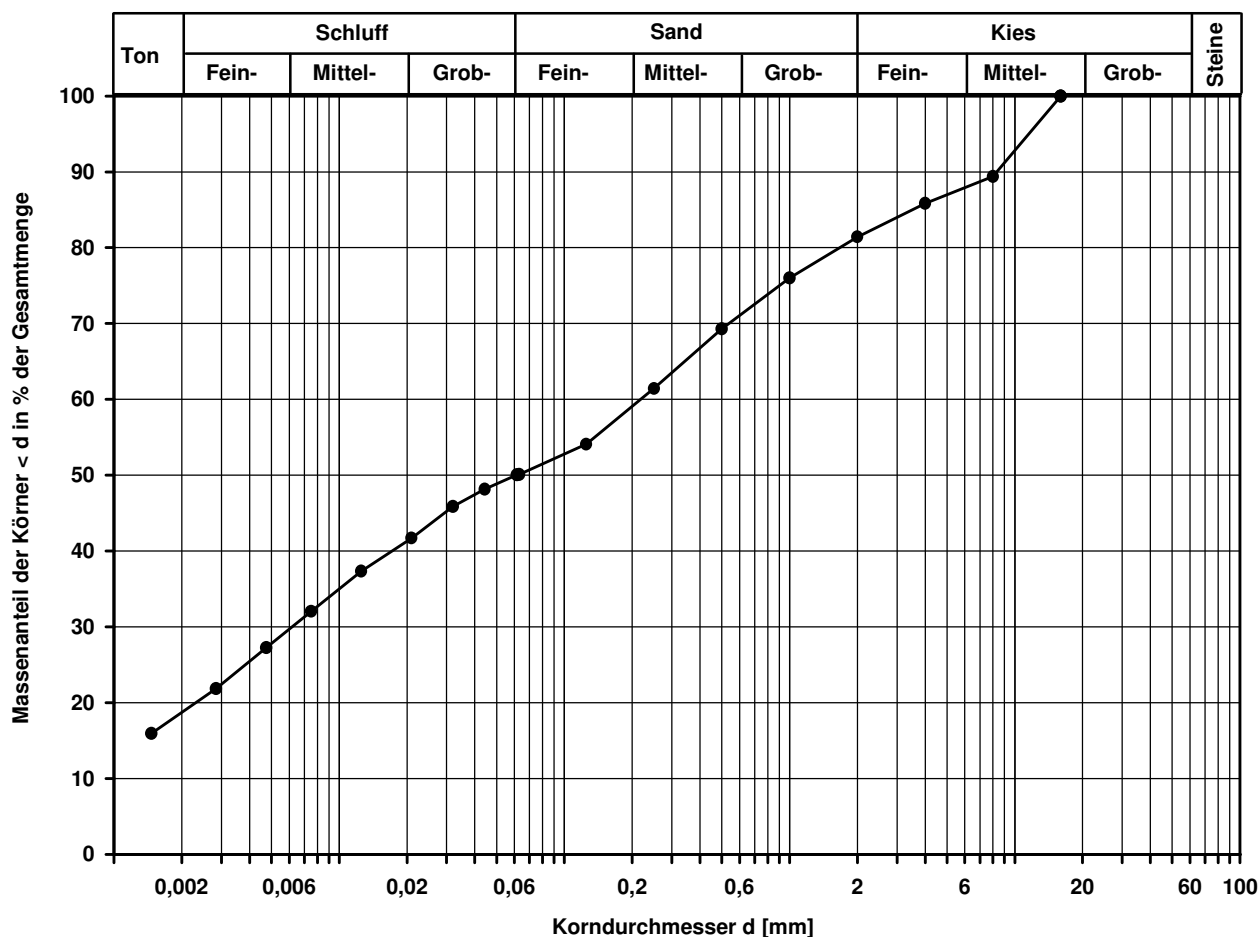
0,0023

d10
[mm]

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas:

3,078E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 16.04.2019

Entnahmestelle

KRB 3

Tiefe unter GOK:

0,40 - 1,40 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,s*,g

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 18.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

15 / 28 / 34 / 23

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

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

d60
[mm]

0,4033

d50
[mm]

0,1543

d20
[mm]

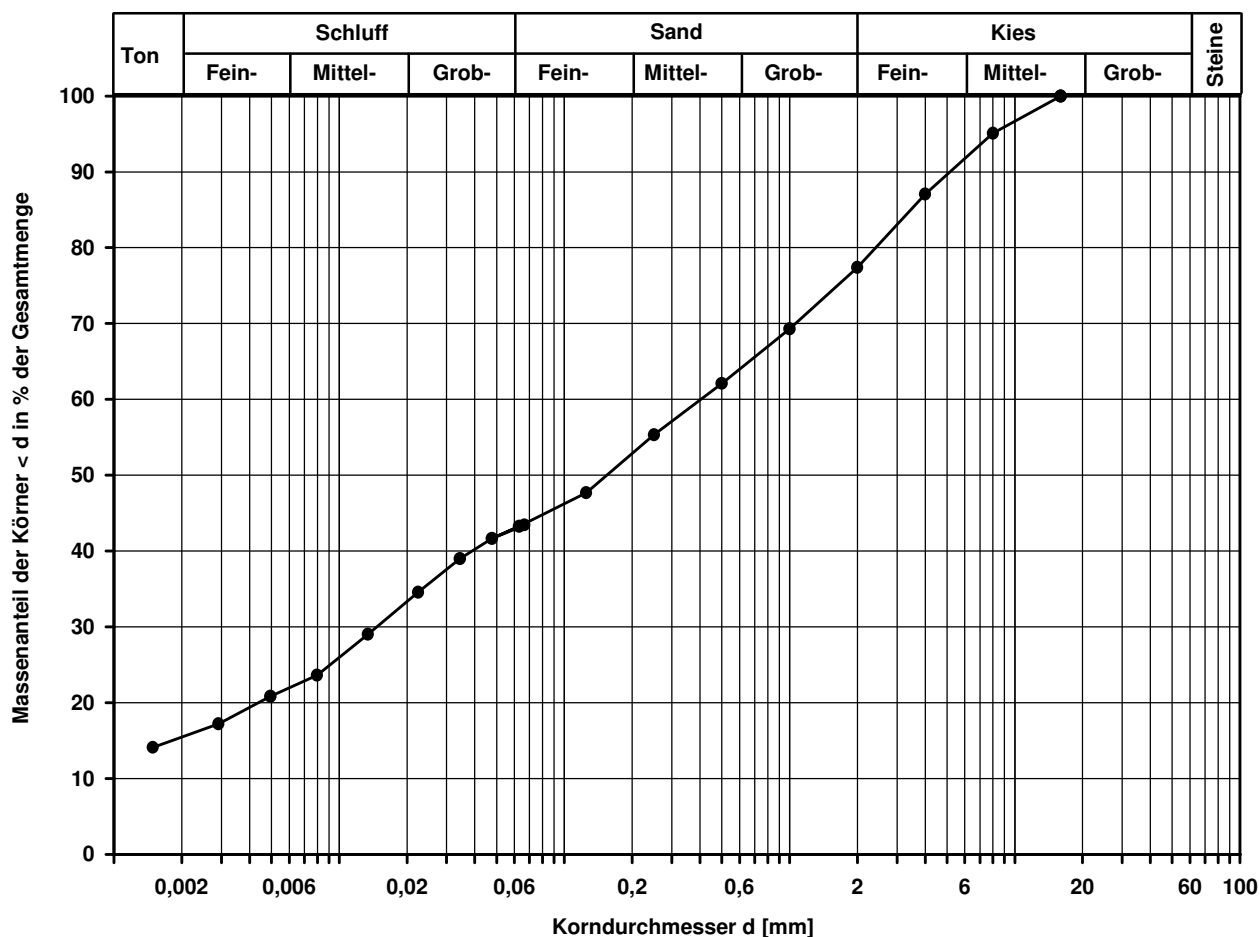
0,0044

d10
[mm]

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas:

1,368E-08 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation (GrK)

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 16.04.2019

Entnahmestelle

KRB 4

Tiefe unter GOK: 1,50 - 2,30 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:
G,s*,u/t

Bodengruppe:
GU* / GT*

Stratigraphie:

Entn. am: 18.03.2019

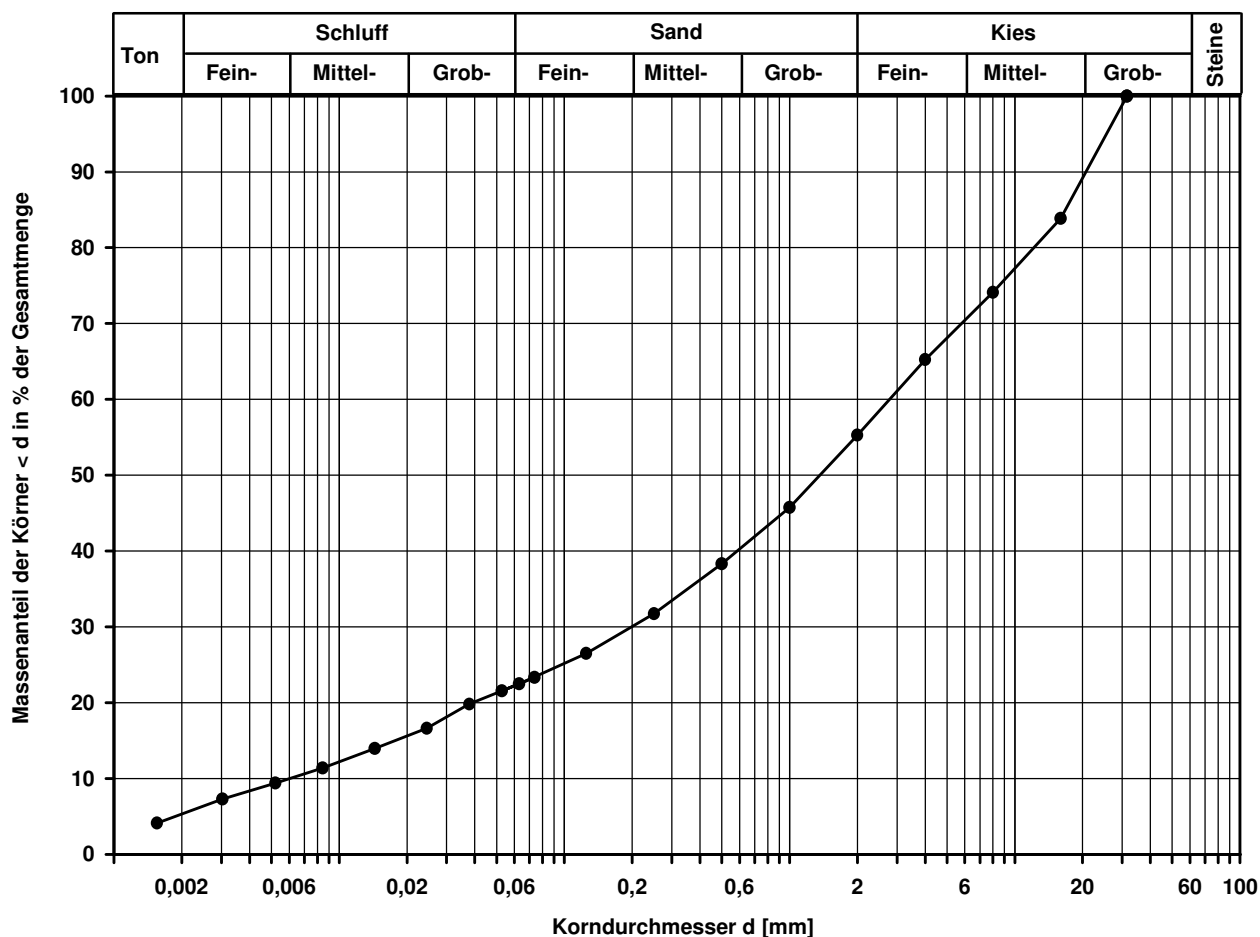
von: DB E&C

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 / 17 / 33 / 45	2,4	462,7	2,7760	1,3613	0,0391	0,0060

Berechnung k_f Wert:

nach Beyer: 2,160E-07 m/s

nach Bialas: 2,081E-06 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 16.04.2019

Entnahmestelle

KRB 5

Tiefe unter GOK: 0,40 - 1,00 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:
T/U,s,g

Bodengruppe:
TM

Stratigraphie:

Entn. am: 18.03.2019

von: DB E&C

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]

15 / 33 / 26 / 26

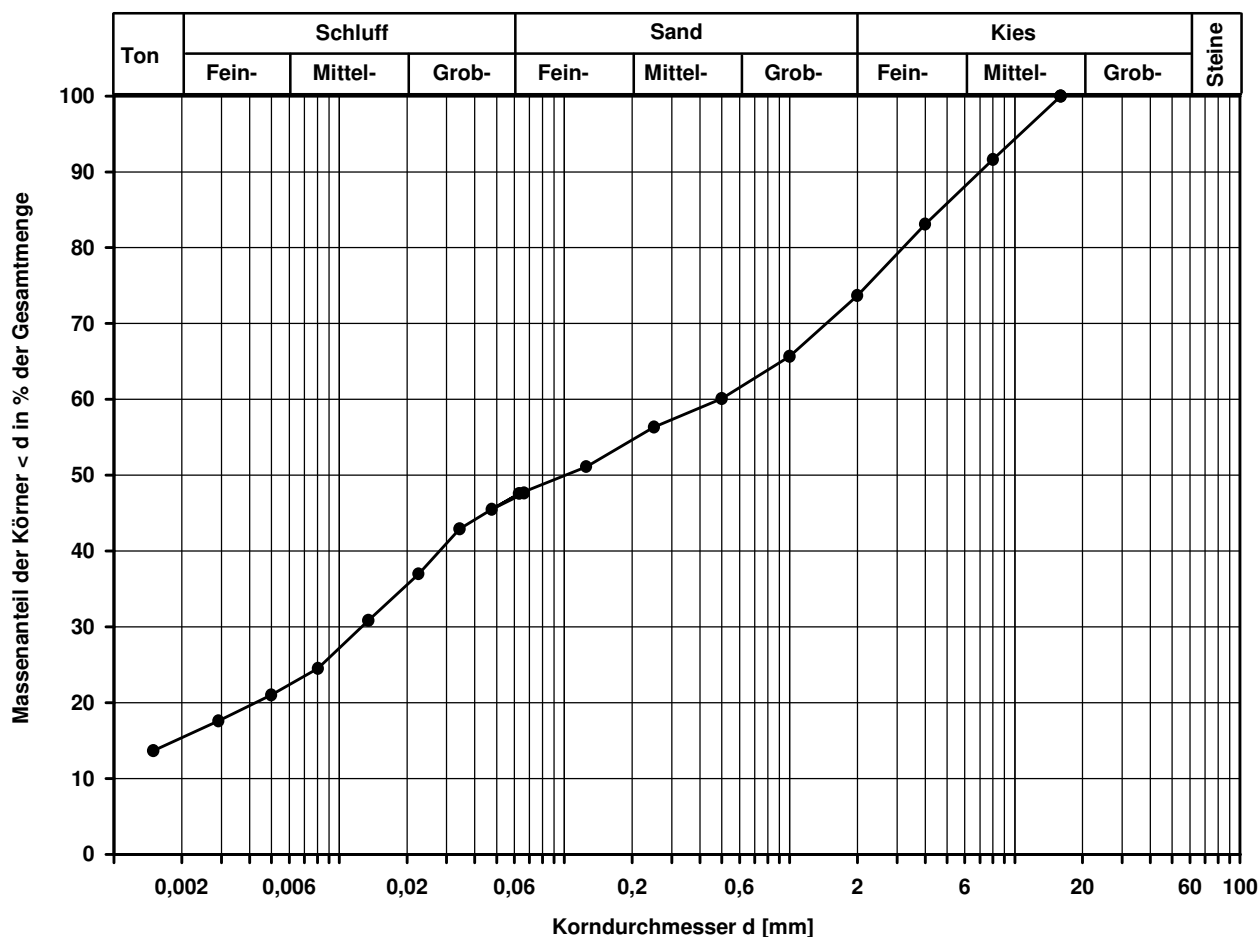
0,4904

0,1004

0,0042

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 1,230E-08 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 16.04.2019

Entnahmestelle

KRB 5

Tiefe unter GOK:

2,70 - 4,20 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

G,s*,u/t

Bodengruppe:

GU* / GT*

Stratigraphie:

Entn. am: 18.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

11 / 17 / 30 / 42

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

1,8

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

1276,1

d60
[mm]

2,1693

d50
[mm]

0,9013

d20
[mm]

0,0148

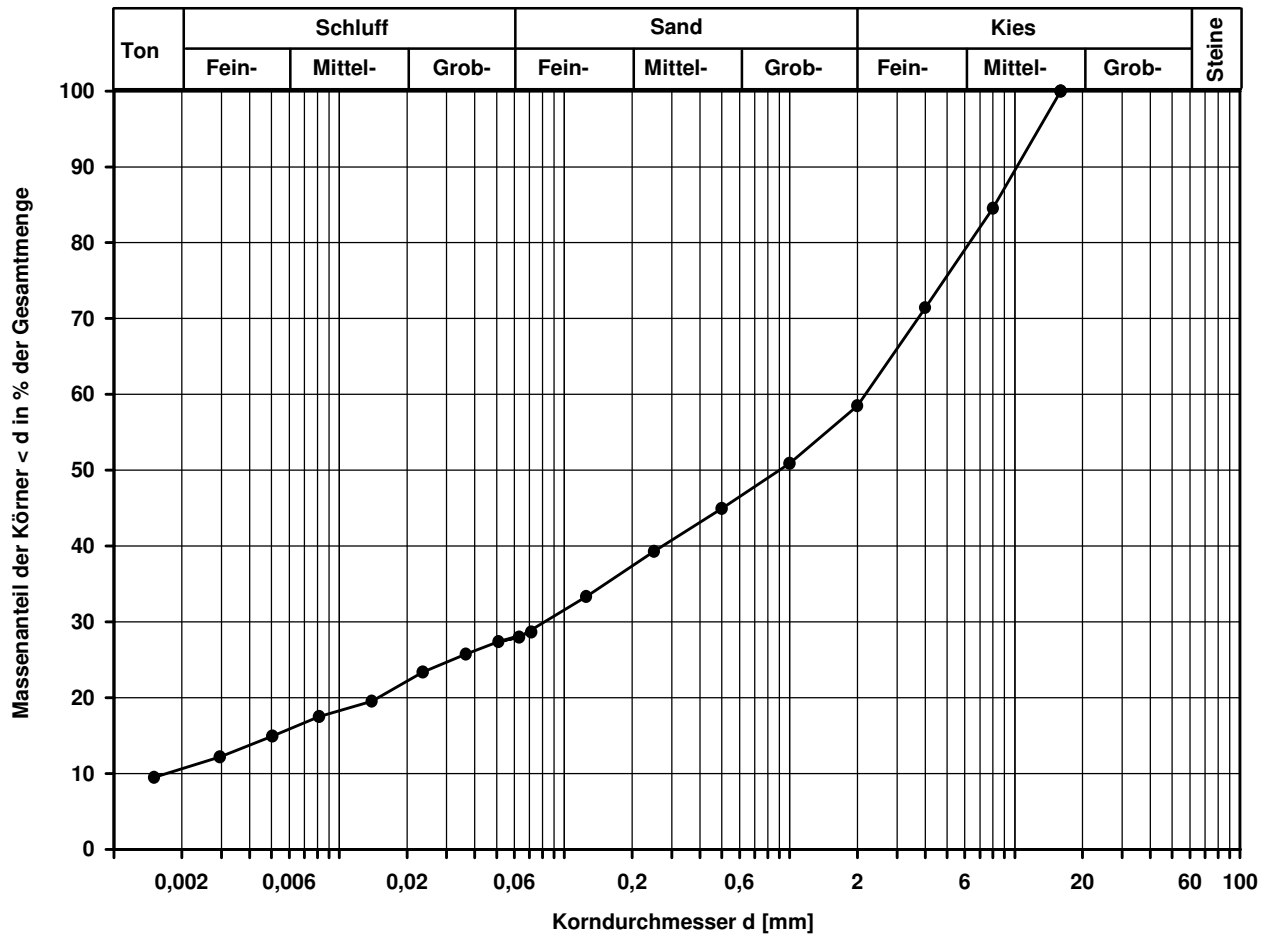
d10
[mm]

0,0017

Berechnung k_f Wert:

nach Beyer: 1,734E-08 m/s

nach Bialas: 2,228E-07 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation (GrK)

Ausgeführt von: Bandmann am: 12.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 16.04.2019

Entnahmestelle

KRB 7

Tiefe unter GOK:

1,90 - 2,80 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

G,s*,u/t'

Bodengruppe:

GU / GT

Stratigraphie:

Entn. am: 18.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

3 / 8 / 37 / 52

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

0,8

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

245,6

d60
[mm]

8,2523

d50
[mm]

3,0172

d20
[mm]

0,2629

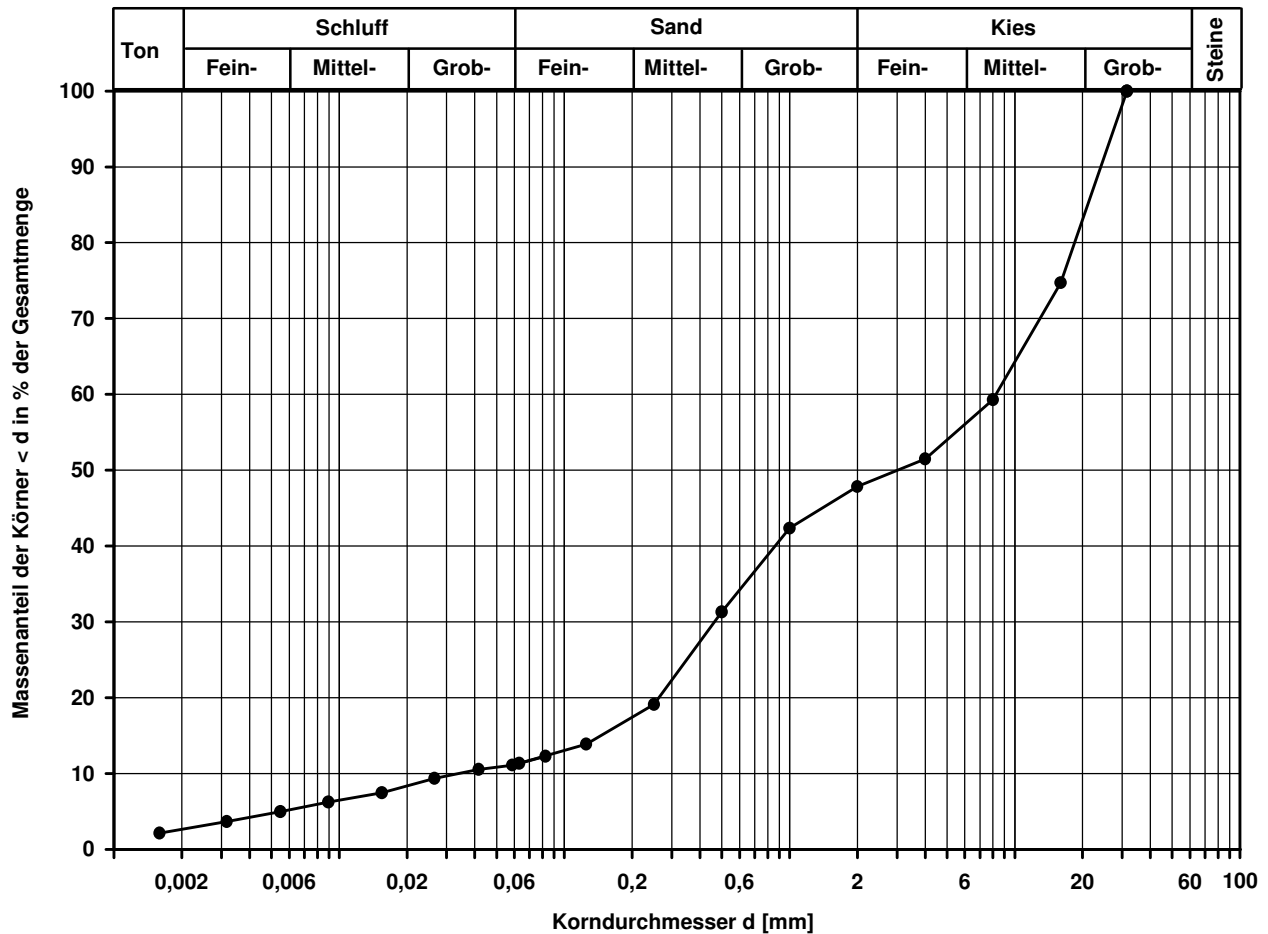
d10
[mm]

0,0336

Berechnung k_f Wert:

nach Beyer: 6,774E-06 m/s

nach Bialas: 1,667E-04 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz am: 05.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 16.04.2019

Entnahmestelle

KRB 8

Tiefe unter GOK:

4,90 - 6,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,s,g

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 18.03.2019

von: DB E&C

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]

22 / 30 / 24 / 24

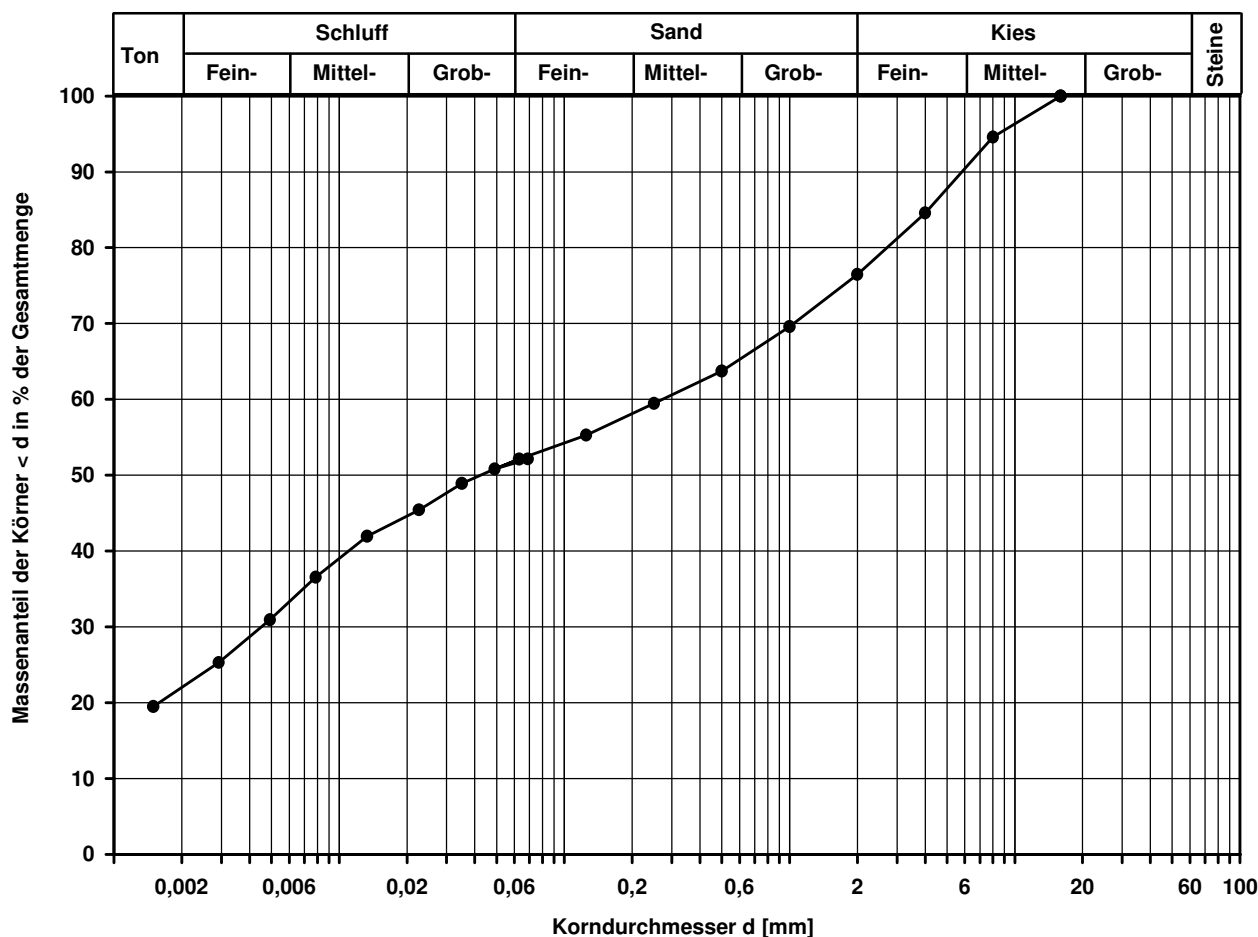
0,2729

0,0425

0,0016

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 1,336E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 16.04.2019

Entnahmestelle

KRB 8a

Tiefe unter GOK: 1,30 - 2,30 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:
T/U,s,g'

Bodengruppe:
TM

Stratigraphie:

Entn. am: 18.03.2019

von: DB E&C

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]

22 / 42 / 22 / 14

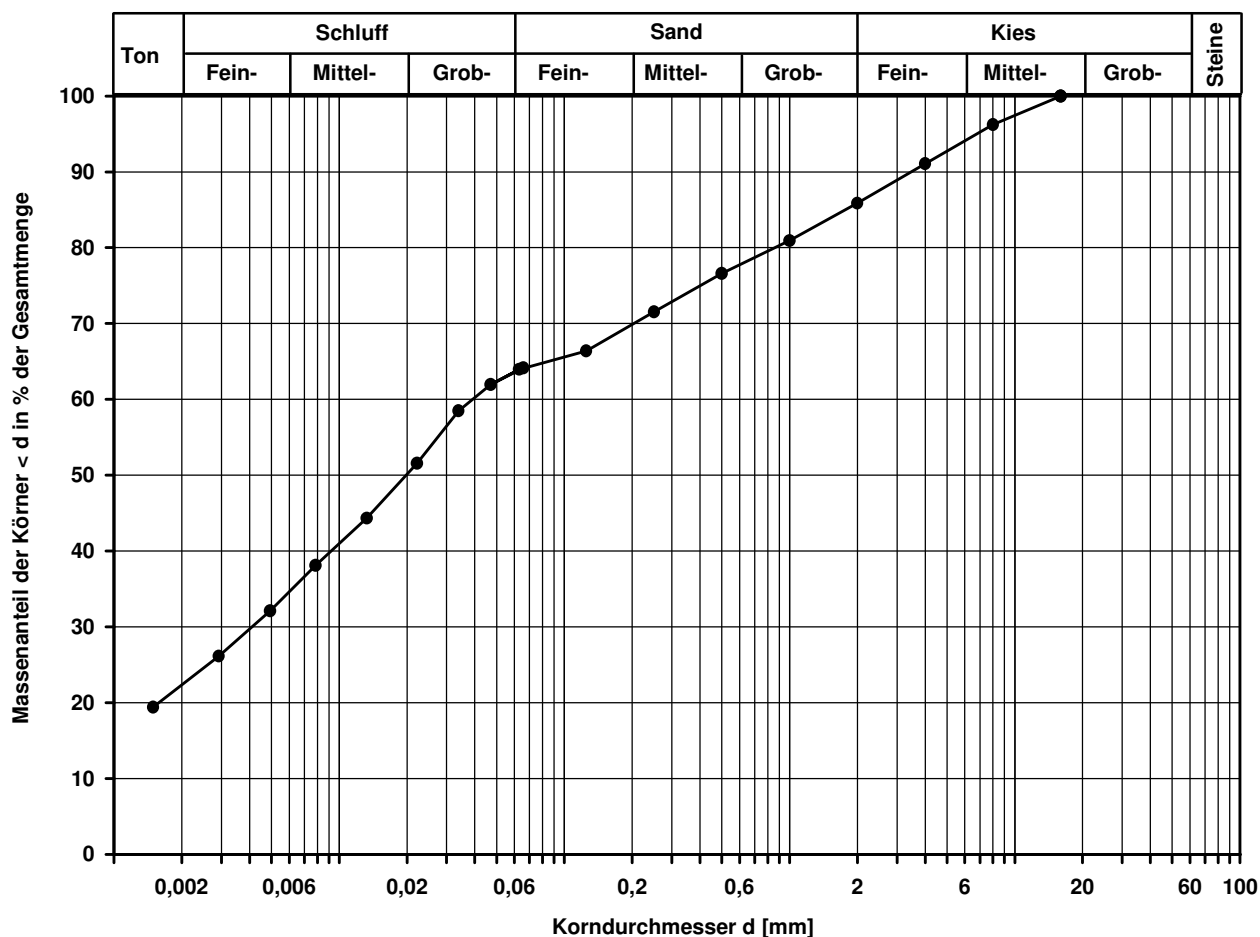
0,0390

0,0198

0,0016

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 1,336E-09 m/s



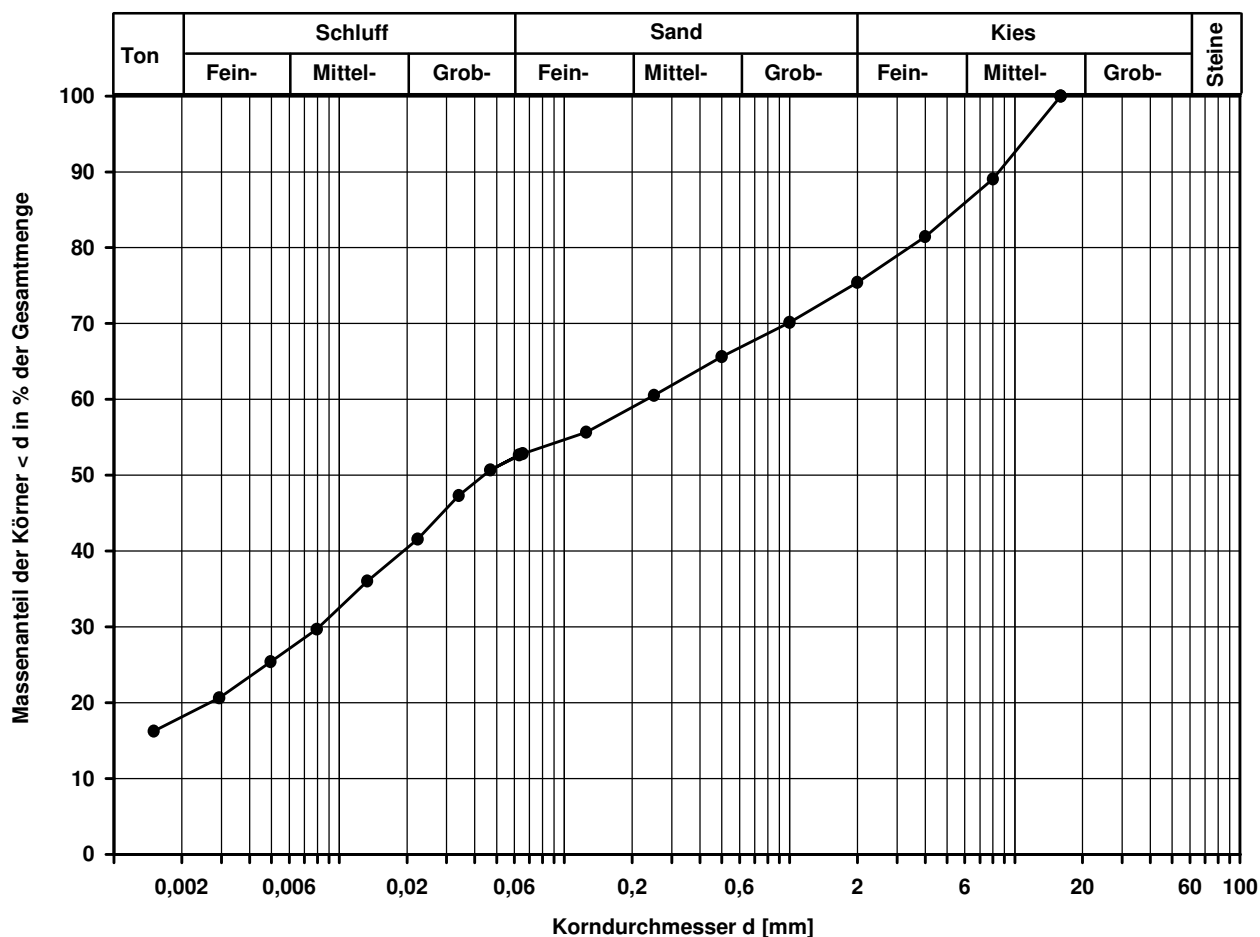
Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz	am: 05.04.2019	Gepr.:	T/U,g,s		TM		
Ausgewertet von: Fröhwrth	am: 16.04.2019		Entn. am: 18.03.2019		von: DB E&C		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
18 / 35 / 22 / 25				0,2316	0,0439	0,0027	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 4,451E-09 m/s



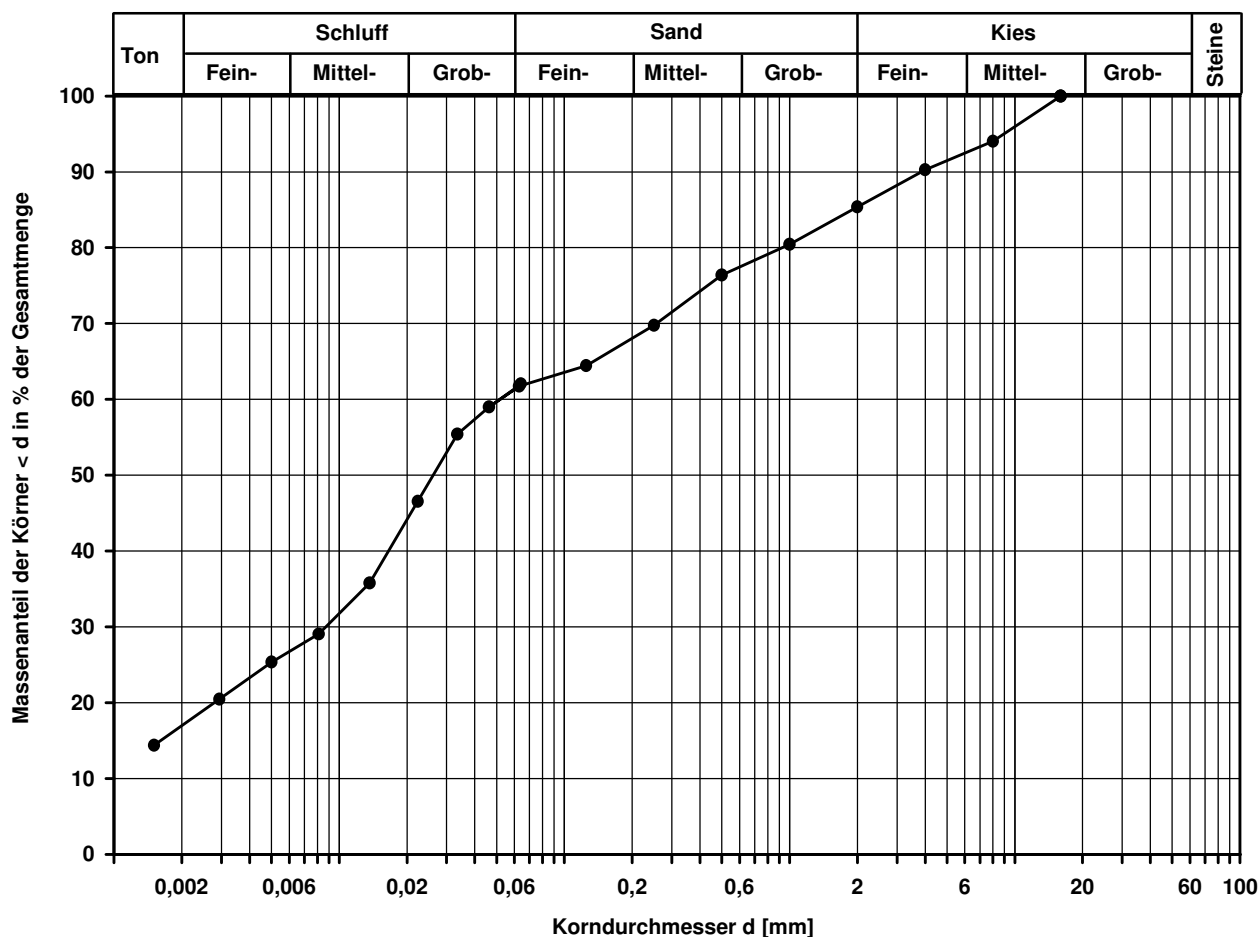
Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz	am: 05.04.2019	Gepr.:	T/U,s,g'		TM		
Ausgewertet von: Frühwirth	am: 16.04.2019		Entn. am: 19.03.2019		von: DB E&C		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
17 / 45 / 23 / 15				0,0514	0,0261	0,0028	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 4,839E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz am: 05.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 16.04.2019

Entnahmestelle

KRB 11

Tiefe unter GOK:

3,00 - 4,10 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T,s,g'

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Entn. am: 19.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

13 / 47 / 26 / 14

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

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

d₆₀
[mm]

0,0690

d₅₀
[mm]

0,0289

d₂₀
[mm]

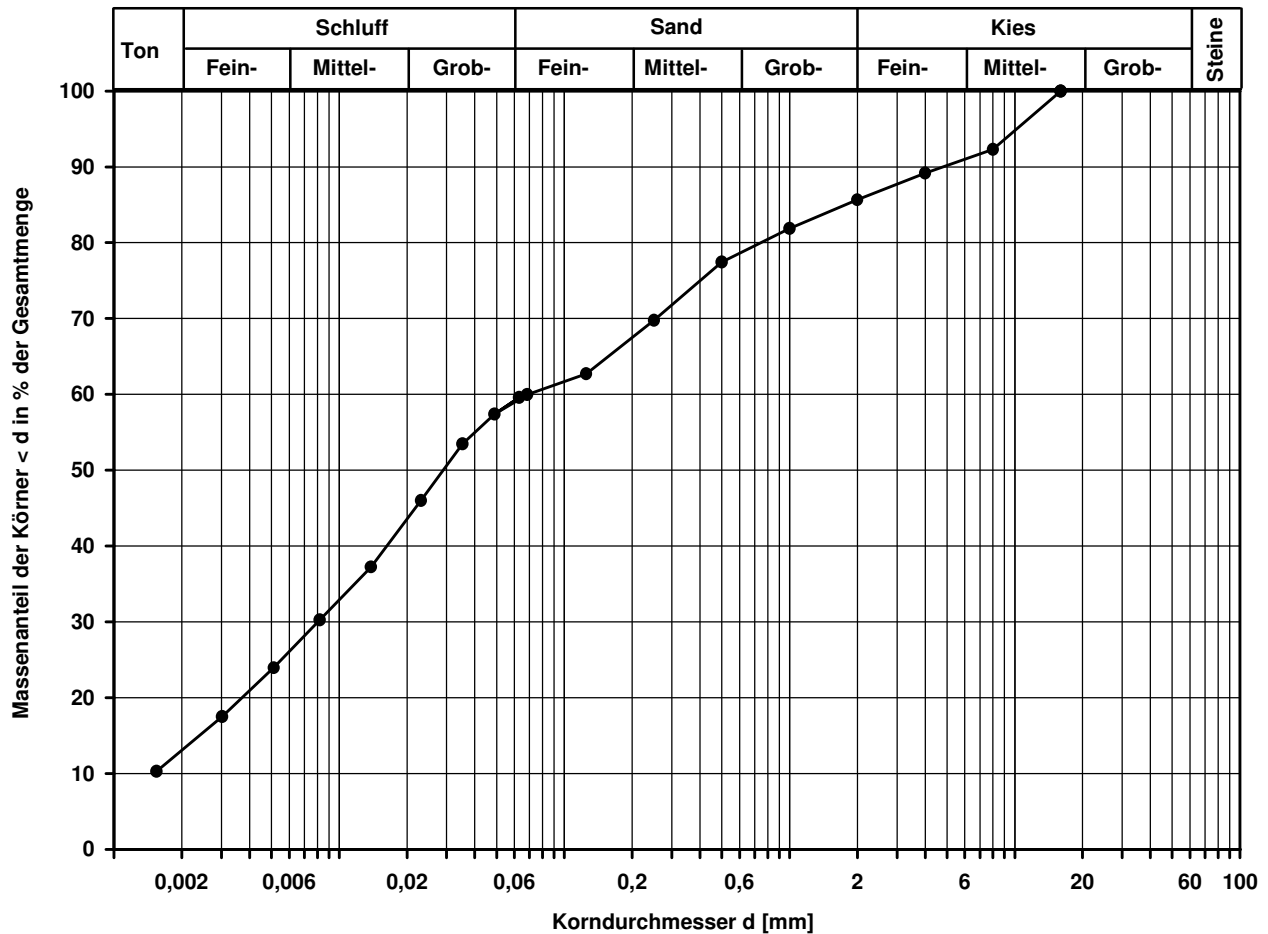
0,0037

d₁₀
[mm]

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas:

9,187E-09 m/s



Bemerkungen:

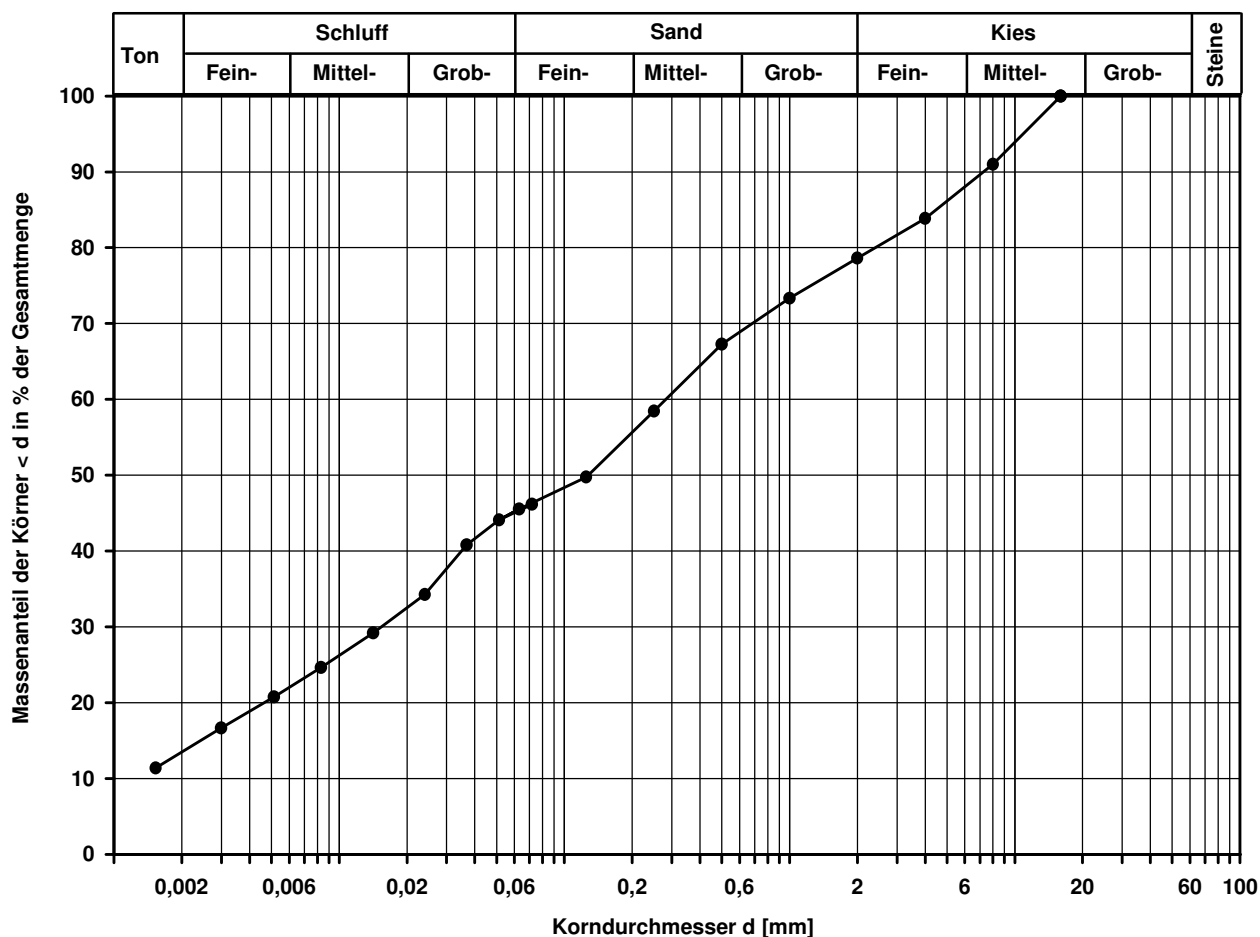
Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz	am: 05.04.2019	Gepr.:	U/T,s*,g		TL		
Ausgewertet von: Frühwirth	am: 16.04.2019		Entn. am: 20.03.2019		von: DB E&C		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)	Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10		d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
14 / 32 / 33 / 21				0,2824	0,1274	0,0046	

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 1,516E-08 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 16.04.2019

Entnahmestelle

KRB 12

Tiefe unter GOK:

3,80 - 4,80 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

S,u/t*,g

Bodengruppe:

ST*

Stratigraphie:

Entn. am: 20.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

7 / 23 / 41 / 29

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

1,3

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

269,3

d60
[mm]

0,9157

d50
[mm]

0,4547

d20
[mm]

0,0169

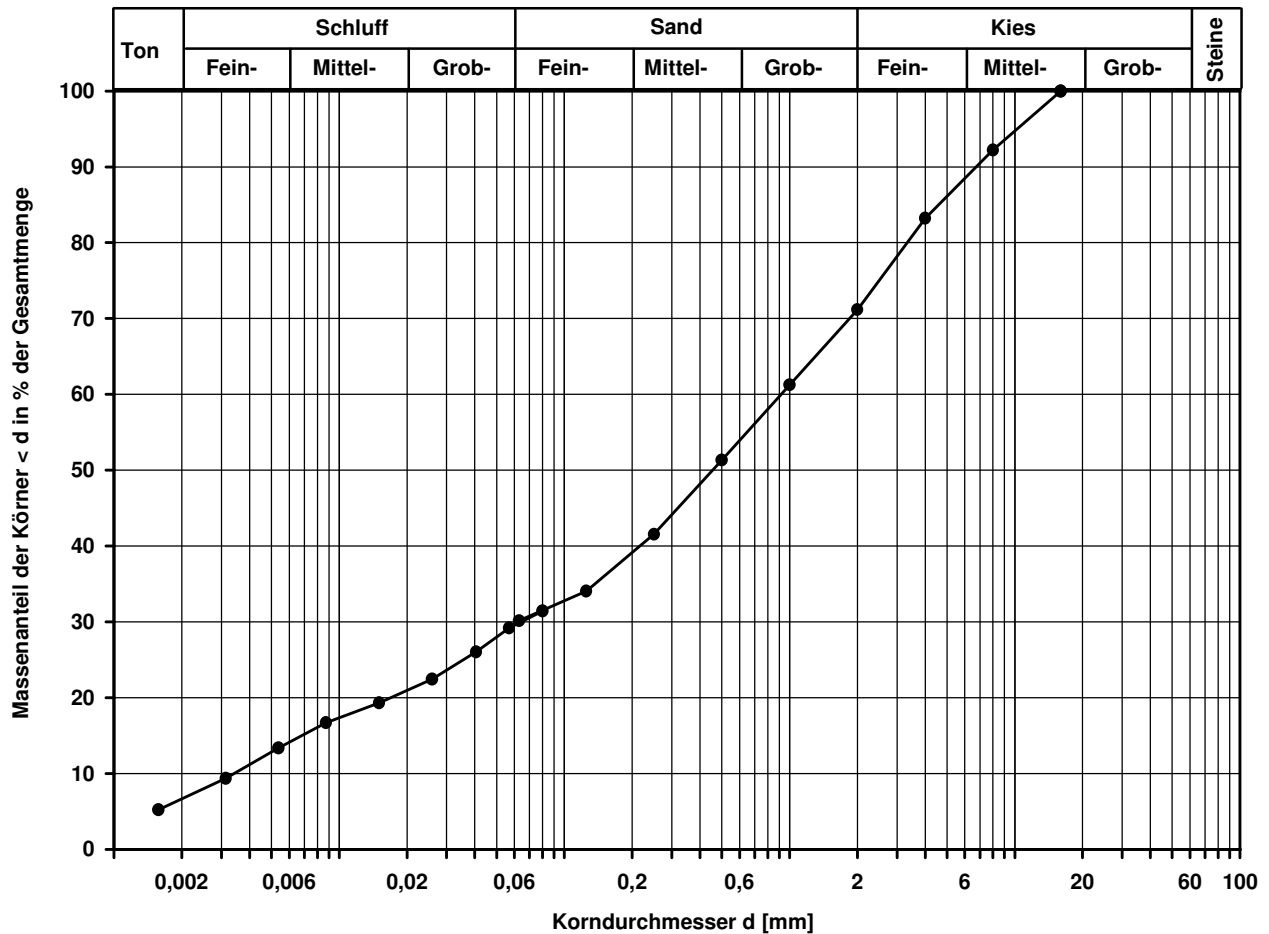
d10
[mm]

0,0034

Berechnung k_f Wert:

nach Beyer: 6,936E-08 m/s

nach Bialas: 3,023E-07 m/s



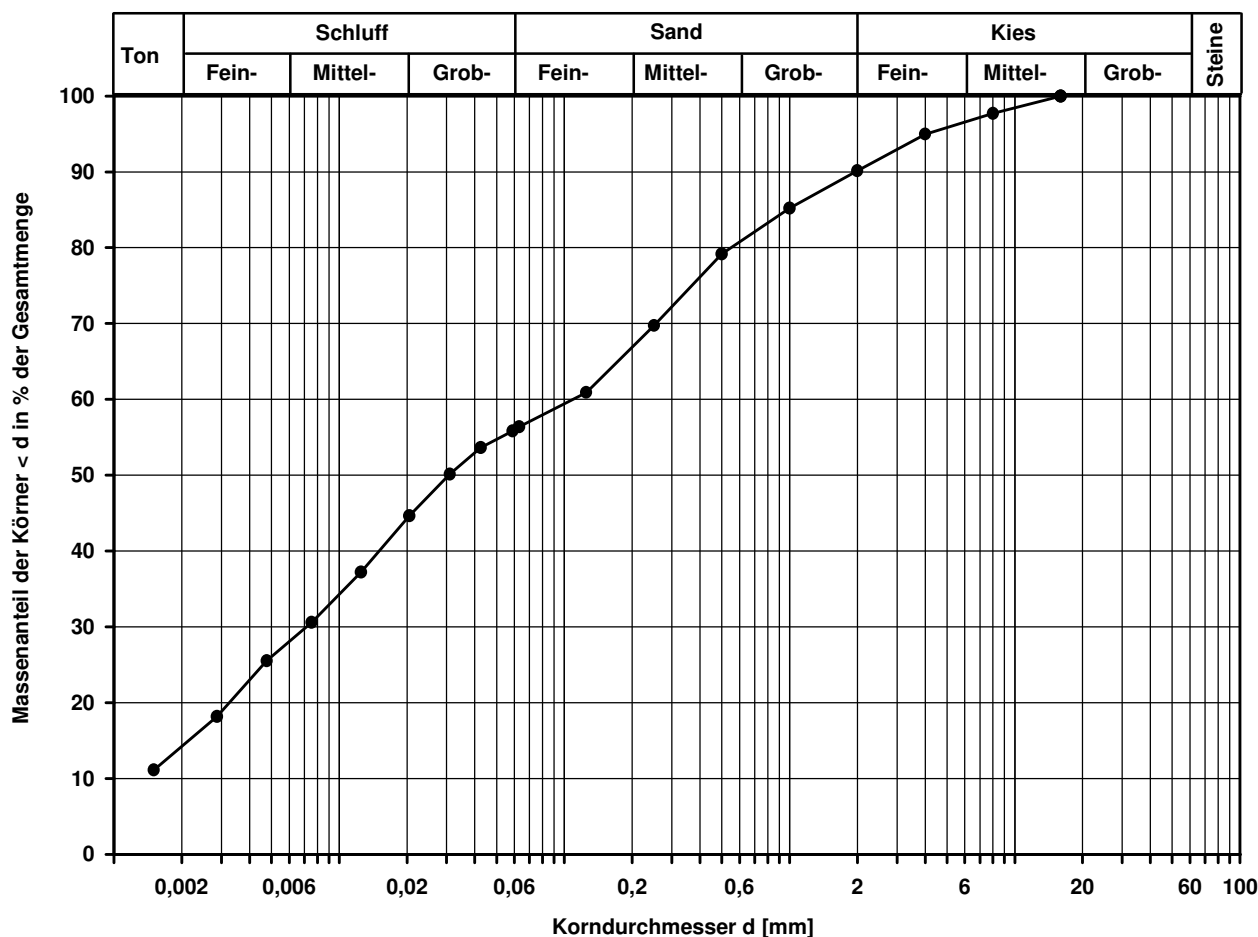
Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller	am: 08.04.2019	Gepr.:	U/T,s*,g'		TL		
Ausgewertet von: Fröhwrth	am: 17.04.2019		Entn. am: 20.03.2019		von: DB E&C		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
15 / 41 / 34 / 10				0,1088	0,0307	0,0032	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 6,579E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 13

Tiefe unter GOK:

5,10 - 6,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T,g*,s

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Entn. am: 20.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

15 / 27 / 28 / 30

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

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

d60
[mm]

0,5247

d50
[mm]

0,2028

d20
[mm]

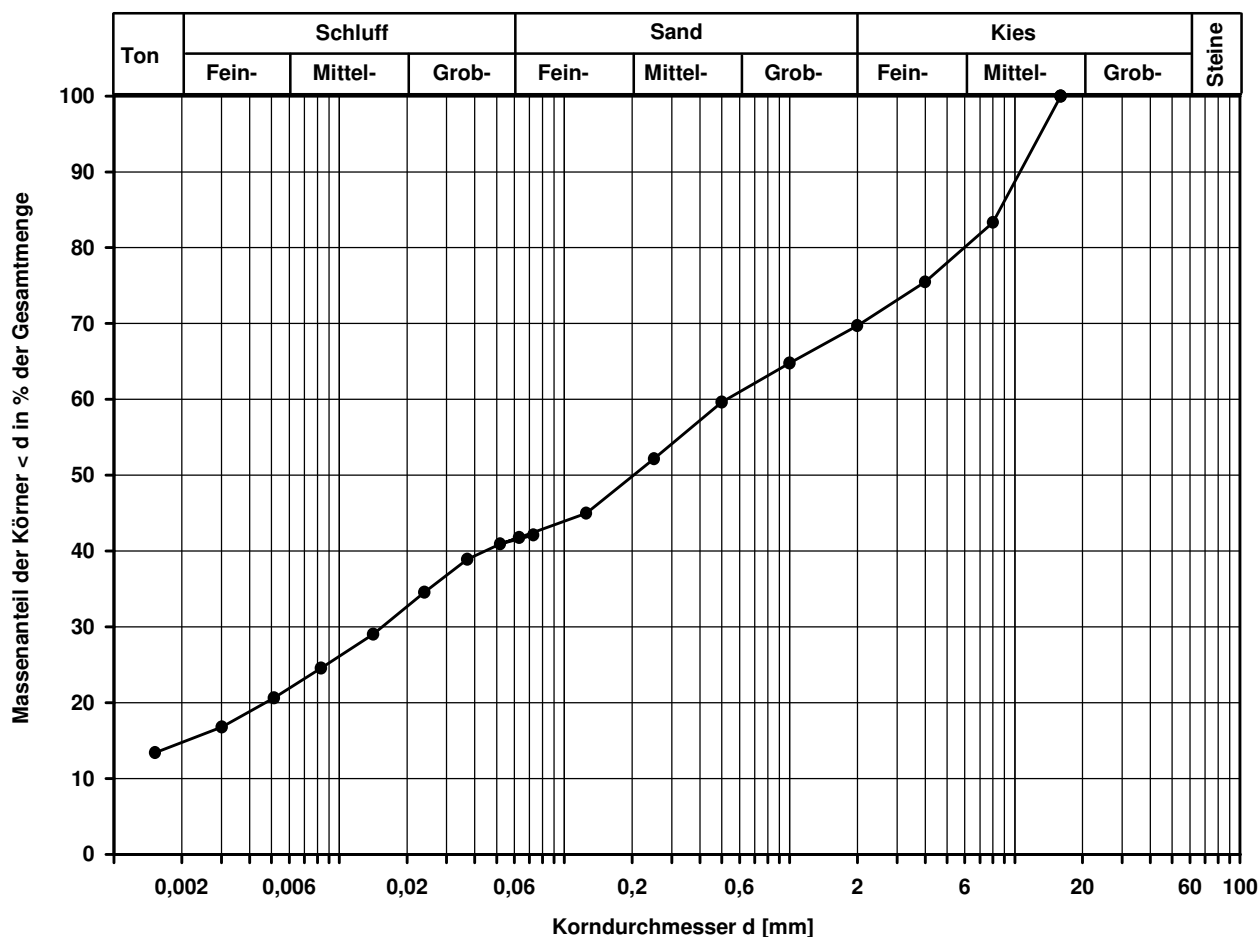
0,0047

d10
[mm]

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas:

1,593E-08 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

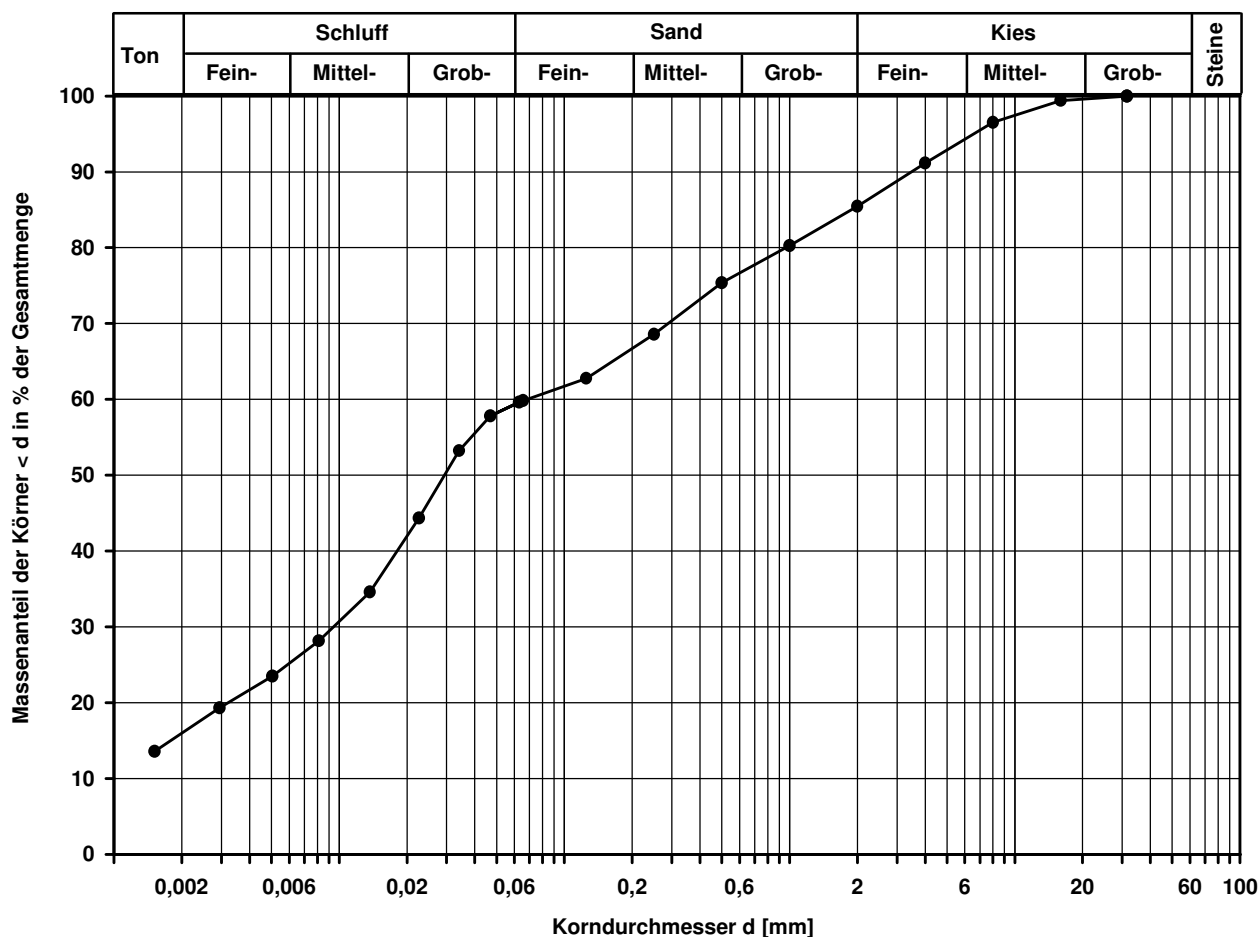
nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation (GrK)

Ausgeführt von: Müller	am: 08.04.2019	Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth	am: 17.04.2019	
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	
16 / 44 / 25 / 15		

Entnahmestelle				
KRB 14				
Tiefe unter GOK:		0,30 - 1,00 m		
Entnahmeart:		gestört		
Probenbeschreibung: T/U,s,g'		Bodengruppe: TM		Stratigraphie:
Entn. am: 20.03.2019		von: DB E&C		
Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
	0,0680	0,0293	0,0032	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 6,579E-09 m/s



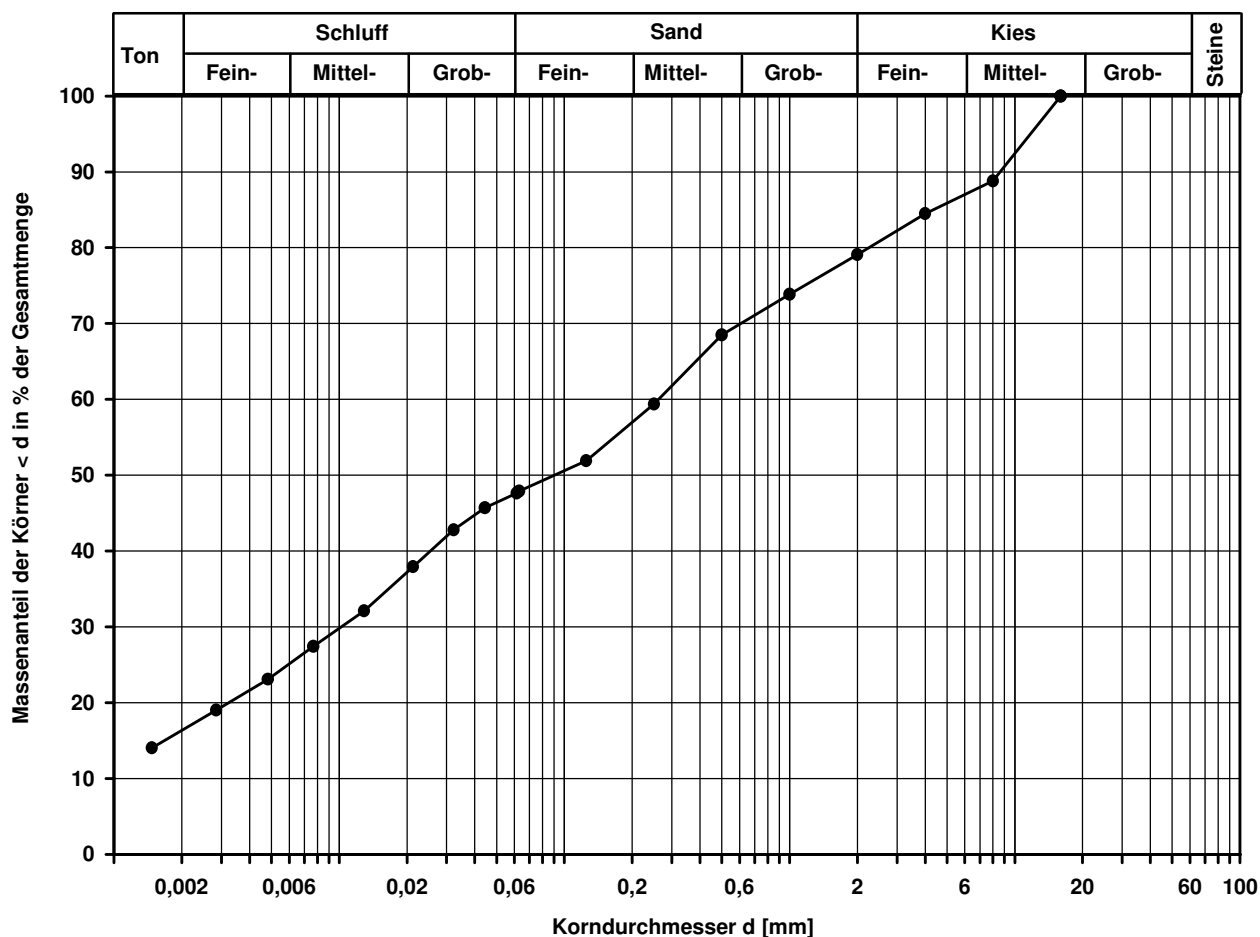
Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller	am: 08.04.2019	Gepr.:	T/U,s*,g		TM		
Ausgewertet von: Fröhwrth	am: 17.04.2019		Entn. am: 20.03.2019		von: DB E&C		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)	Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10		d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
16 / 32 / 31 / 21				0,2616	0,0901	0,0032	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 6,579E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

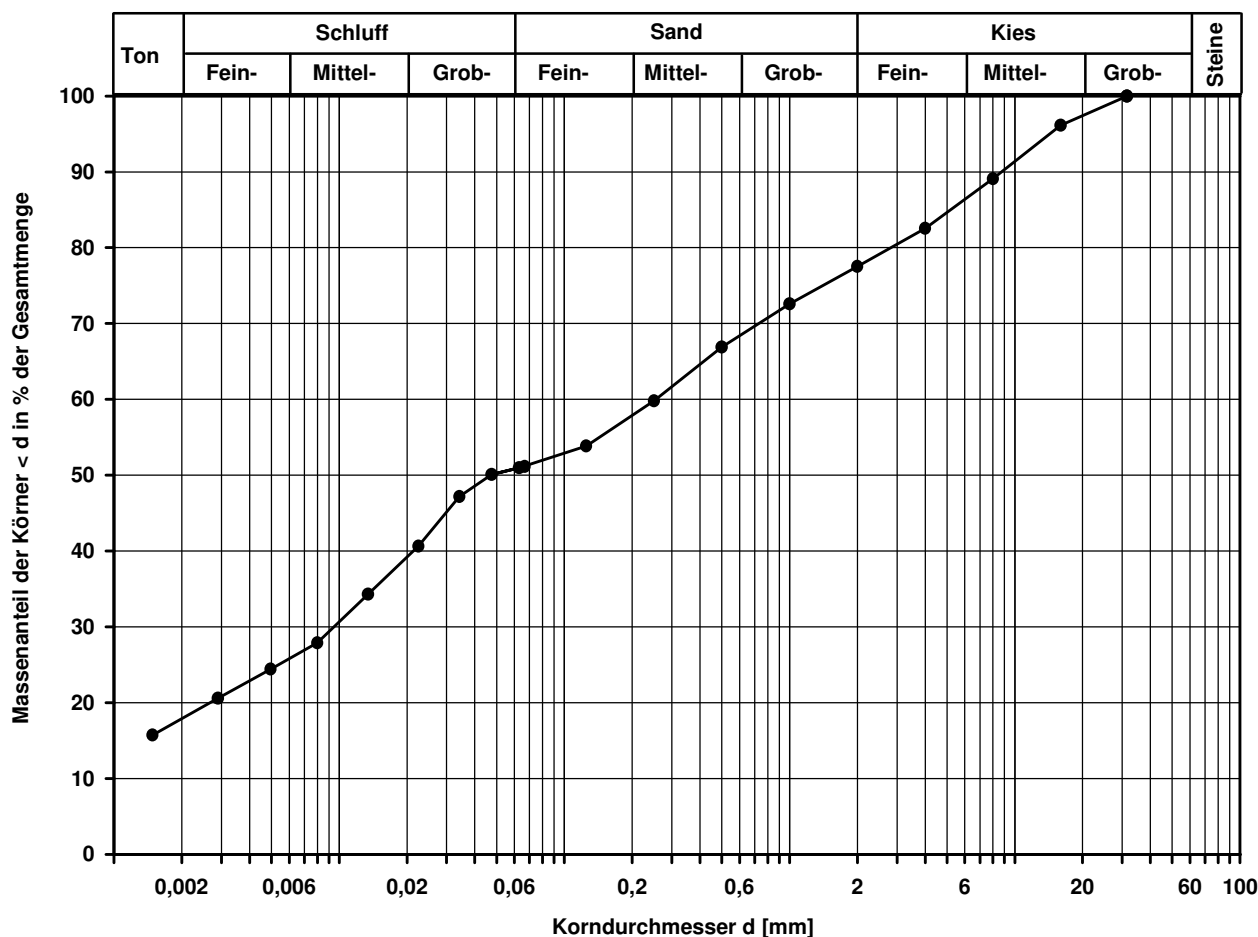
nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation (GrK)

Ausgeführt von: Müller	am: 08.04.2019	Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth	am: 17.04.2019	
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	
18 / 33 / 27 / 22		

Entnahmestelle				
KRB 16				
Tiefe unter GOK:		2,60 - 3,60 m		
Entnahmeart:		gestört		
Probenbeschreibung: T/U,s,g		Bodengruppe: TM		Stratigraphie:
Entn. am: 20.03.2019		von: DB E&C		
Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
	0,2550	0,0470	0,0027	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 4,451E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation (GrK)

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 16

Tiefe unter GOK:

4,30 - 5,30 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T,s*,g

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Entn. am: 20.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

14 / 26 / 32 / 28

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

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

d60
[mm]

0,5737

d50
[mm]

0,2161

d20
[mm]

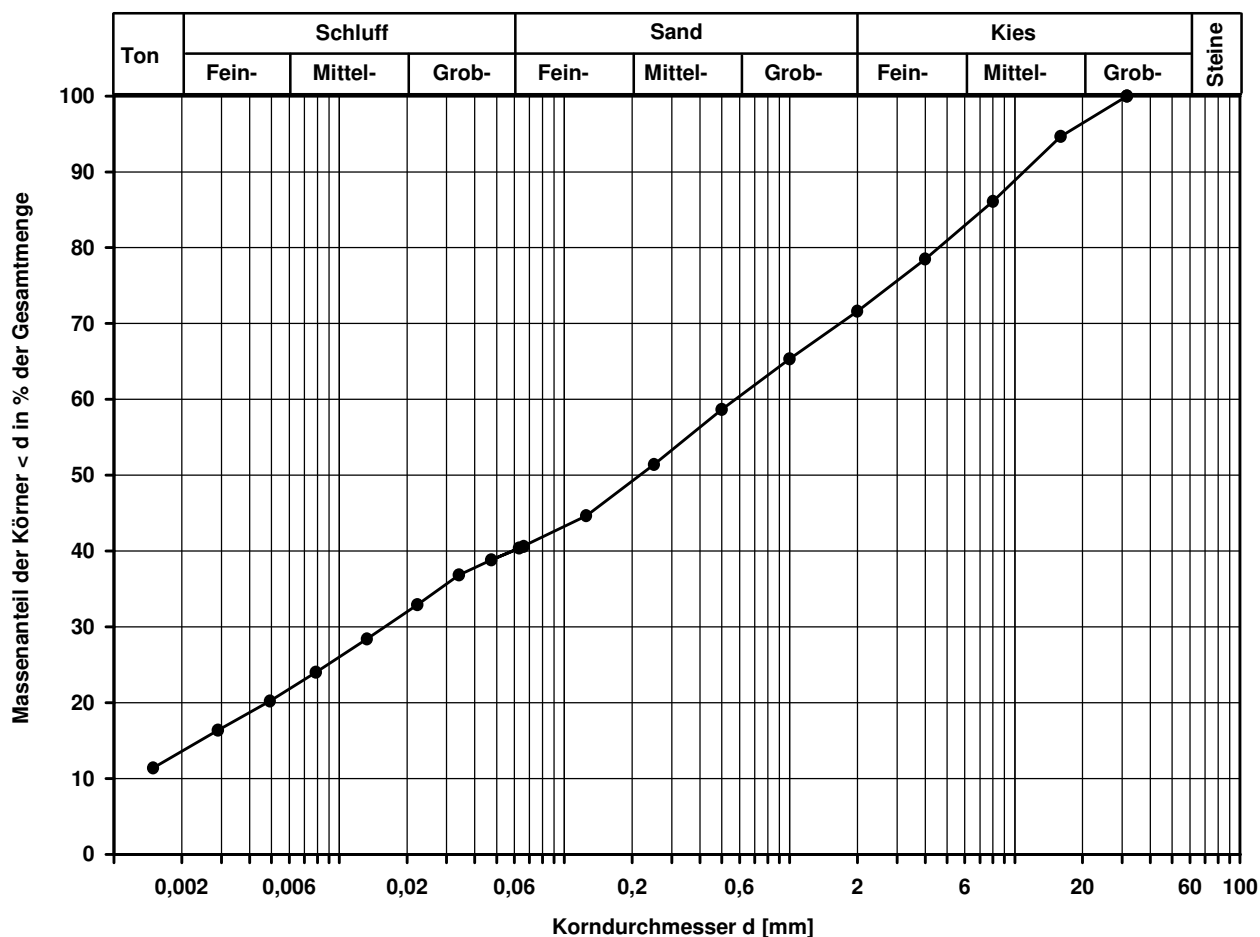
0,0048

d10
[mm]

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas:

1,672E-08 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhlich am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 16

Tiefe unter GOK:

5,30 - 6,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:
U/T,s*,g

Bodengruppe:
TL

Stratigraphie:

Entn. am: 20.03.2019

von: DB E&C

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]

11 / 30 / 35 / 24

0,4

306,9

0,4910

0,2023

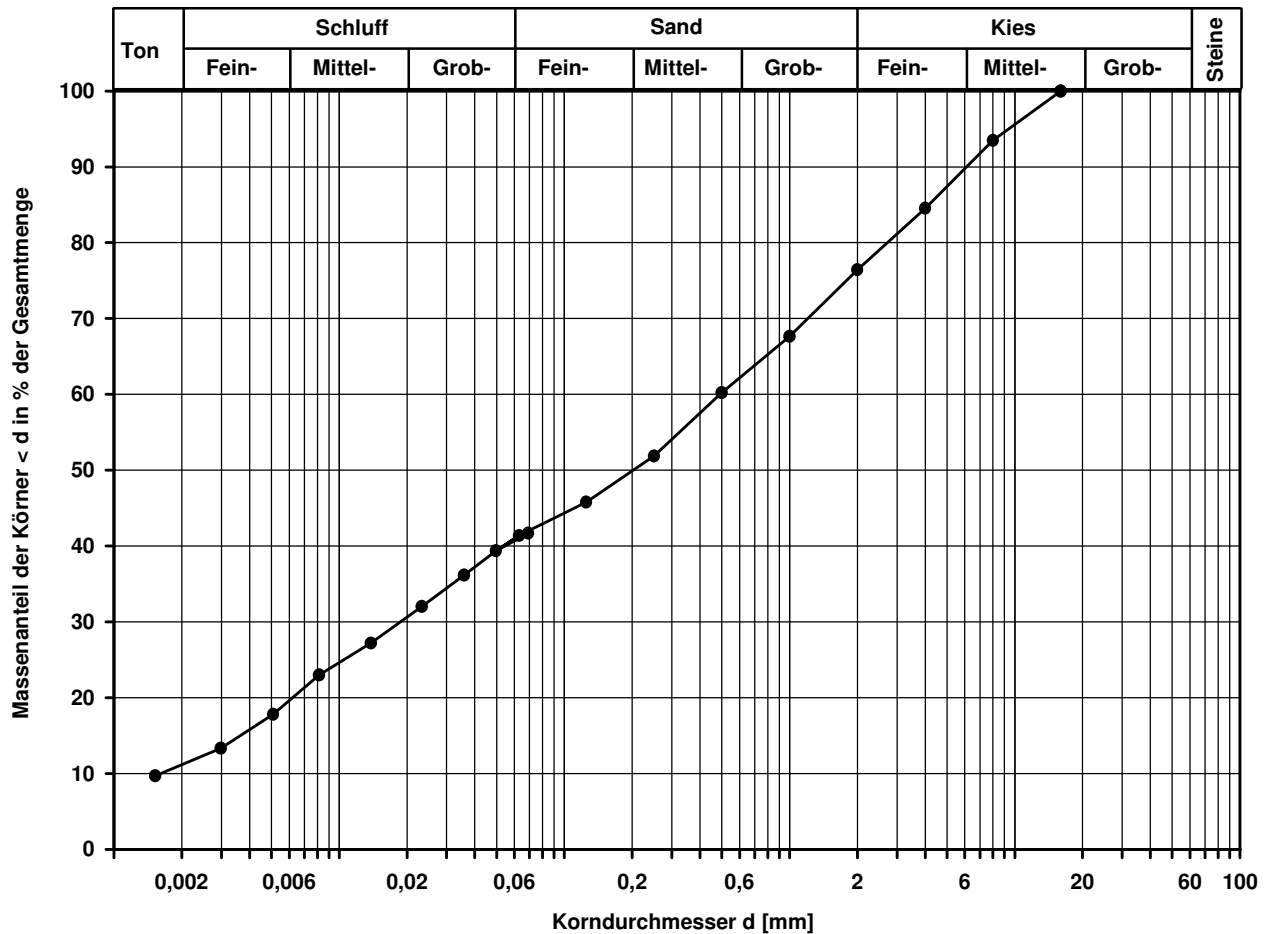
0,0062

0,0016

Berechnung k_f Wert:

nach Beyer: 1,536E-08 m/s

nach Bialas: 3,012E-08 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation (GrK)

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 18

Tiefe unter GOK:

4,80 - 6,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

G,u/t,s

Bodengruppe:

GU* / GT*

Stratigraphie:

Entn. am: 21.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

10 / 20 / 29 / 41

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

1,1

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

1081,1

d60
[mm]

2,1621

d50
[mm]

0,9209

d20
[mm]

0,0116

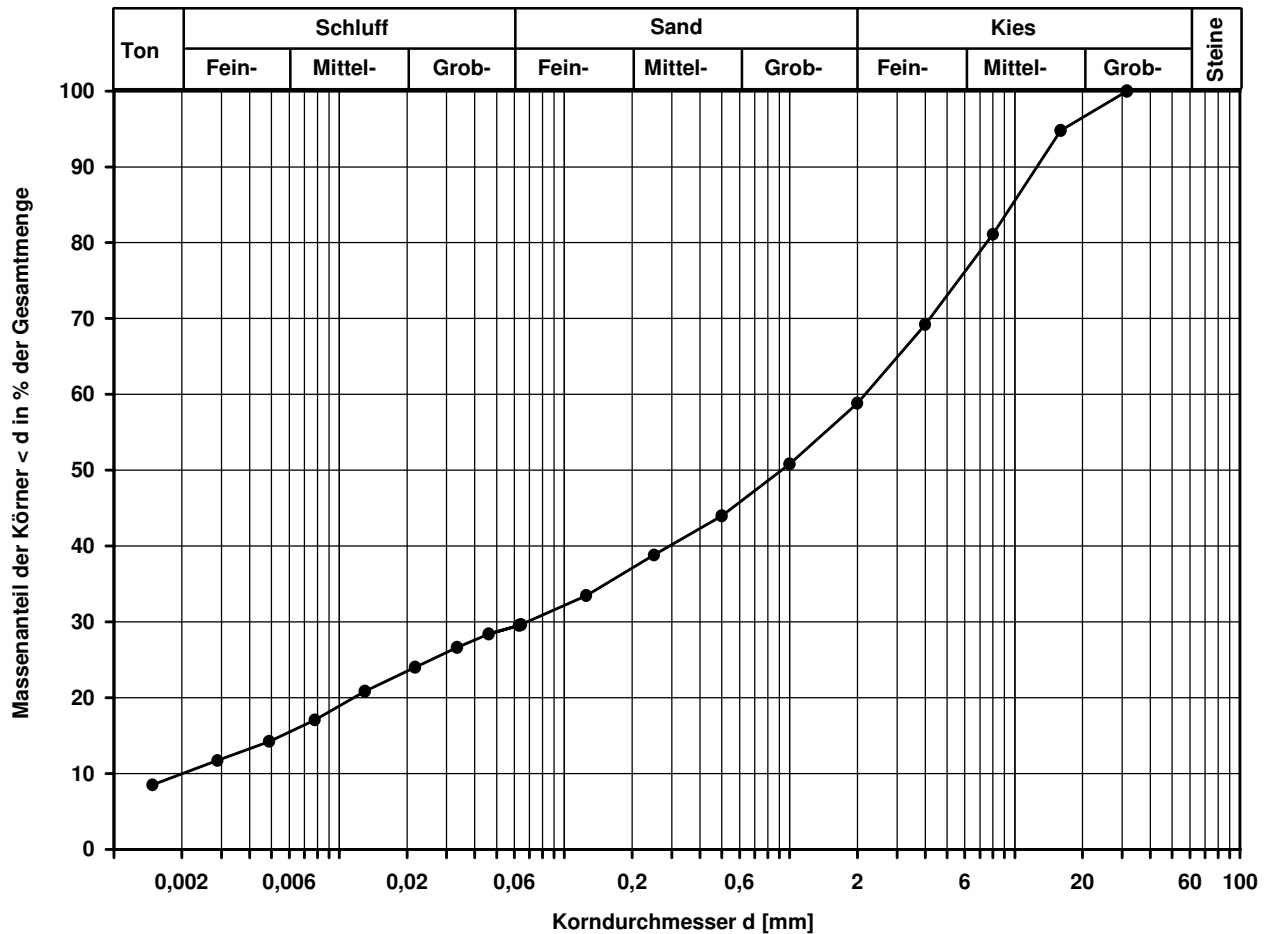
d10
[mm]

0,0020

Berechnung k_f Wert:

nach Beyer: 2,400E-08 m/s

nach Bialas: 1,272E-07 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 08.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 19

Tiefe unter GOK:

2,70 - 4,10 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,g,s

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 21.03.2019

von: DB E&C

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]

16 / 37 / 20 / 27

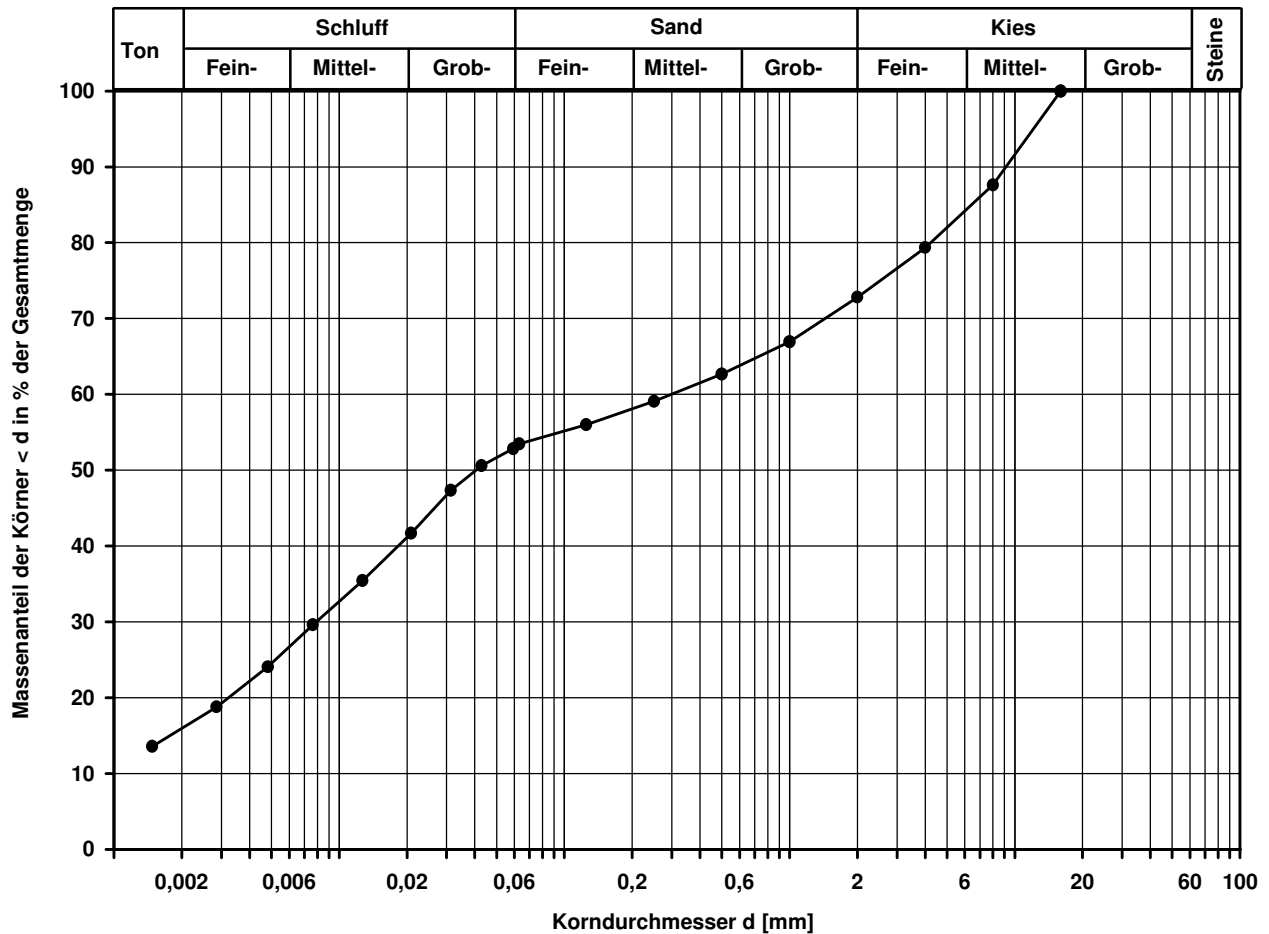
0,2976

0,0404

0,0032

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 6,579E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller

am: 09.04.2019

Gepr.:

Ausgewertet von: Fröhwrth

am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 19

Tiefe unter GOK:

5,10 - 6,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,g',s'

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 21.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

17 / 55 / 13 / 15

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

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

d₆₀
[mm]

0,0239

d₅₀
[mm]

0,0136

d₂₀
[mm]

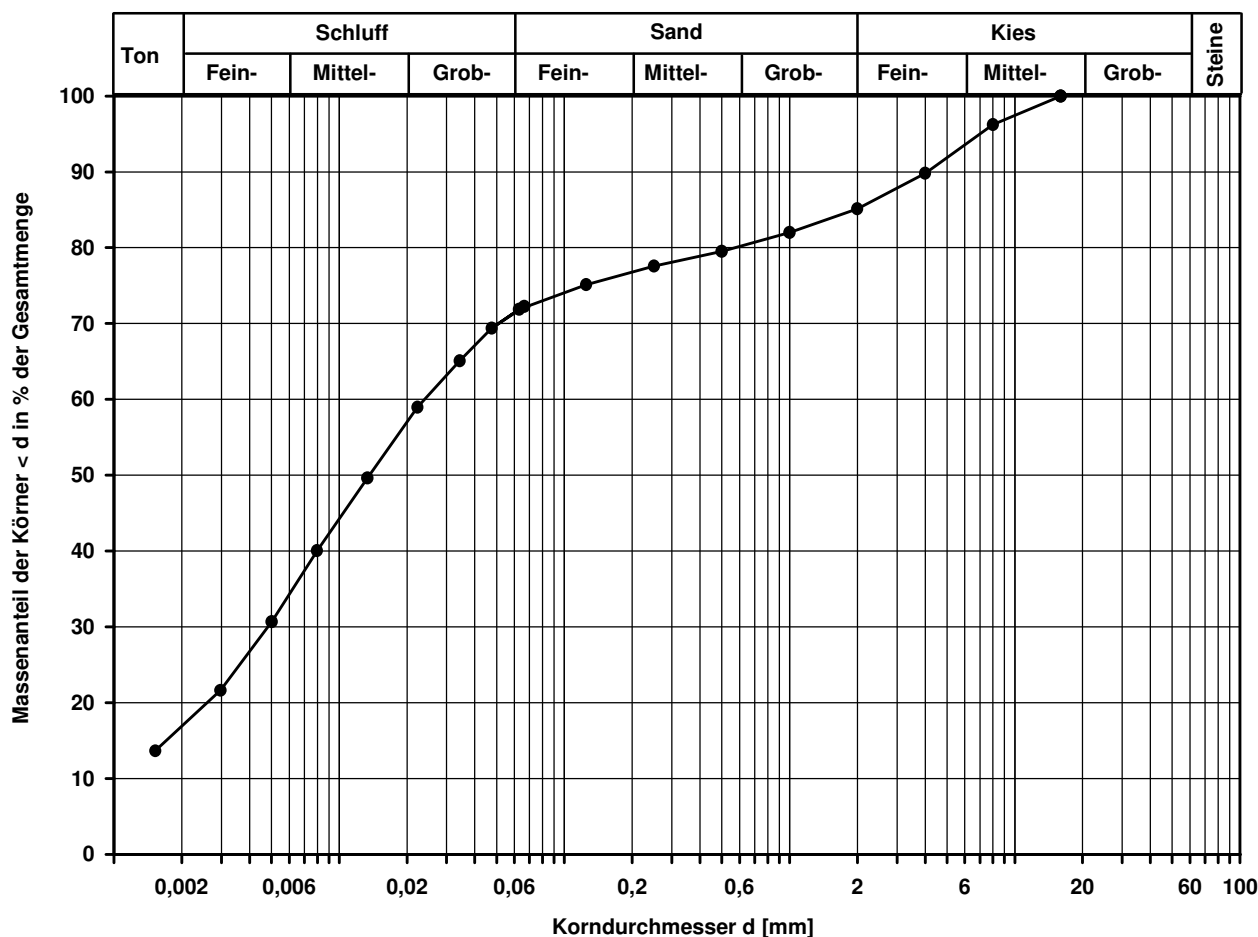
0,0026

d₁₀
[mm]

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas:

4,081E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation (GrK)

Ausgeführt von: Müller am: 09.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 22

Tiefe unter GOK: 1,90 - 2,90 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:
T/U,g,s'

Bodengruppe:
TM

Stratigraphie:

Entn. am: 21.03.2019

von: DB E&C

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]

22 / 46 / 14 / 18

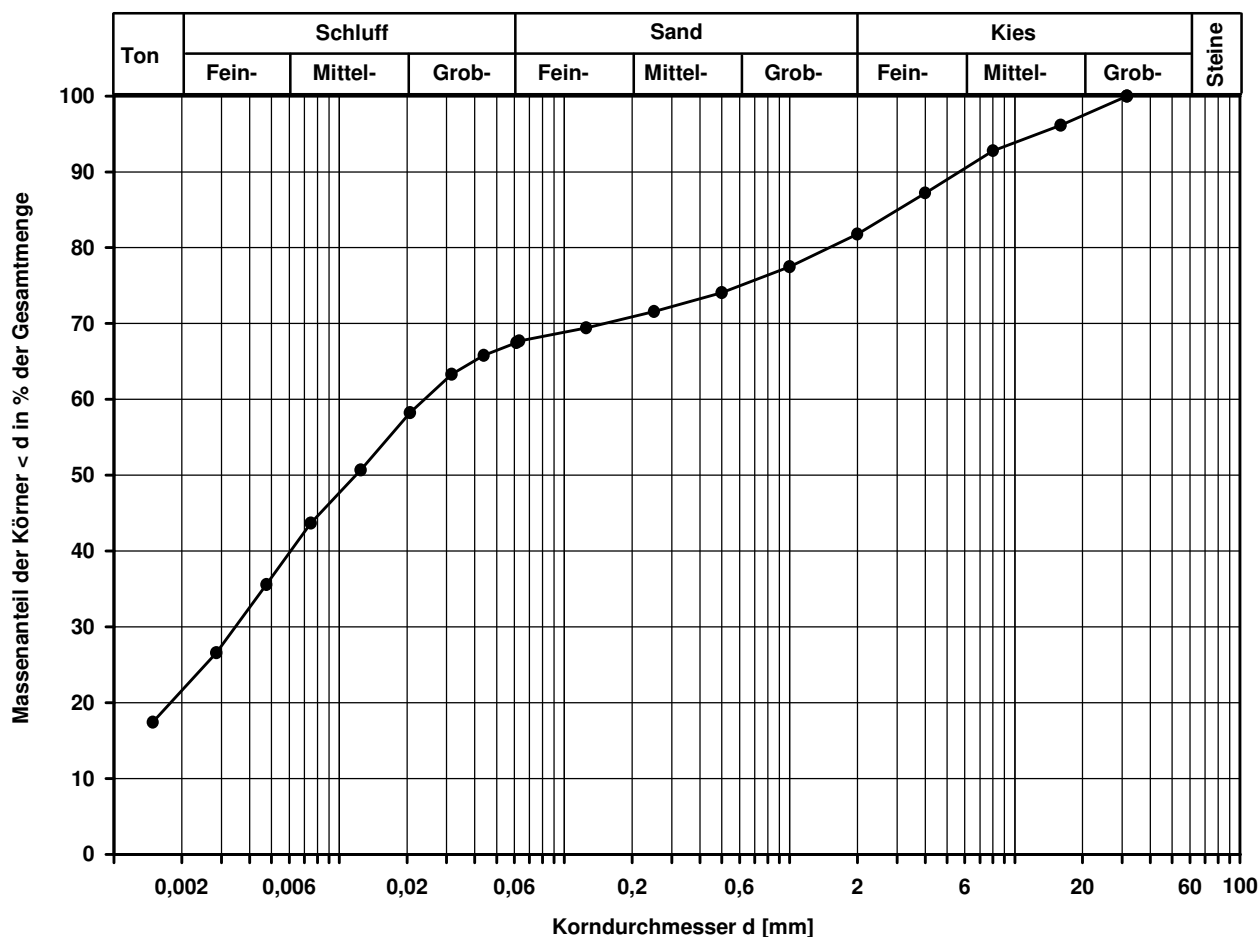
0,0239

0,0118

0,0018

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 1,752E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 09.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 24

Tiefe unter GOK: 2,20 - 2,60 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:
T/U,s',g'

Bodengruppe:
TM

Stratigraphie:

Entn. am: 22.03.2019

von: DB E&C

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]

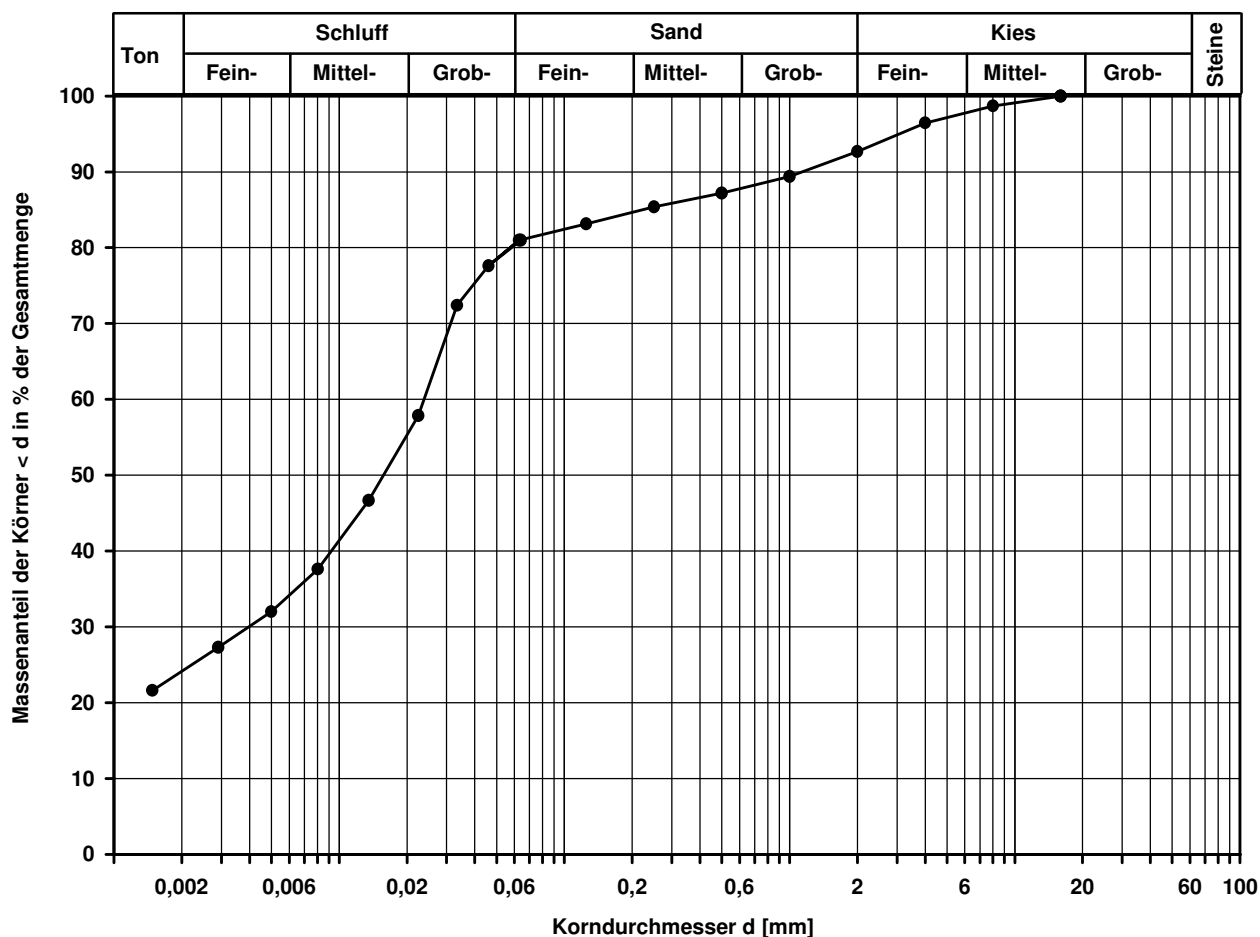
d₁₀
[mm]

24 / 57 / 12 / 7

0,0238

0,0157

Berechnung k_f Wert:



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz am: 05.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 25

Tiefe unter GOK: 1,20 - 2,20 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:
T/U,s',g'

Bodengruppe:
TM

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

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]

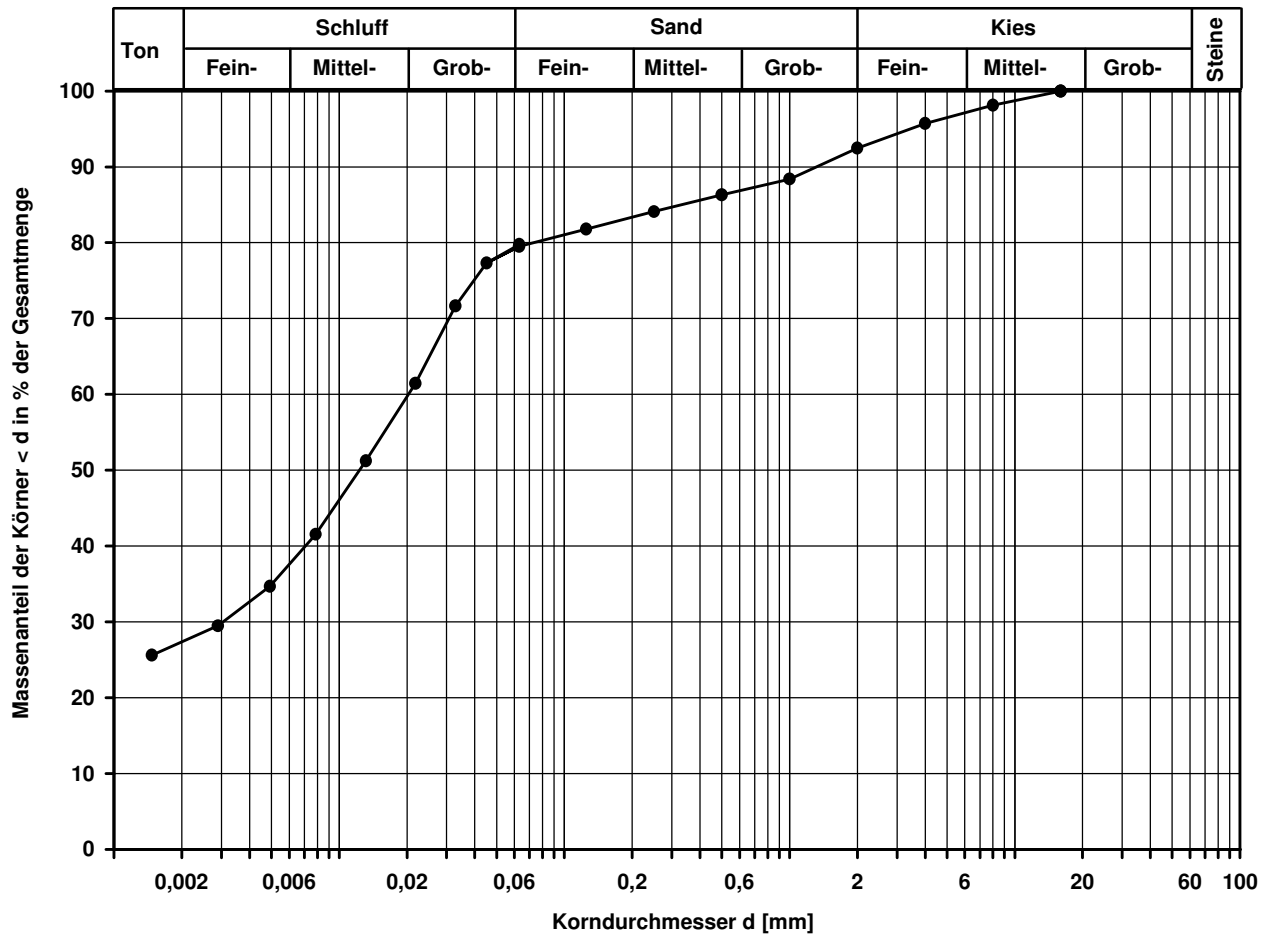
d₁₀
[mm]

27 / 53 / 12 / 8

0,0203

0,0123

Berechnung k_f Wert:



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz am: 05.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 25

Tiefe unter GOK:

4,20 - 5,20 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:
T/U,s',g'

Bodengruppe:
TM

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

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]

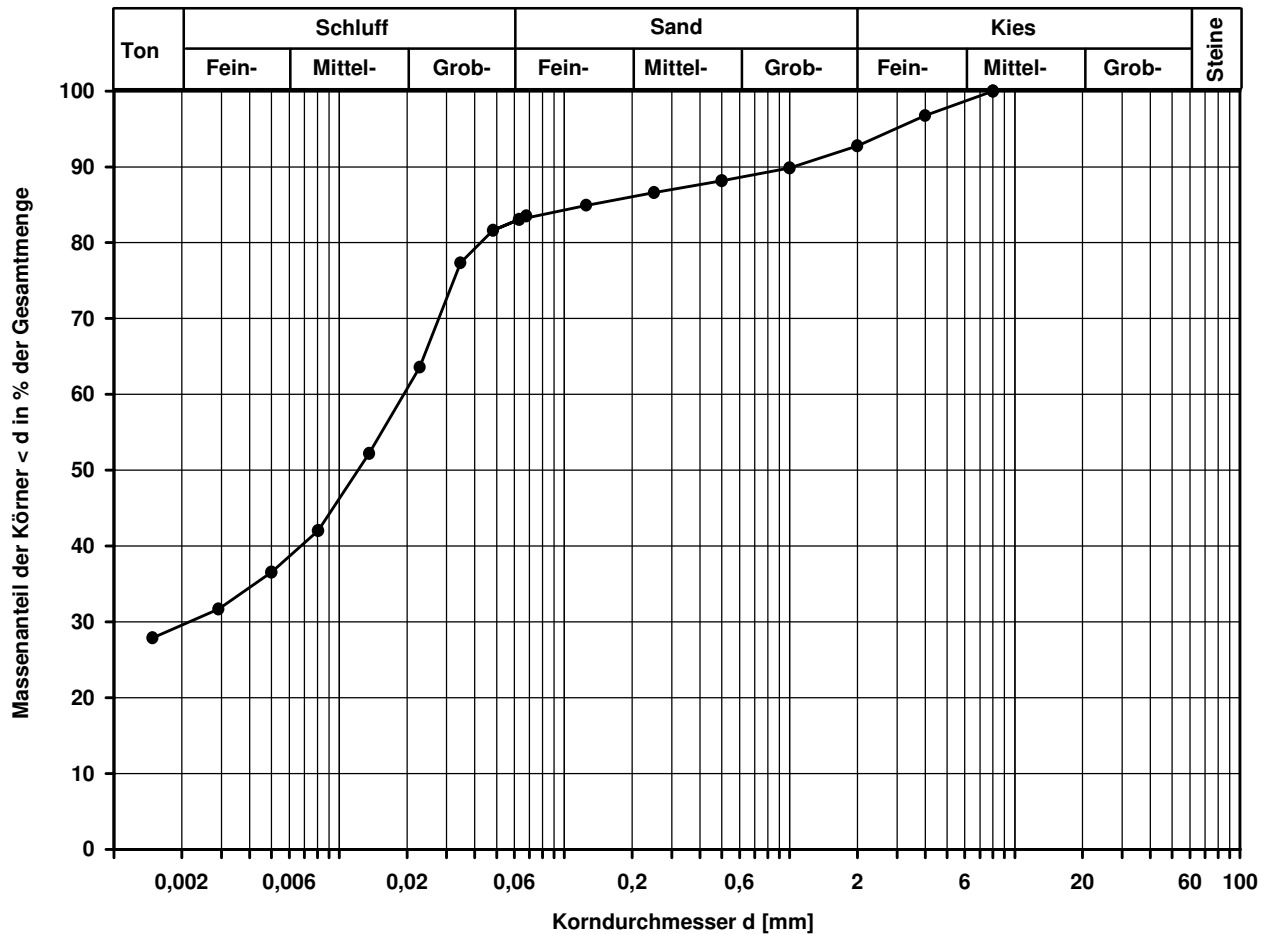
d₁₀
[mm]

30 / 53 / 10 / 7

0,0194

0,0121

Berechnung k_γ Wert:



Bemerkungen:

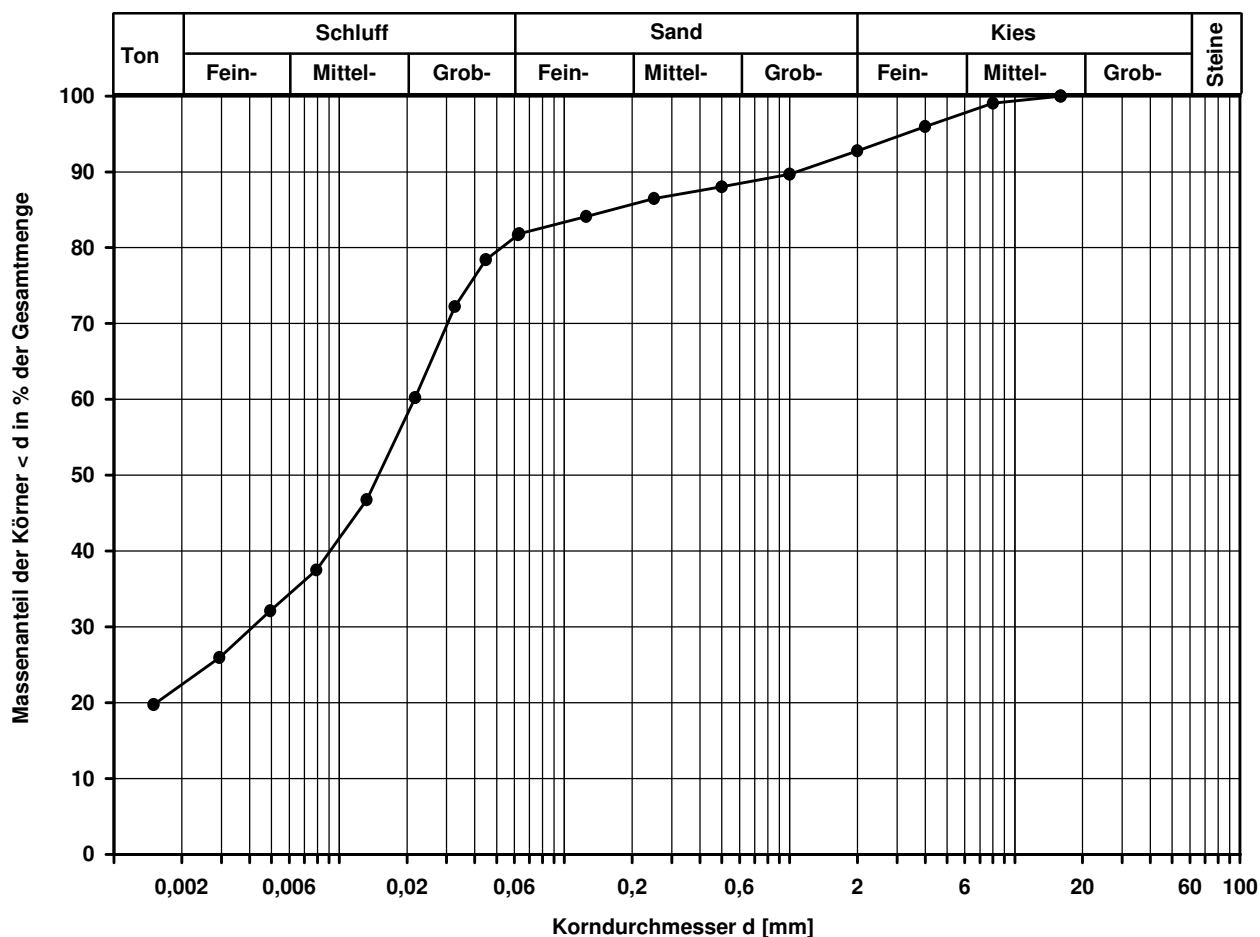
Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz	am: 05.04.2019	Gepr.:	T/U,s',g'		TM		
Ausgewertet von: Frühwirth	am: 17.04.2019		Entn. am: 26.03.2019		von: DB E&C		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
22 / 60 / 11 / 7				0,0216	0,0149	0,0015	

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 1,152E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz am: 05.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhlich am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 26

Tiefe unter GOK: 5,50 - 6,00 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:
T/U,s'

Bodengruppe:
TM

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

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]

21 / 70 / 7 / 2

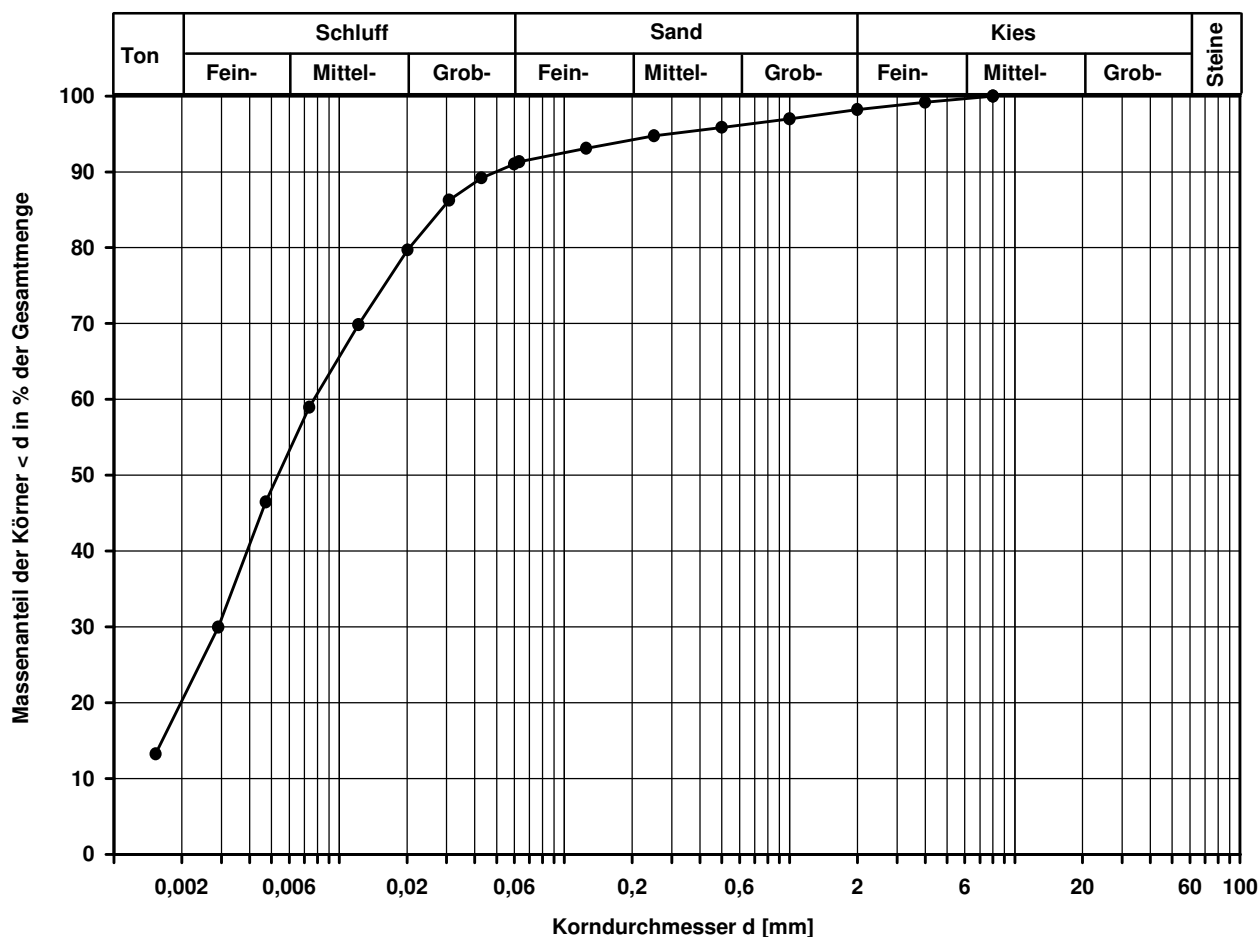
0,0077

0,0054

0,0020

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 2,232E-09 m/s



Bemerkungen:

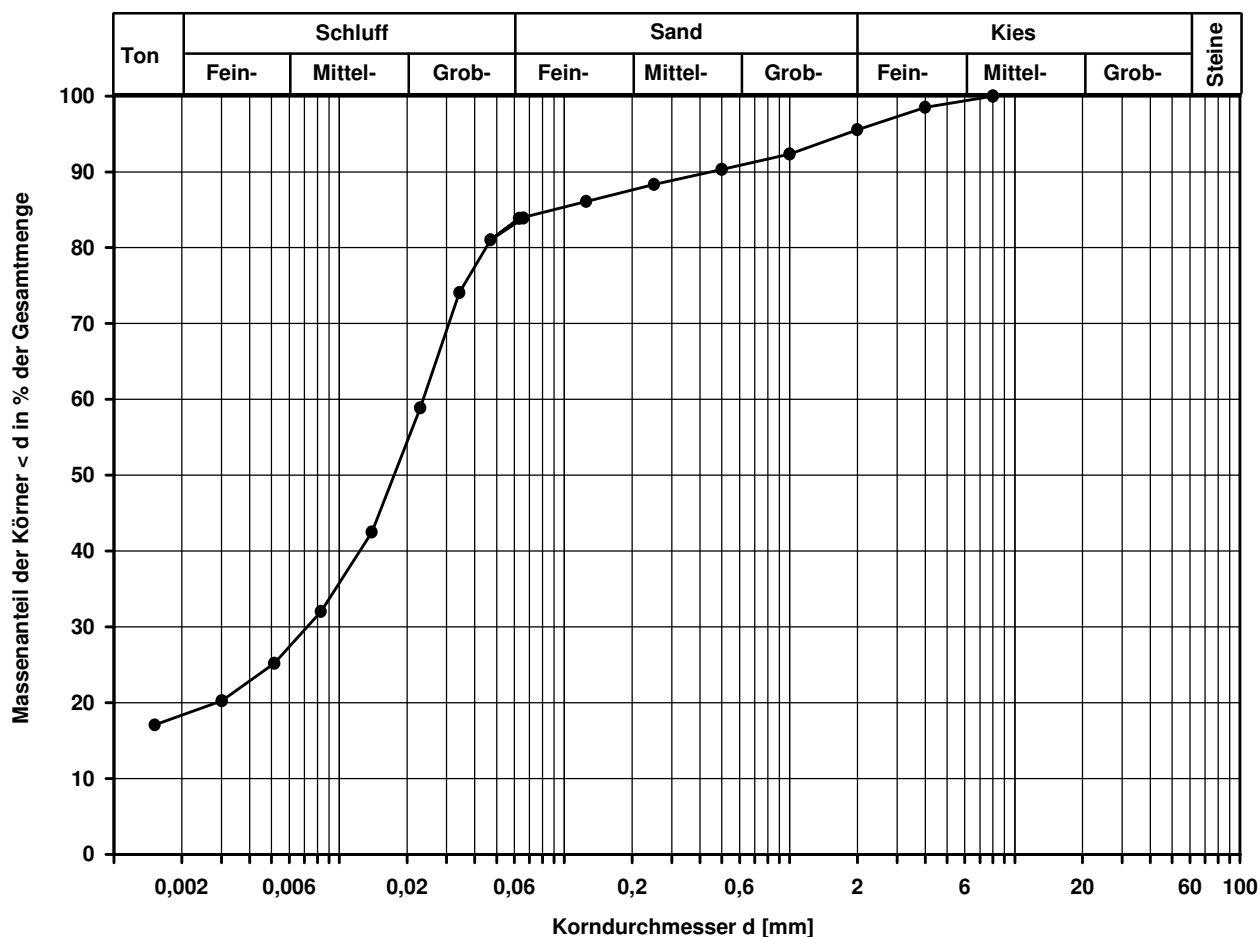
Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz	am: 05.04.2019	Gepr.:	T/U,s'		TM		
Ausgewertet von: Fröhwrth	am: 17.04.2019		Entn. am: 26.03.2019		von: DB E&C		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
18 / 66 / 12 / 4				0,0236	0,0175	0,0028	

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 4,839E-09 m/s



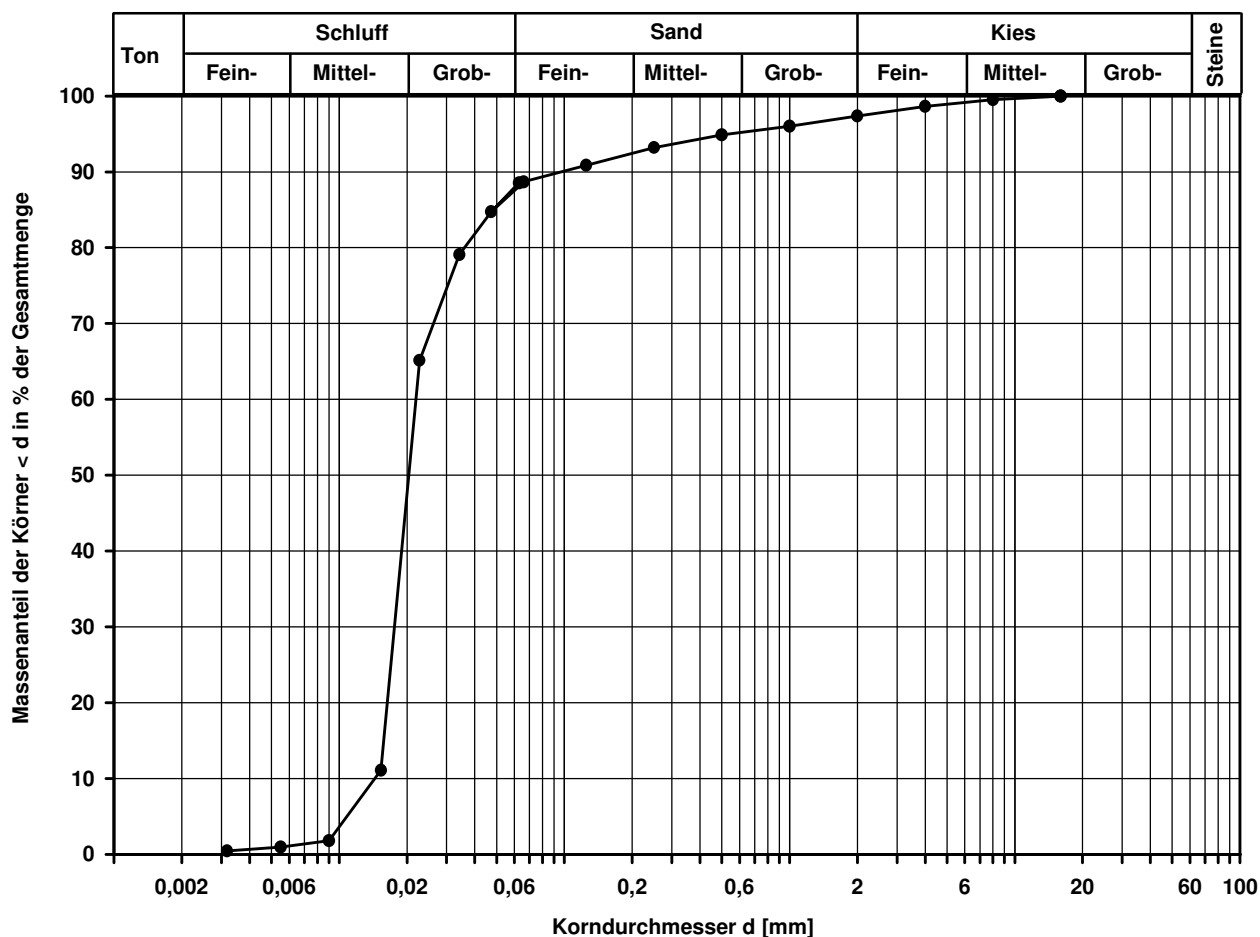
Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz	am: 05.04.2019	Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth	am: 17.04.2019	
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	
--89-- / 8 / 3		

Entnahmestelle				
KRB 27				
Tiefe unter GOK:		3,20 - 4,20 m		
Entnahmeart:		gestört		
Probenbeschreibung: U/T,s'		Bodengruppe: TL		Stratigraphie:
Entn. am: 26.03.2019		von: DB E&C		
Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]



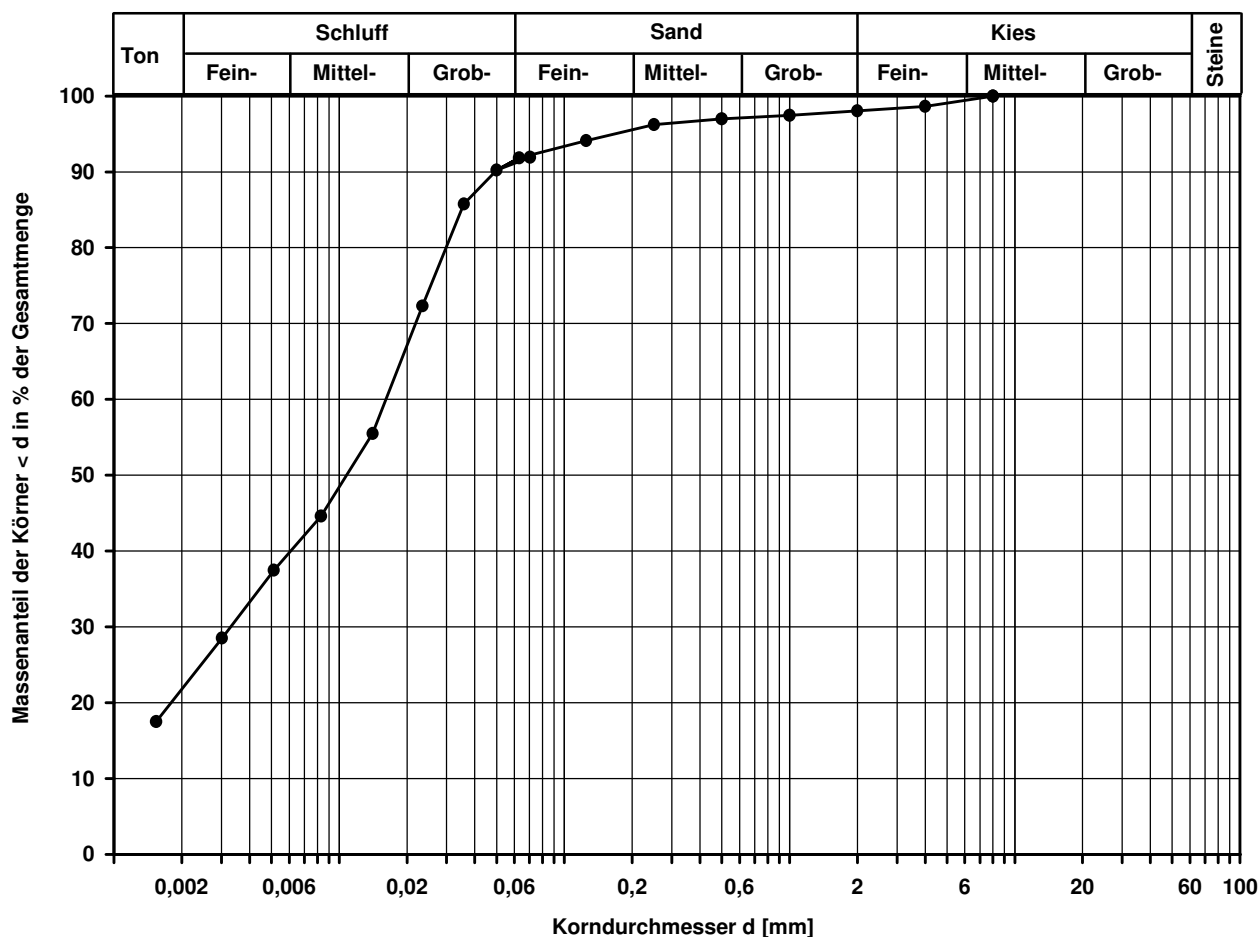
Bemerkungen: Die Schlämmprobe koagulierte trotz Zugabe von Dispergierungsmittel

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz	am: 05.04.2019	Gepr.:	T/U,s'		TM		
Ausgewertet von: Fröhwrth	am: 17.04.2019		Entn. am: 26.03.2019		von: DB E&C		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
22 / 70 / 6 / 2				0,0161	0,0108	0,0018	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 1,752E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz am: 05.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhlich am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 27a

Tiefe unter GOK: 3,70 - 4,70 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:

T/U,s'

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

23 / 70 / 6 / 1

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

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

d₆₀
[mm]

0,0101

d₅₀
[mm]

0,0066

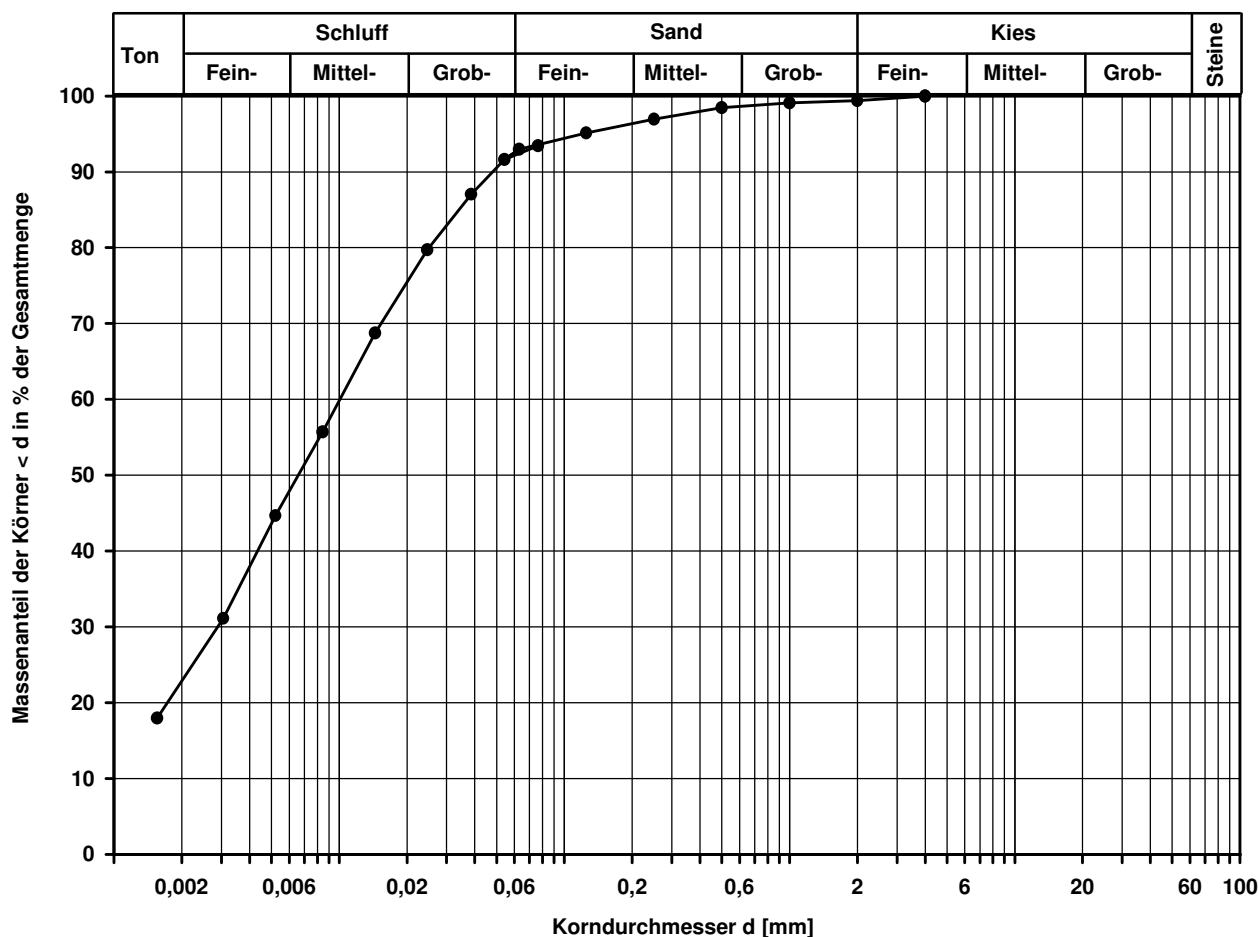
d₂₀
[mm]

0,0017

d₁₀
[mm]

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 1,536E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 09.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 28

Tiefe unter GOK:

2,20 - 3,20 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T,s'

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

13 / 77 / 8 / 2

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

1,1

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

10,5

d₆₀
[mm]

0,0168

d₅₀
[mm]

0,0131

d₂₀
[mm]

0,0032

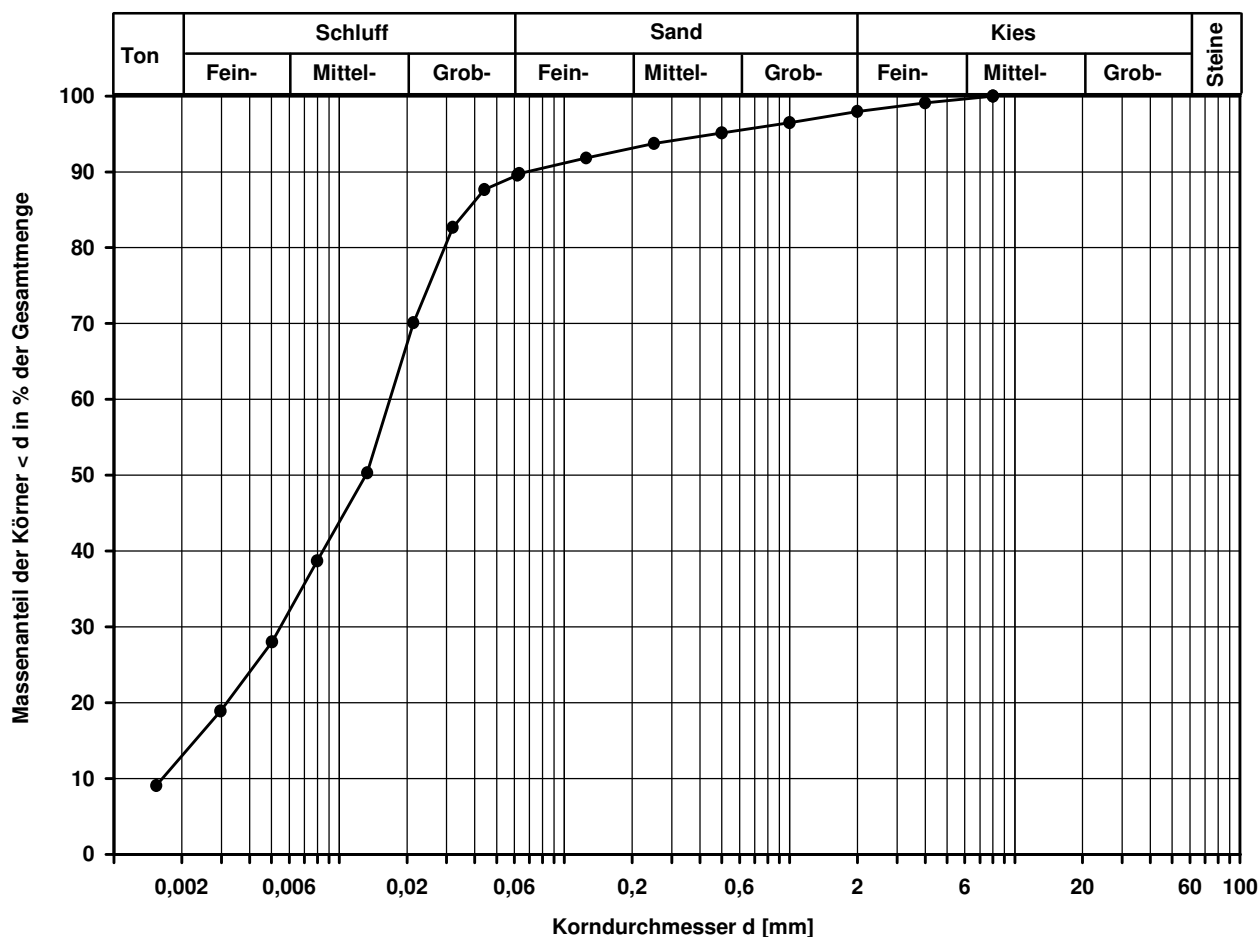
d₁₀
[mm]

0,0016

Berechnung k_f Wert:

nach Beyer: 1,792E-08 m/s

nach Bialas: 6,579E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 09.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 28

Tiefe unter GOK:

4,80 - 6,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,s'

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

23 / 66 / 7 / 4

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

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

d₆₀
[mm]

0,0165

d₅₀
[mm]

0,0108

d₂₀
[mm]

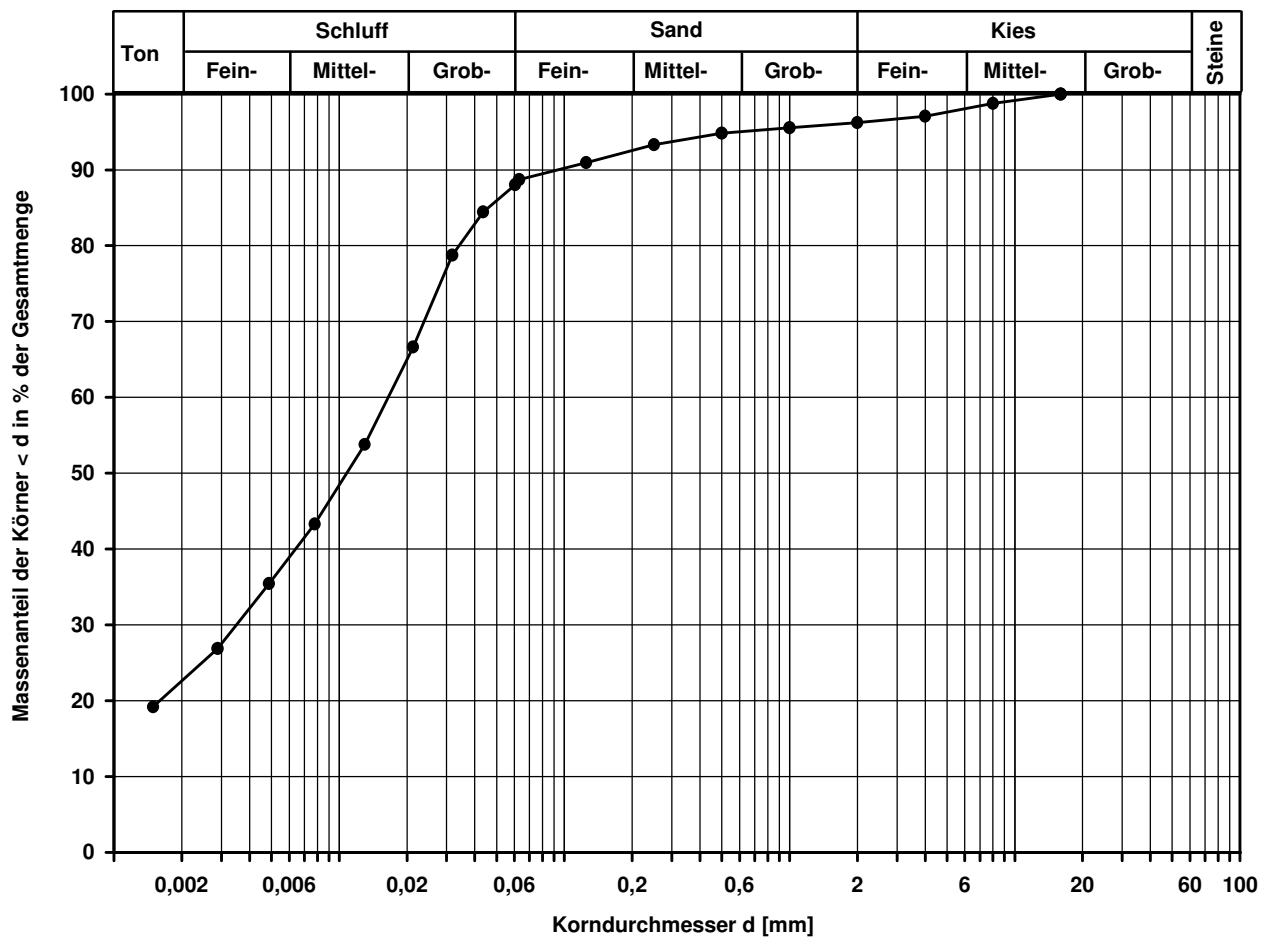
0,0016

d₁₀
[mm]

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas:

1,336E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 09.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 29

Tiefe unter GOK: 1,40 - 2,40 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:
U/T,s',g'

Bodengruppe:
TL

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

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]

18 / 61 / 15 / 6

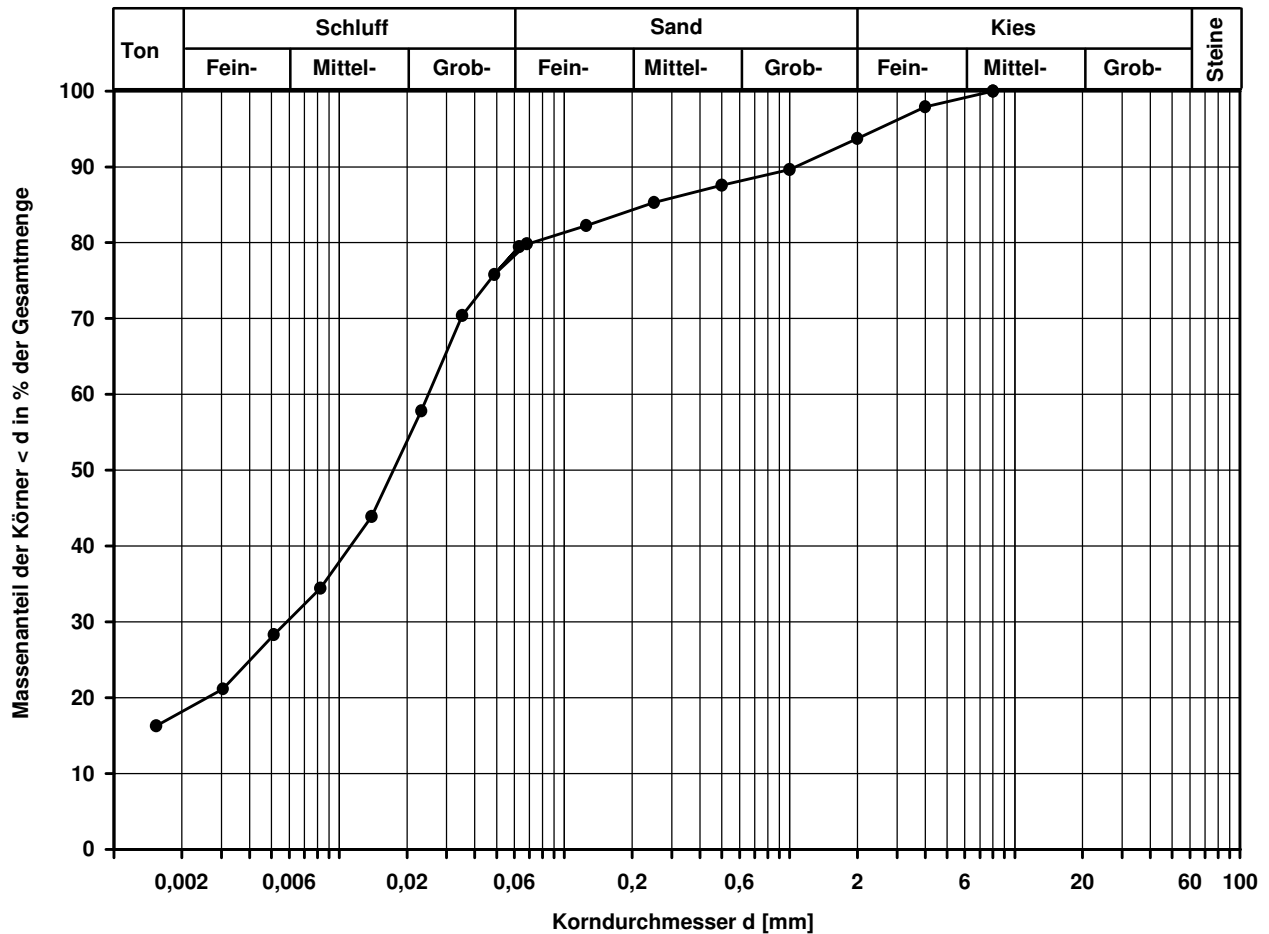
0,0249

0,0174

0,0026

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 4,081E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 09.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Fröhwrth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 29

Tiefe unter GOK:

4,60 - 5,60 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,s'

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

26 / 68 / 6 / 0

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

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

d₆₀
[mm]

0,0109

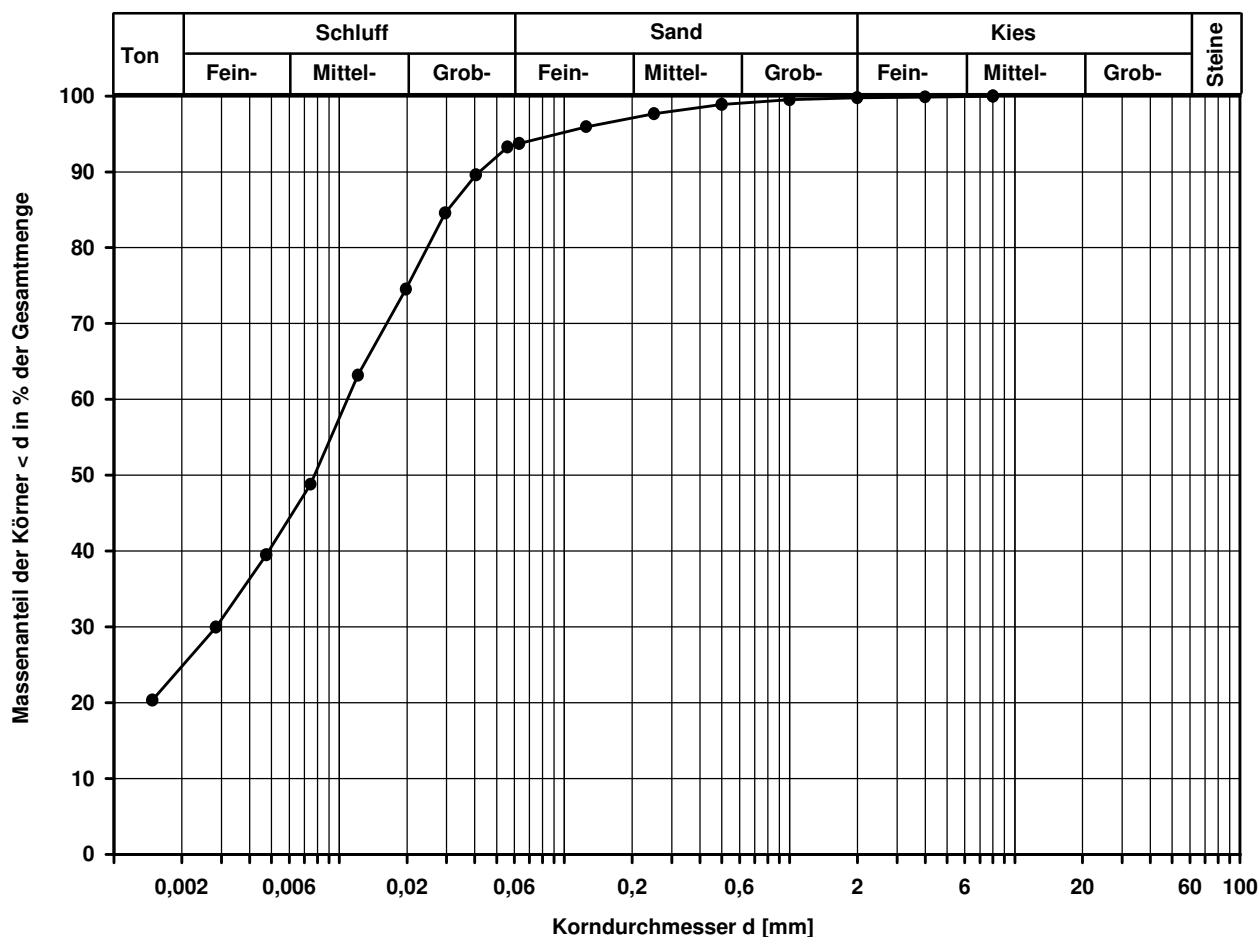
d₅₀
[mm]

0,0078

d₂₀
[mm]

d₁₀
[mm]

Berechnung k_f Wert:



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 09.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 30

Tiefe unter GOK:

2,00 - 3,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T,s'

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

10 / 74 / 14 / 2

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

1,4

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

10,8

d₆₀
[mm]

0,0215

d₅₀
[mm]

0,0163

d₂₀
[mm]

0,0041

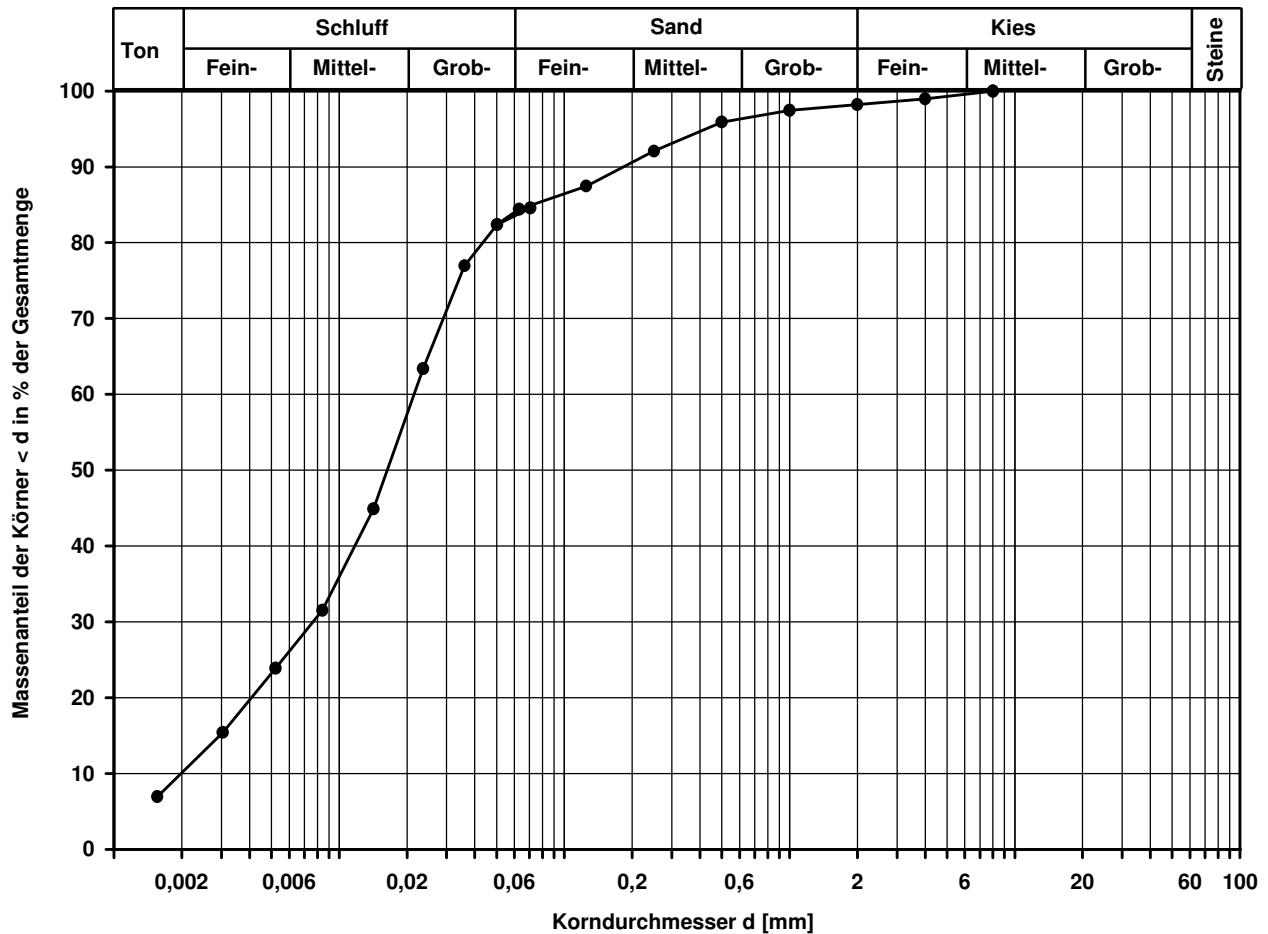
d₁₀
[mm]

0,0020

Berechnung k_f Wert:

nach Beyer: 2,800E-08 m/s

nach Bialas: 1,163E-08 m/s



Bemerkungen:

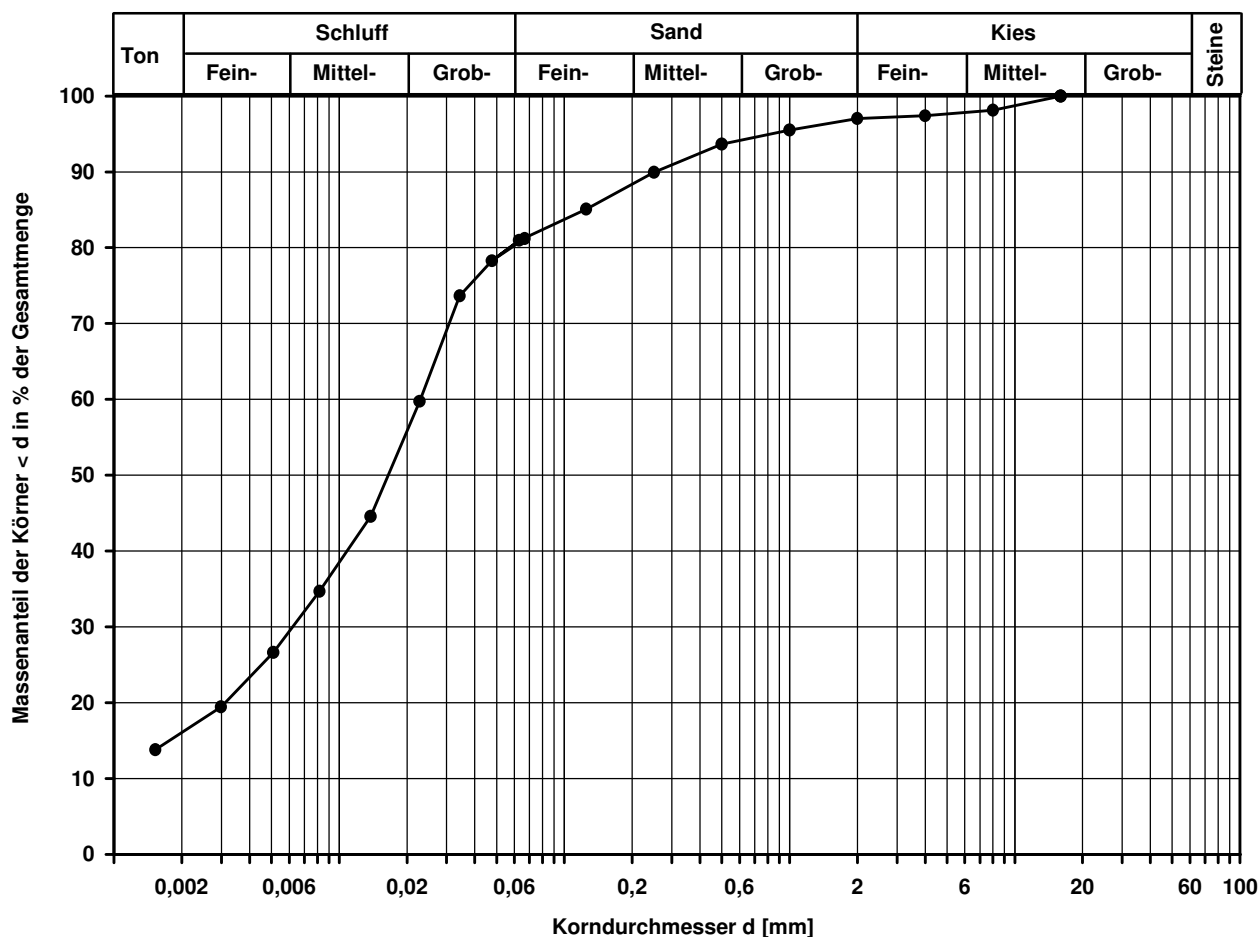
Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Seitz	am: 05.04.2019	Gepr.:	T/U,s		TM		
Ausgewertet von: Fröhwrth	am: 17.04.2019		Entn. am: 26.03.2019		von: DB E&C		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl C _c C _c = (d30) ² / (d10*d60)		Ungleichförmigkeitszahl U U = d60 / d10	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
16 / 65 / 16 / 3				0,0229	0,0165	0,0031	

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 6,116E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 09.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 31

Tiefe unter GOK: 3,00 - 4,00 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:
T/U,s

Bodengruppe:
TM

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

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 / 56 / 20 / 4

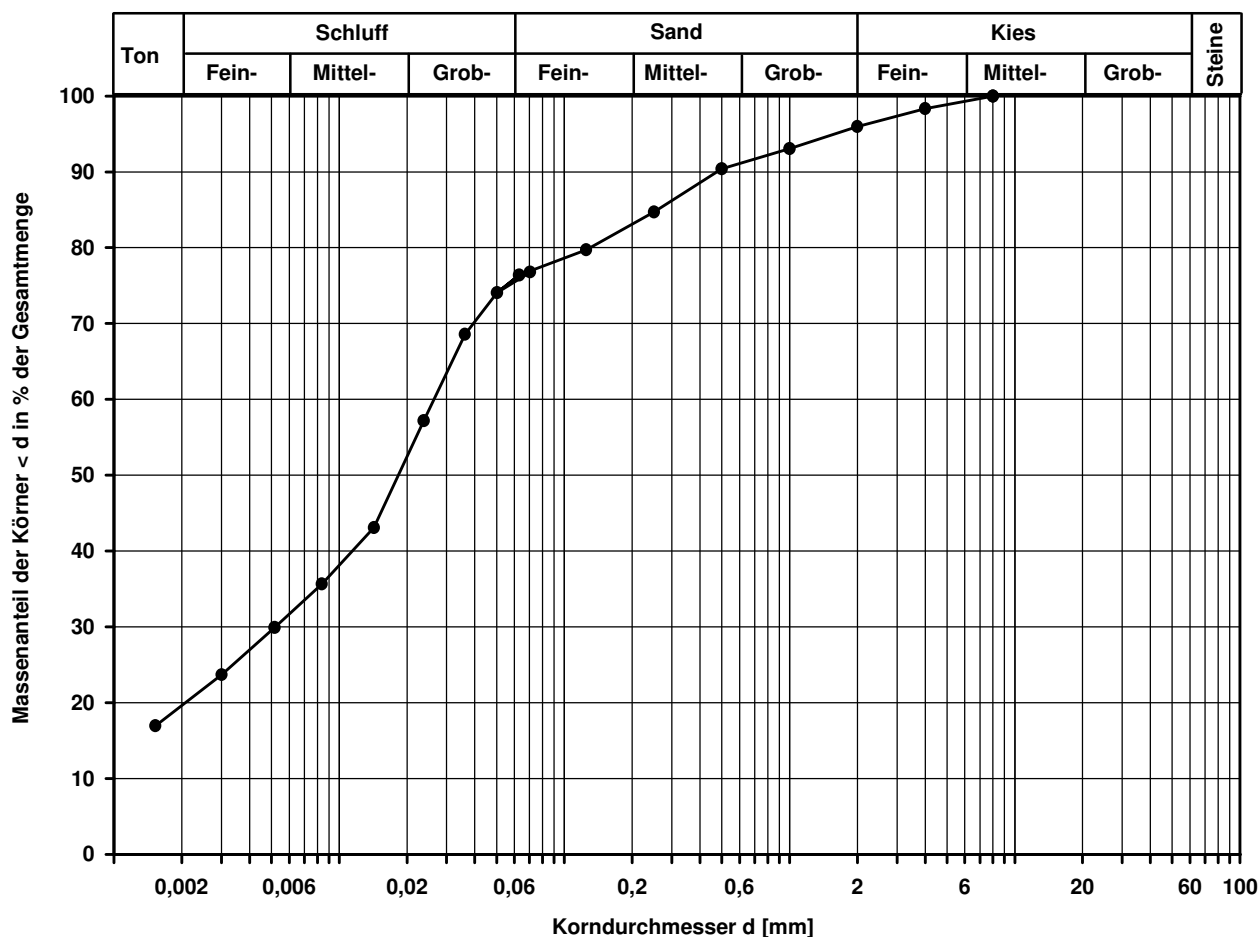
0,0263

0,0183

0,0021

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 2,497E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Müller am: 09.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth am: 17.04.2019

Entnahmestelle

KRB 31

Tiefe unter GOK: 5,60 - 6,00 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung:
T/U,s',g'

Bodengruppe:
TM

Stratigraphie:

Entn. am: 26.03.2019

von: DB E&C

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]

17 / 59 / 15 / 9

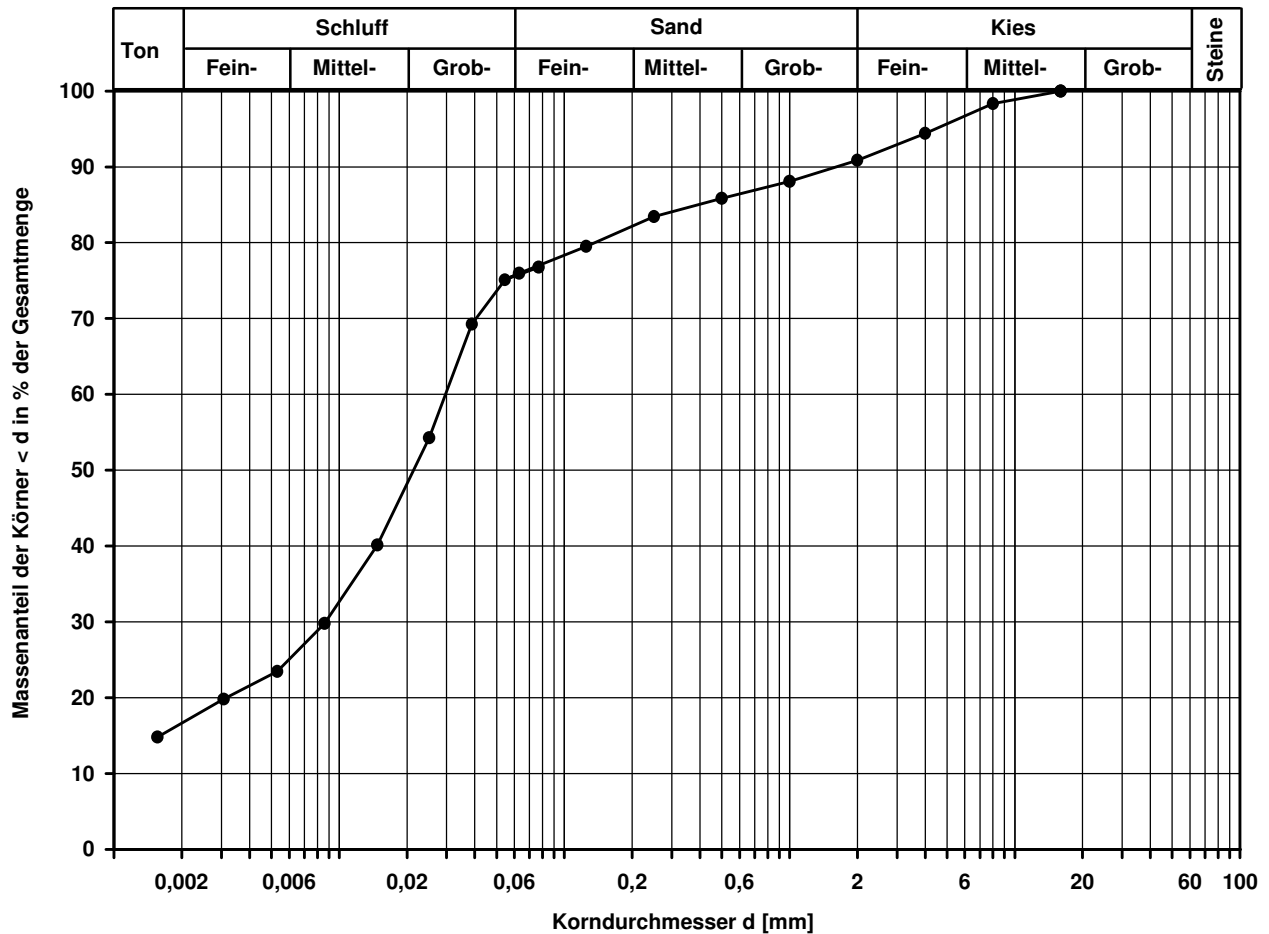
0,0296

0,0214

0,0032

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas: 6,579E-09 m/s



Bemerkungen:

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten	Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	KRB	KRB	KRB	KRB	KRB	KRB	KRB	
	Entnahmestelle			1	1	2	3	4	4	6	
	Zusätzliche Angaben										
	Entnahmetiefe	von bis		m m	1,40 2,40	5,60 6,00	1,40 2,40	2,30 3,50	2,30 3,40	3,40 4,00	1,70 2,90
	Entnahmeart			gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	
Probenbeschreibung			T/U,g*,s	T/U,s'	U/T,s,g'	U/T,s,g'	U/T,s,g'	T/U,s,g'	T/U,g*,s		
Bodengruppe nach DIN18196			TM	TM	TL	TL	TL	TM	TM		
Penetrometerablesung q _p			MN/m ²								
Stratigraphie											
Korn- verf.g.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil		%	1	16 / 32 / 17 / 35	14 / 71 / 13 / 2			10 / 39 / 16 / 35		
	bzw. --T/U--/S/G	Vers.-Typ			Komb.(GrK)	Komb.			Komb.(GrK)		
Dichte- bestimmung	Korndichte ρ _s		t/m ³	2							
	Feuchtdichte ρ		t/m ³	3							
	Wassergehalt w		%	4		15,8	17,3	10,0	16,4		
	Trockendichte ρ _d		t/m ³	5							
Verdichtungsg. / Lagerungsd. D _{Pr} / I _D			% / -	6							
Atterberg Grenzen	w-Feinteile w		%	7		23,2	22,9	n. b.	n. b.		
	Fließgrenze w _L		%	8		33,6	31,1	34,2	36,0		
	Ausrollgrenze w _p		%			17,2	16,7	19,0	18,7		
	Plastizitätsz. / Konsistenz. I _p / I _c			% / -		16,4 / 0,63	14,4 / 0,57	15,2 / n.b.	17,3 / n.b.		
Glühverlust V _{gl}			%	9							
Kalkgehalt nach SCHEIBLER V _{Ca}			%								
Durchlässigkeitsbeiwert k _{10 °}			m/s	10							
Versuchsspannung σ			MN/m ²								
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast p _n		MN/m ²	11							
	Steifemodul E _s (p _n , Δp) / Δp		MN/m ²								
	Konsolidierungsbeiwert c _v		cm ² /s								
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven										
Quellversuche	Quellspannung σ _q		MN/m ²	13							
	Versuchsdauer d		d	14							
	Quelldehnung ε _{q,0}		%	15							
	Versuchsdauer d		d	16							
	Quellversuch nach Huder und Amberg K		%	17							
	σ ₀		MN/m ²								
Versuchsdauer d			d	18							
Einaxiale Druckfestigk./-modul q _u / E _u			MN/m ²	19							
Probendurchmesser			cm								
Scherwiderst. d. Flügelsonde τ _{FS}			MN/m ²	20							
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21							
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22							
	Reibungswinkel φ		°	23							
	Kohäsion c		MN/m ²								
Einfache Proctordichte ρ _{Pr}			t/m ³	24							
Optimaler Wassergehalt W _{Pr}			%								
Einbau-w / % Proctorenergie W _e /..			%	25							
Erreichte Trockendichte ρ _{de}			t/m ³								
Lockerste Lagerung ρ _{d min}			t/m ³	26							
Dichteste Lagerung ρ _{d max}			t/m ³								
Versuchsgerät / Durchmesser			-/cm								
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27							
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %								
	Schwellmaß / Dauer		% / d								
	CBR _o ohne Wasserlagerung		%								
	CBR _w mit Wasserlagerung		%		28						
PDV	Verformungs- modul E _{v1}		MN/m ²	29							
	E _{v2}		MN/m ²								
	Verhältnis E _{v2} / E _{v1}		-								
	dyn. Verformungsmodul E _{vd}		MN/m ²								

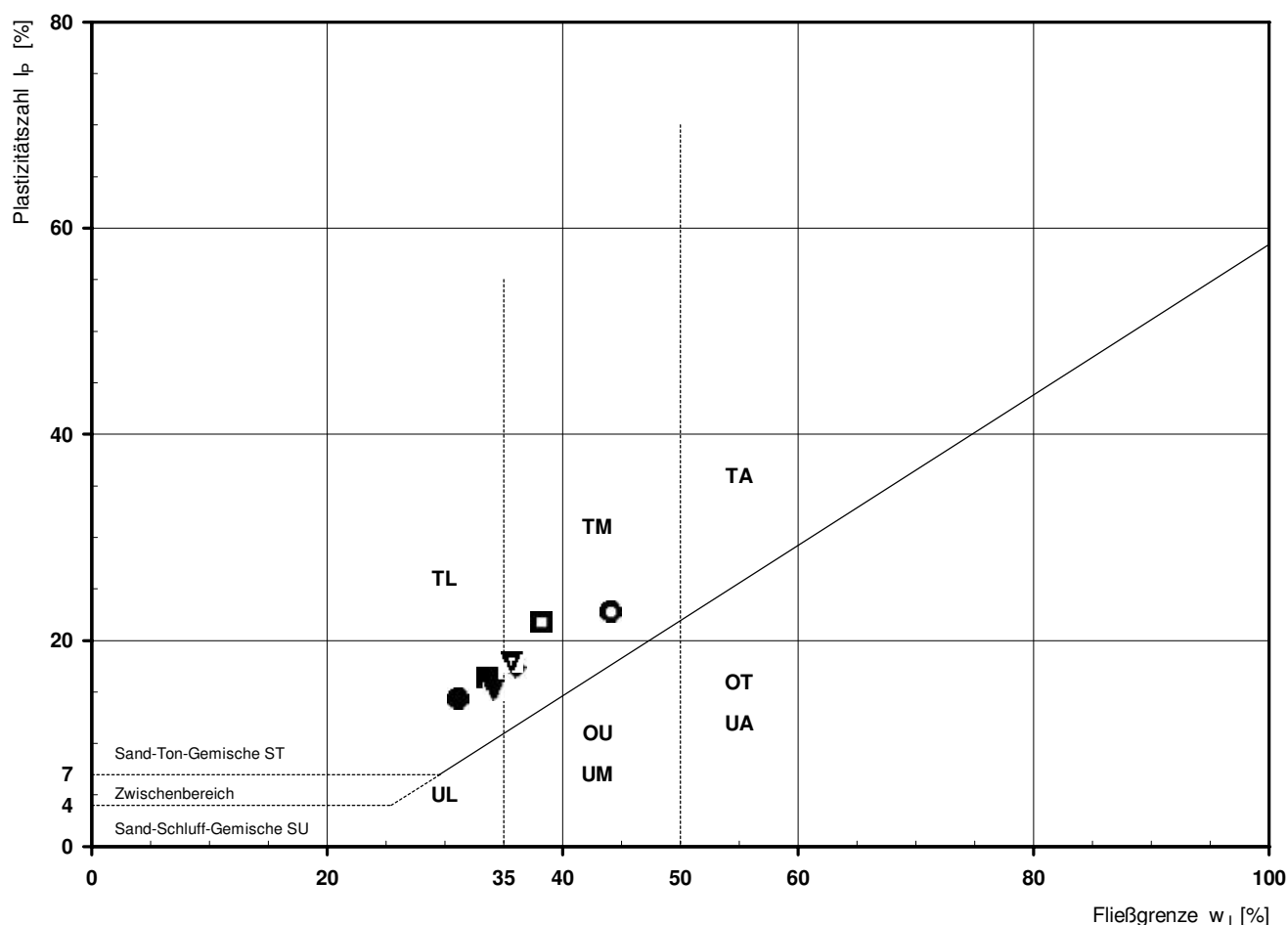
Bemerkungen:

Bemerkungen:

Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:	1	2	3	4	5	6	7
Symbol:	■	●	▼	◆	□	○	▽
Entnahmestelle:	KRB 2	KRB 3	KRB 4	KRB 4	KRB 7	KRB 7	KRB 8
Entnahmetiefe: von [m]	1,40	2,30	2,30	3,40	1,20	2,80	1,30
bis [m]	2,40	3,50	3,40	4,00	1,70	3,50	2,40
Probenbeschreibung:	U/T,s,g'	U/T,s,g'	U/T,s,g'	T/U,s,g'	T/U,s,g'	T/U,s,g'	T/U,s,g'
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: w_F [%] (Feinanteil $\leq 0,4$ mm)	23,2	22,9	n.b.	n.b.	23,2	n.b.	23,0
Fließgrenze: w_L [%]	33,6	31,1	34,2	36,0	38,2	44,1	35,7
Ausrollgrenze: w_P [%]	17,2	16,7	19,0	18,7	16,4	21,3	17,8
Plastizitätszahl: I_P [%]	16,4	14,4	15,2	17,3	21,8	22,8	17,9
Konsistenzzahl: I_C [-]	0,63	0,57	n.b.	n.b.	0,69	0,68	0,71
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL	TL	TL	TM	TM	TM	TM
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							

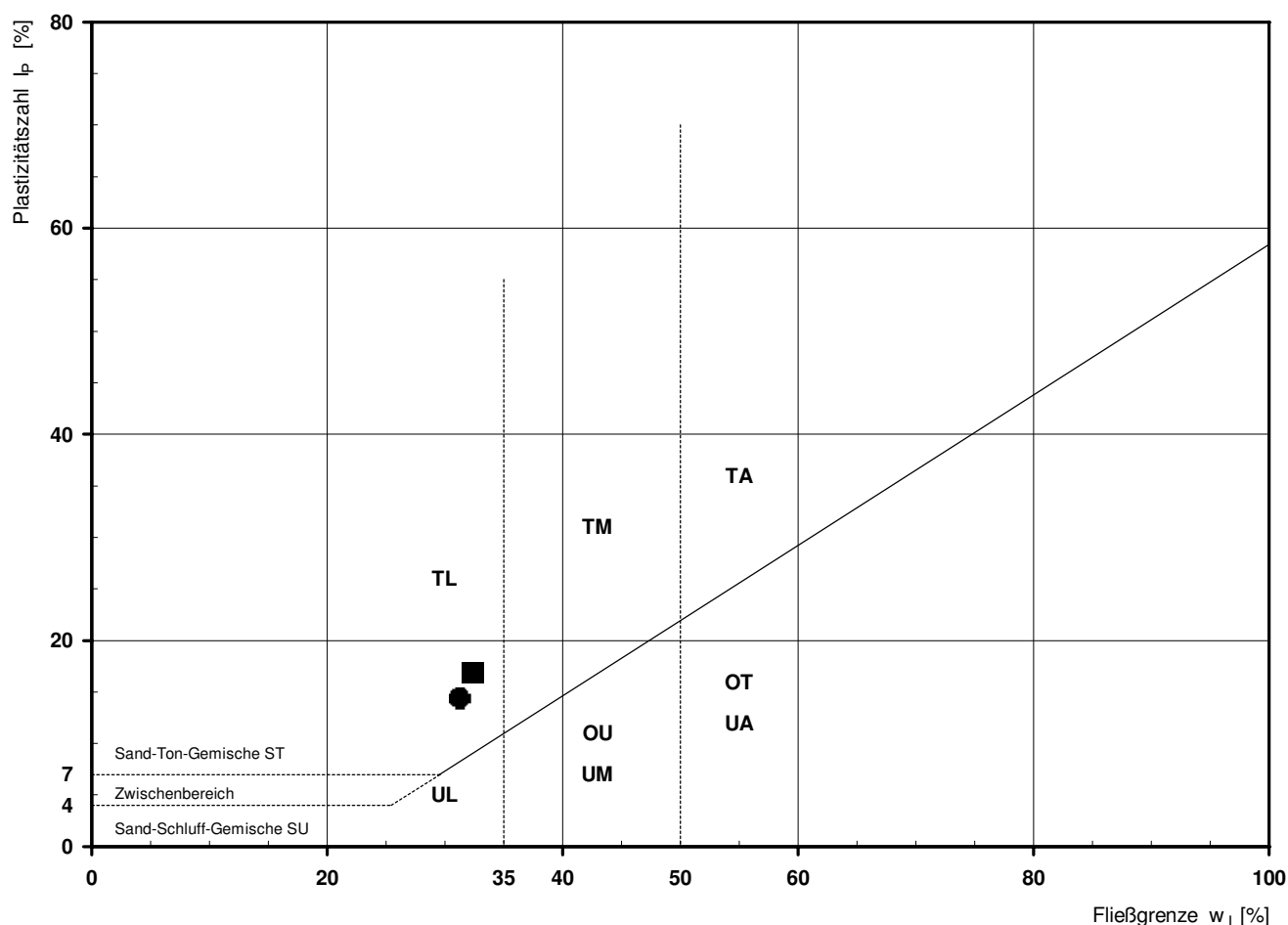
Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:	1	2					
Symbol:	■	●					
Entnahmestelle:	KRB 10	KRB 10					
Entnahmetiefe: von [m]	1,00	2,30					
bis [m]	2,30	3,30					
Probenbeschreibung:	U/T,s,g'	U/T,s,g'					
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: w_F [%] (Feinanteil $\leq 0,4$ mm)	24,6	19,5					
Fließgrenze: w_L [%]	32,4	31,3					
Ausrollgrenze: w_P [%]	15,5	16,9					
Plastizitätszahl: I_P [%]	16,9	14,4					
Konsistenzzahl: I_C [-]	0,46	0,82					
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL	TL					
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							

Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation (GrK)

Ausgeführt von: Bandmann

am: 30.04.2019

Gepr.:

Ausgewertet von: Rhode

am: 08.05.2019

Entnahmestelle

KRB 1

Tiefe unter GOK:

1,40 - 2,40 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,g*,s

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 15.04.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

16 / 32 / 17 / 35

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

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

d₆₀
[mm]

1,2140

d₅₀
[mm]

0,1784

d₂₀
[mm]

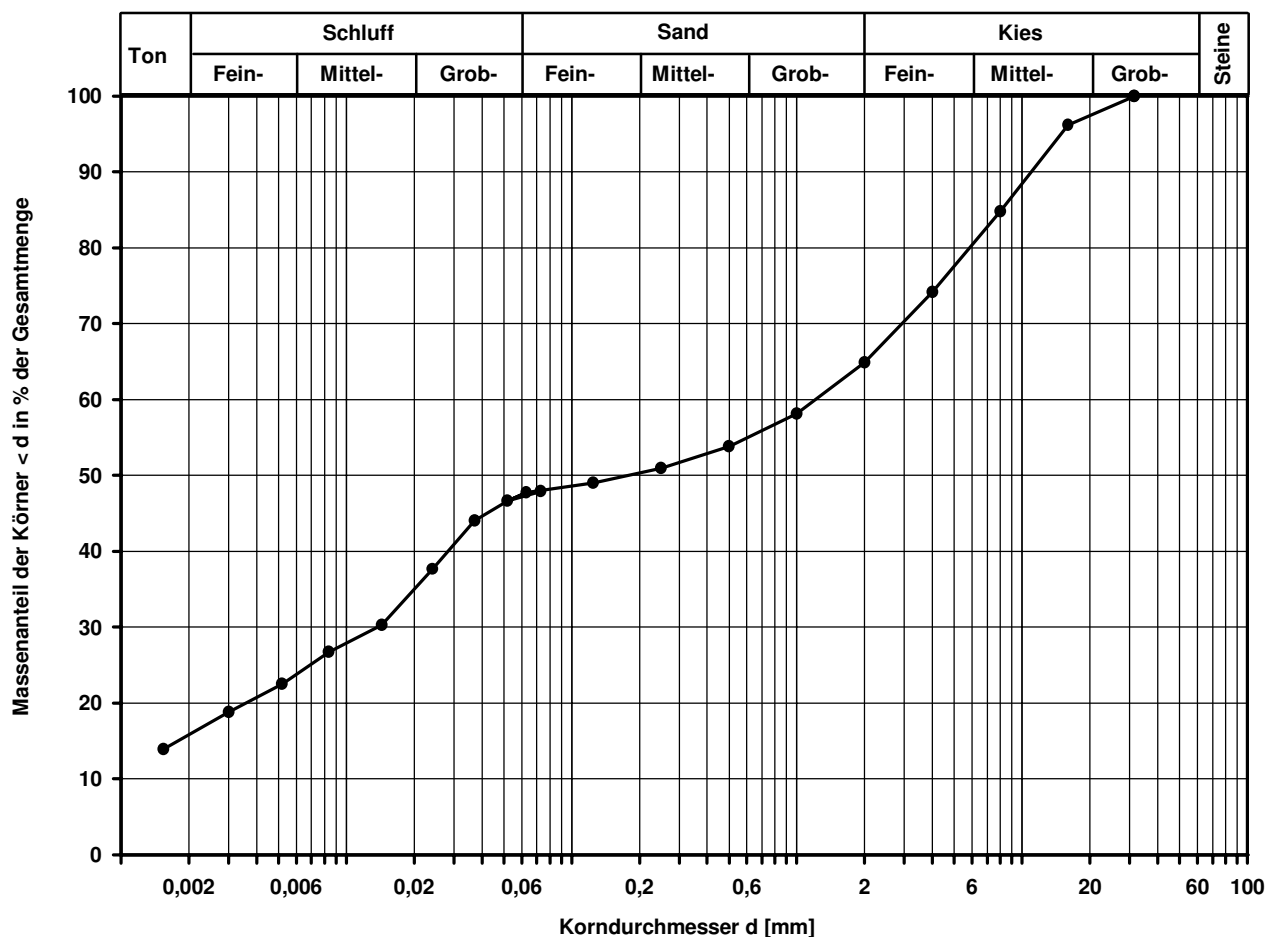
0,0036

d₁₀
[mm]

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas:

8,626E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Bandmann

am: 30.04.2019

Gepr.:

Ausgewertet von: Rhode

am: 08.05.2019

Entnahmestelle

KRB 1

Tiefe unter GOK:

5,60 - 6,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,s'

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 15.04.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

14 / 71 / 13 / 2

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

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

d₆₀
[mm]

0,0156

d₅₀
[mm]

0,0098

d₂₀
[mm]

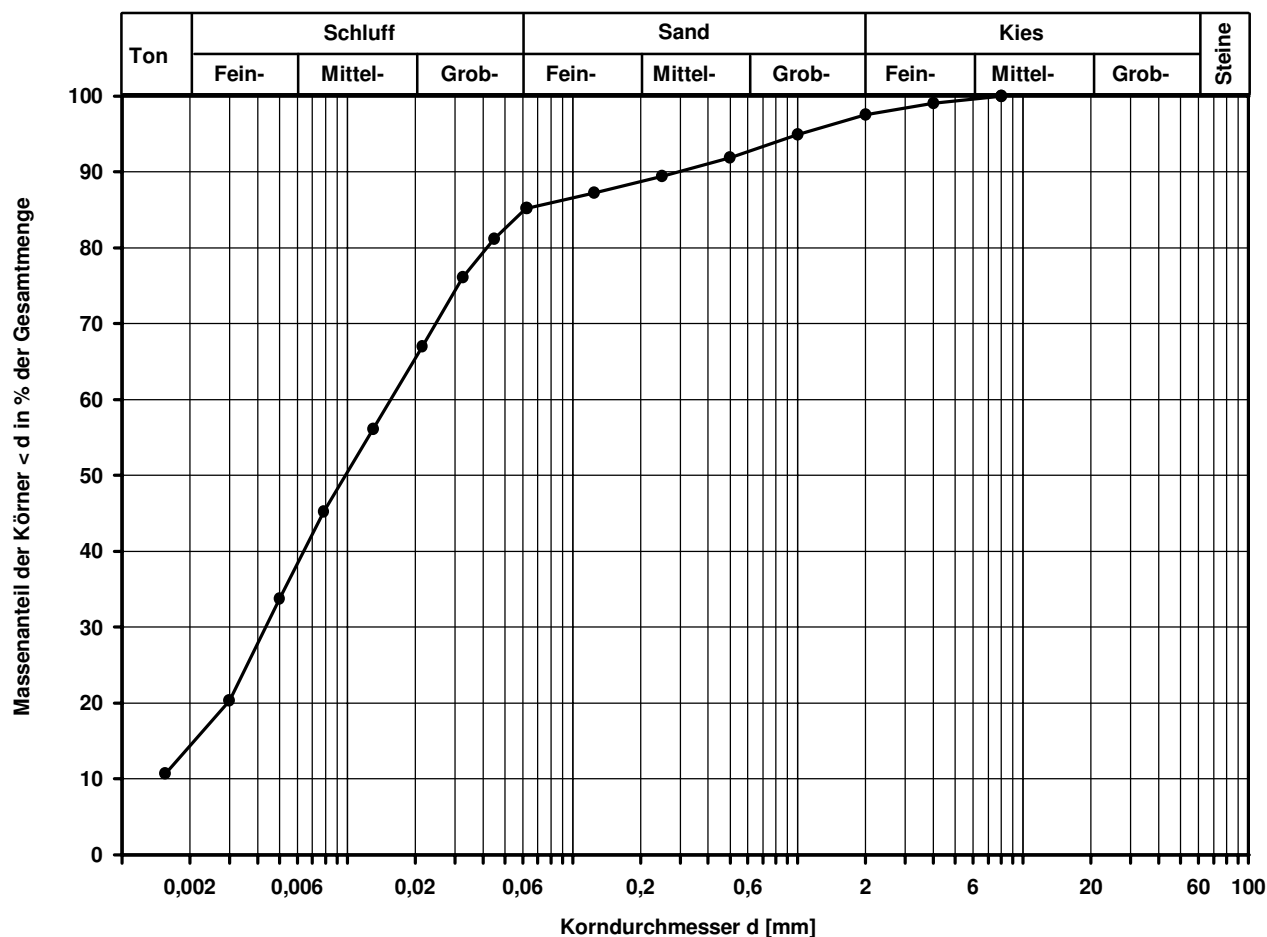
0,0029

d₁₀
[mm]

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas:

5,246E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation (GrK)

Ausgeführt von: Bandmann am: 30.04.2019 Gepr.:
Ausgewertet von: Rhode am: 08.05.2019

Entnahmestelle

KRB 6

Tiefe unter GOK:

1,70 - 2,90 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,g*,s

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 15.04.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

10 / 39 / 16 / 35

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

0,1

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

610,2

d₆₀
[mm]

1,1593

d₅₀
[mm]

0,1067

d₂₀
[mm]

0,0058

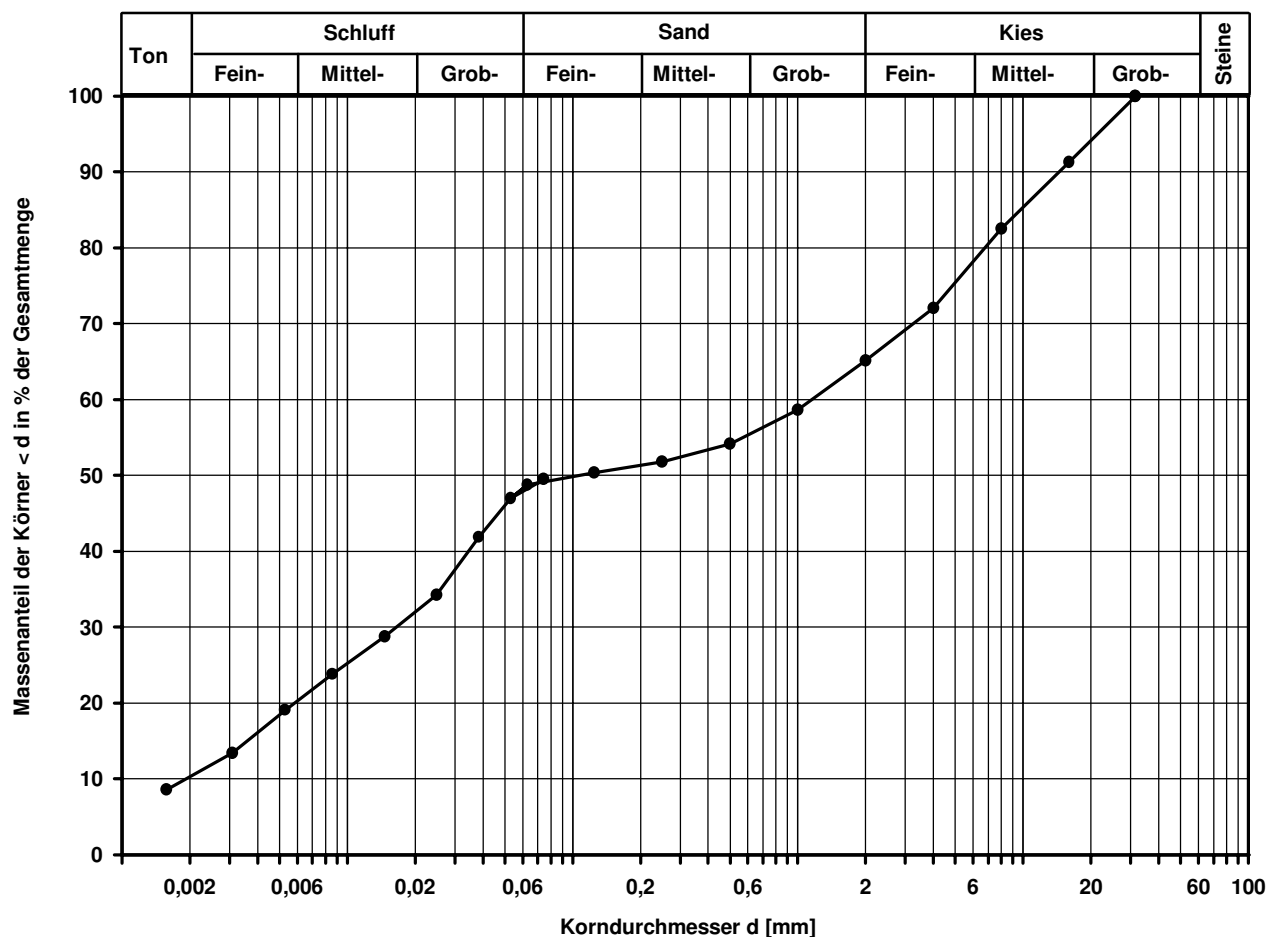
d₁₀
[mm]

0,0019

Berechnung k_f Wert:

nach Beyer: 2,166E-08 m/s

nach Bialas: 2,583E-08 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation

Ausgeführt von: Bandmann

am: 30.04.2019

Gepr.:

Ausgewertet von: Fröhlich

am: 08.05.2019

Entnahmestelle

KRB 8

Tiefe unter GOK:

4,60 - 5,80 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T/U,s,g

Bodengruppe:

TM

Stratigraphie:

Entn. am: 15.04.2019

von: DB E&C

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]

16 / 44 / 21 / 19

0,0661

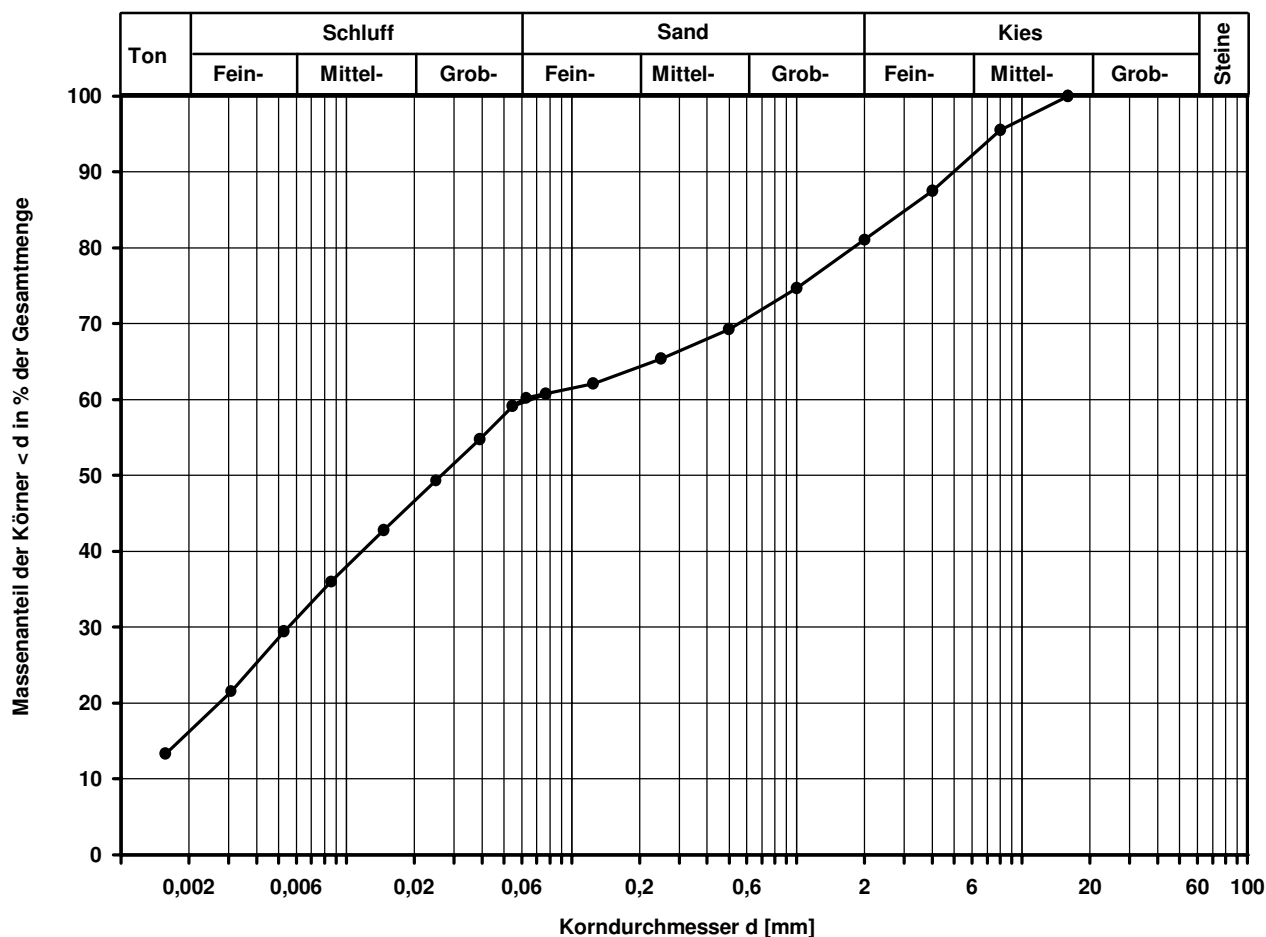
0,0265

0,0027

Berechnung k_f Wert:

nach Bialas:

4,451E-09 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123

Siebung und Sedimentation (GrK)

Ausgeführt von: Bandmann

am: 30.04.2019

Gepr.:

Ausgewertet von: Fröhlich

am: 08.05.2019

Entnahmestelle

KRB 9

Tiefe unter GOK:

3,90 - 4,90 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

U/T,s,g

Bodengruppe:

TL

Stratigraphie:

Entn. am: 15.04.2019

von: DB E&C

Kennziffer
[%]

11 / 39 / 27 / 23

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

0,1

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

290,1

d₆₀
[mm]

0,5511

d₅₀
[mm]

0,0551

d₂₀
[mm]

0,0044

d₁₀
[mm]

0,0019

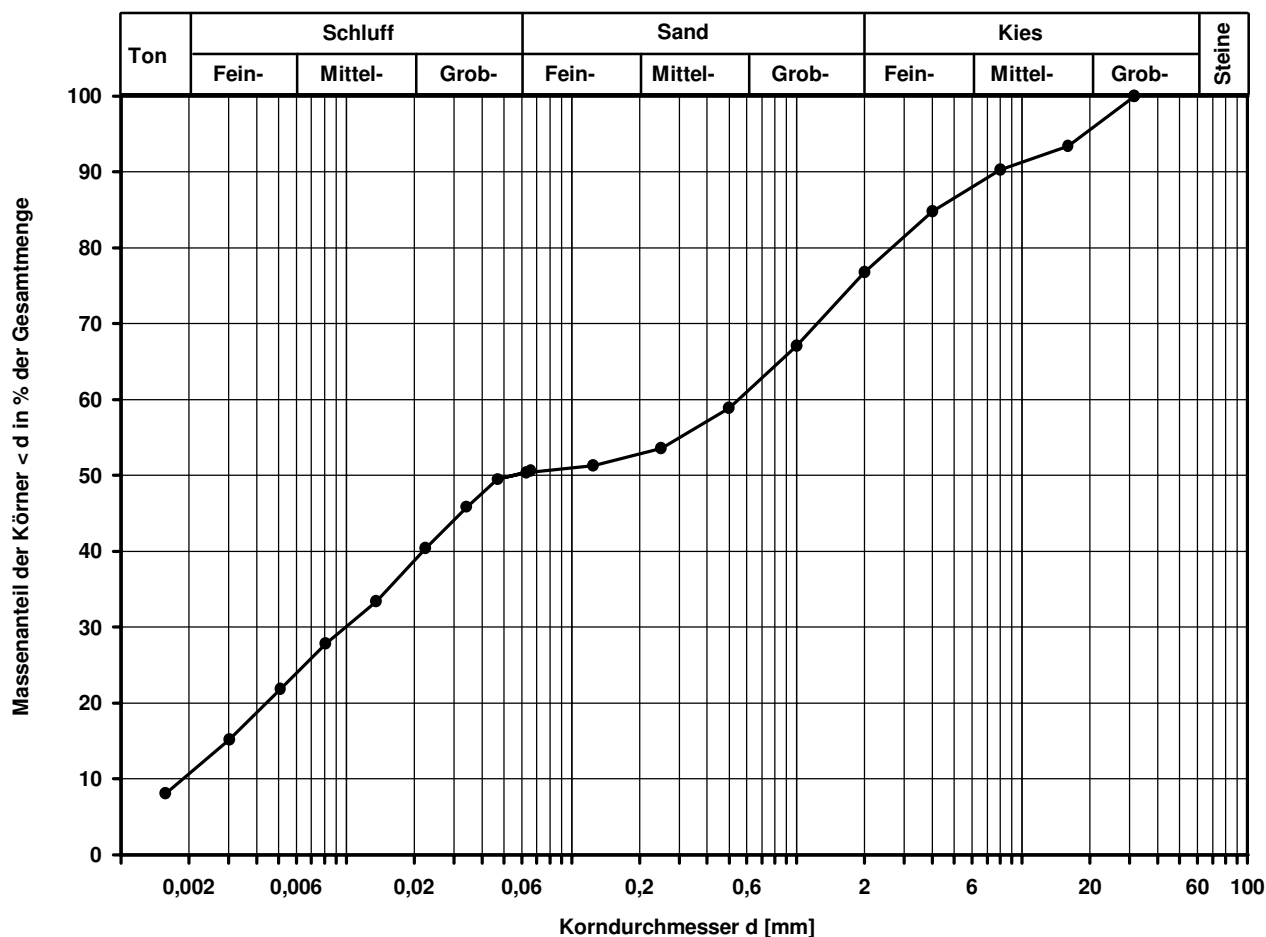
Berechnung k_f Wert:

nach Beyer:

2,166E-08 m/s

nach Bialas:

1,368E-08 m/s



Bemerkungen:

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: **Elektrifizierung Taunusbahn**

Teilobjekt: **Stützwände**

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 2019 / 894
Entnahmestelle: MP 4
Entnahmetiefe: 0,0-6,0m
Entnahmedatum: 25.04.2019
Probeneingang: 29.04.2019

Reg.-Nr.:
Auftrags-Nr.: P-F000803
Art des Bodens: Ton, schluffig / TL

2. Bodenanalyse

Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen

Bestandteil	Prüfergebnis	XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO_4^{2-}) ^{1.)}	41 mg/kg	≥ 2.000 und ≤ 3.000 ^{2.)}	>3.000 ^{2.)} und ≤ 12.000	>12.000 und ≤ 24.000
Säuregrad n. Baumann-Gully	24 ml/kg	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S^{2-}) ^{3.)}	0,09 mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid (Cl^-)	106 mg/kg			

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

²⁾ 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.

³⁾ Bei Sulfidgehalten von $> 100 \text{ mg S}^{2-} / \text{kg Boden}$ 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)	TL	Entnahmewassergehalt w	14,9 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(0)	Fließgrenze w_L	n.b.
$d < 2 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
$d < 0,063 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
$d < 0,002 \text{ mm}$	nb	Konsistenzindex I_C	n.b.
Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60} / d_{10}$	nb	Korndichte r_s	n.b.
Glühverlust V_{gl}	nb	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

Berlin, den 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Betonaggressivität Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.1 Blatt 1

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: **Elektrifizierung Taunusbahn**

Teilobjekt: **Stützwände**

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 2019 / 895
Entnahmestelle: MP 5
Entnahmetiefe: 0,0-6,0m
Entnahmedatum: 25.04.2019
Probeneingang: 29.04.2019

Reg.-Nr.:
Auftrags-Nr.: P-F000803
Art des Bodens: Ton, schluffig / TM

2. Bodenanalyse

Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen

Bestandteil	Prüfergebnis	XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO_4^{2-}) ^{1.)}	82 mg/kg	≥ 2.000 und ≤ 3.000 ^{2.)}	> 3.000 ^{2.)} und ≤ 12.000	> 12.000 und ≤ 24.000
Säuregrad n. Baumann-Gully	26 ml/kg	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S^{2-}) ^{3.)}	$< 0,02$ mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid (Cl^-)	89 mg/kg			

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

²⁾ 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.

³⁾ Bei Sulfidgehalten von $> 100 \text{ mg S}^{2-} / \text{kg Boden}$ 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	19,7 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(0)	Fließgrenze w_L	n.b.
$d < 2 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
$d < 0,063 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
$d < 0,002 \text{ mm}$	nb	Konsistenzindex I_C	n.b.
Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60} / d_{10}$	nb	Korndichte r_s	n.b.
Glühverlust V_{gl}	nb	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

Berlin, den 10.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Betonaggressivität Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.1 Blatt 2

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: **Elektrifizierung Taunusbahn**

Teilobjekt: **Stützwände**

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 2019 / 896
Entnahmestelle: MP 6
Entnahmetiefe: 0,0-6,0m
Entnahmedatum: 25.04.2019
Probeneingang: 29.04.2019

Reg.-Nr.:
Auftrags-Nr.: P-F000803
Art des Bodens: Ton, schluffig / TM

2. Bodenanalyse

Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen

Bestandteil	Prüfergebnis	XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO_4^{2-}) ^{1.)}	86 mg/kg	≥ 2.000 und ≤ 3.000 ^{2.)}	>3.000 ^{2.)} und ≤ 12.000	>12.000 und ≤ 24.000
Säuregrad n. Baumann-Gully	40 ml/kg	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S^{2-}) ^{3.)}	0,09 mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid (Cl^-)	106 mg/kg			

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

²⁾ 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.

³⁾ Bei Sulfidgehalten von $> 100 \text{ mg S}^{2-} / \text{kg Boden}$ 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	18,3 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(0)	Fließgrenze w_L	n.b.
$d < 2 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
$d < 0,063 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
$d < 0,002 \text{ mm}$	nb	Konsistenzindex I_C	n.b.
Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60} / d_{10}$	nb	Korndichte r_s	n.b.
Glühverlust V_{gl}	nb	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

Berlin, den 10.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Betonaggressivität Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.1 Blatt 3

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: **Elektrifizierung Taunusbahn**

Teilobjekt: **2 gleisiger Ausbau**

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 2019 / 897
Entnahmestelle: MP 7
Entnahmetiefe: 0,0-3,0m
Entnahmedatum: 25.04.2019
Probeneingang: 29.04.2019

Reg.-Nr.:
Auftrags-Nr.: P-F000803
Art des Bodens: Ton, schluffig / TL

2. Bodenanalyse

Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen

Bestandteil	Prüfergebnis	XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO ₄ ²⁻) ^{1.)}	45 mg/kg	≥ 2.000 und ≤ 3.000 ^{2.)}	>3.000 ^{2.)} und ≤12.000	>12.000 und ≤24.000
Säuregrad n. Baumann-Gully	58 ml/kg	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S ²⁻) ^{3.)}	0,11 mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid (Cl ⁻)	142 mg/kg			

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

²⁾ 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.

³⁾ Bei Sulfidgehalten von $> 100 \text{ mg S}^{2-} / \text{kg Boden}$ 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)	TL	Entnahmewassergehalt w	15,9 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(0)	Fließgrenze w_L	n.b.
$d < 2 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
$d < 0,063 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
$d < 0,002 \text{ mm}$	nb	Konsistenzindex I_C	n.b.
Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60} / d_{10}$	nb	Korndichte r_s	n.b.
Glühverlust V_{gl}	nb	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

Berlin, den 10.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Betonaggressivität Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.1 Blatt 4

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: **Elektrifizierung Taunusbahn**

Teilobjekt: **2 gleisiger Ausbau**

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 2019 / 898
Entnahmestelle: MP 8
Entnahmetiefe: 3,0-6,0m
Entnahmedatum: 25.04.2019
Probeneingang: 29.04.2019

Reg.-Nr.:
Auftrags-Nr.: P-F000803
Art des Bodens: Ton, schluffig / TL

2. Bodenanalyse

Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1

Expositionsklassen

Bestandteil	Prüfergebnis	XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO_4^{2-}) ^{1.)}	58 mg/kg	≥ 2.000 und ≤ 3.000 ^{2.)}	> 3.000 ^{2.)} und ≤ 12.000	> 12.000 und ≤ 24.000
Säuregrad n. Baumann-Gully	60 ml/kg	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S^{2-}) ^{3.)}	$< 0,02$ mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid (Cl^-)	71 mg/kg			

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

²⁾ 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.

³⁾ Bei Sulfidgehalten von $> 100 \text{ mg S}^{2-} / \text{kg Boden}$ 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)	TL	Entnahmewassergehalt w	15,0 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(0)	Fließgrenze w_L	n.b.
$d < 2 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
$d < 0,063 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
$d < 0,002 \text{ mm}$	nb	Konsistenzindex I_C	n.b.
Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60} / d_{10}$	nb	Korndichte r_s	n.b.
Glühverlust V_{gl}	nb	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

Berlin, den 10.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Betonaggressivität Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.1 Blatt 5

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: **Elektrifizierung Taunusbahn**
Teilobjekt: **Bf. Usingen**

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 2019 / 891
Entnahmestelle: MP 1
Entnahmetiefe: 0,0-6,0m
Entnahmedatum: 25.04.2019
Probeneingang: 29.04.2019

Auftrags-Nr.: P-F000803
Art des Bodens: Kies, tonig

2. Bodenanalyse

Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen

Bestandteil	Prüfergebnis	XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO ₄ ²⁻) ^{1.)}	161 mg/kg	≥ 2.000 und ≤ 3.000 ^{2.)}	>3.000 ^{2.)} und ≤12.000	>12.000 und ≤24.000
Säuregrad n. Baumann-Gully	10 ml/kg	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S ²⁻) ^{3.)}	0,11 mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid (Cl ⁻)	177 mg/kg			

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

²⁾ 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.

³⁾ Bei Sulfidgehalten von $> 100 \text{ mg S}^{2-} / \text{kg Boden}$ 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)	GT*-TL	Entnahmewassergehalt w	13,5 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(0)	Fließgrenze w_L	n.b.
$d < 2 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
$d < 0,063 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
$d < 0,002 \text{ mm}$	nb	Konsistenzindex I_C	n.b.
Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60} / d_{10}$	nb	Korndichte r_s	n.b.
Glühverlust V_{gl}	nb	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

Berlin, den 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Betonaggressivität Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.1 Blatt 6

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: **Elektrifizierung Taunusbahn**

Teilobjekt: **Bf. Usingen**

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 2019 / 892
Entnahmestelle: MP 2
Entnahmetiefe: 0,0-6,0m
Entnahmedatum: 25.04.2019
Probeneingang: 29.04.2019

Reg.-Nr.:
Auftrags-Nr.: P-F000803
Art des Bodens: Ton, schluffig/TL-TM

2. Bodenanalyse

Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen

Bestandteil	Prüfergebnis	XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO_4^{2-}) ^{1.)}	70 mg/kg	≥ 2.000 und ≤ 3.000 ^{2.)}	>3.000 ^{2.)} und ≤ 12.000	>12.000 und ≤ 24.000
Säuregrad n. Baumann-Gully	12 ml/kg	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S^{2-}) ^{3.)}	$< 0,02$ mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid (Cl^-)	142 mg/kg			

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

²⁾ 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.

³⁾ Bei Sulfidgehalten von $> 100 \text{ mg S}^{2-} / \text{kg Boden}$ 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)	TL-TM	Entnahmewassergehalt w	16,5 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(0)	Fließgrenze w_L	n.b.
$d < 2 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
$d < 0,063 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
$d < 0,002 \text{ mm}$	nb	Konsistenzindex I_C	n.b.
Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60} / d_{10}$	nb	Korndichte r_s	n.b.
Glühverlust V_{gl}	nb	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

Berlin, den 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Betonaggressivität Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.1 Blatt 7

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: **Elektrifizierung Taunusbahn**

Teilobjekt: **Stützwände**

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 2019 / 893
Entnahmestelle: MP 3
Entnahmetiefe: 0,0-6,0m
Entnahmedatum: 25.04.2019
Probeneingang: 29.04.2019

Reg.-Nr.:
Auftrags-Nr.: P-F000803
Art des Bodens: Kies, tonig / GT*

2. Bodenanalyse

Grenzwerte zur Beurteilung n. DIN 4030-1 Expositionsklassen

Bestandteil	Prüfergebnis	XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO_4^{2-}) ^{1.)}	185 mg/kg	≥ 2.000 und ≤ 3.000 ^{2.)}	> 3.000 ^{2.)} und ≤ 12.000	> 12.000 und ≤ 24.000
Säuregrad n. Baumann-Gully	20 ml/kg	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S^{2-}) ^{3.)}	0,07 mg/kg	Weitere Parameter des chemischen Untersuchungsumfanges		
Chlorid (Cl^-)	142 mg/kg			

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

²⁾ 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.

³⁾ Bei Sulfidgehalten von $> 100 \text{ mg S}^{2-} / \text{kg Boden}$ 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)	GT*	Entnahmewassergehalt w	11,4 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(0)	Fließgrenze w_L	n.b.
$d < 2 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
$d < 0,063 \text{ mm}$	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
$d < 0,002 \text{ mm}$	nb	Konsistenzindex I_C	n.b.
Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60} / d_{10}$	nb	Korndichte r_s	n.b.
Glühverlust V_{gl}	nb	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

Berlin, den 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Betonaggressivität Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.1 Blatt 8

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Bf. Usingen

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 891

Boden: GT*-TL

Entnahmestelle: MP 1 Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
a) Beurteilung der Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %		Z₁
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen (Kornanteil d _{≤0,063} mm)	~ 40	≤ 10 > 10 bis 30 > 30 bis 50 > 50 bis 80 > 80	+ 4 + 2 0 -2 -4
	b) Torf-, Moor-, Schlick- und Marsch- böden, organischer Kohlenstoff		> 5	-12
	c) stark verunreinigte Böden, Verunreinigungen durch Brennstoff- asche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt, Abwässer etc.			-12
2	Spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm		Z₂
		2740	> 50 000 > 20 000 bis 50 000 > 5 000 bis 20 000 > 2 000 bis 5 000 1 000 bis 2 000 < 1 000	+ 4 + 2 0 -2 -4 -6
3	Wassergehalt	Massenanteile in %		Z₃
		13,5	≤ 20 > 20	0 -1
4	pH - Wert			Z₄
		7,4	> 9 > 5,5 bis 9 4 bis 5,5 < 4	+ 2 0 -1 -3
5	Pufferkapazität	mmol/kg		Z₅
	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K _{S 4,3})	48	< 200 200 bis 1 000 > 1 000	0 + 1 + 3
	Basekapazität bis pH 7,0 (Acidität K _{B 7,0})	nn	< 2,5 2,5 bis 5 > 5 bis 10 > 10 bis 20 > 20 bis 30 > 30	0 -2 -4 -6 -8 -10
6	Sulfid (S²⁻)	mg/kg		Z₆
		0,11	< 5 5 bis 10 > 10	0 -3 -6

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlämmung

Anlage 4.3.2 Blatt 1

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Bf. Usingen

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 891

Boden:	GT*-TL
--------	--------

Entnahmestelle:	MP 1	Entnahmetiefe:	0,0-6,0m
-----------------	------	----------------	----------

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
7	Neutralsalze (wäßriger Auszug) $c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$	mmol/kg		Z₇
		4,7	< 3	0
			3 bis 10	-1
			> 10 bis 30	-2
			> 30 bis 100	-3
			> 100	-4
8	Sulfat (SO_4^{2-}, salzsaurer Auszug)	mmol/kg		Z₈
		1,7	< 2	0
			2 bis 5	-1
			> 5 bis 10	-2
			> 10	-3

b) Beurteilung aufgrund örtlicher Gegebenheiten

9	Lage des Objektes zum Grundwasser		Z₉
	Grundwasser: nicht vorhanden	x	0
	vorhanden		-1
	wechselt zeitlich		-2
10	Bodenhomogenität, horizontal		Z₁₀
	Bodenwiderstandsprofil: ermittelt werden	x	0
	Änderungen von Z ₂ (nach Zeile 2)	$ \Delta Z_2 < 2$	
	von benachbarten Bodenbereichen: ΔZ_2	$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$	-2
	(Bei dieser Bewertung werden alle positiven Z ₂ -Werte gleich "+1" gesetzt)	$ \Delta Z_2 > 3$	-4
11	Bodenhomogenität, vertikal		Z₁₁
	a) Boden in unmittelbarer Umgebung	x	0
		Homogene Einbettung mit artgleichem Erdboden	
		Inhomogene Einbettung mit bodenfremden Bestandteilen, z.B. Holz, Wurzeln u. dgl. sowie mit stark artverschiedenen korrosiveren Böden.	-6
	b) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z ₃ - Werten;	$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$	-1
	Ermittlg. von $ \Delta Z_2 $ entsprechend Zeile 10	$ \Delta Z_2 > 3$	-2
12	Objekt / Boden - Potential U_{Cu} / CuSO₄	V	Z₁₂
	(zur Feststellung von Fremdkathoden)	x	-3
	Ist eine Potentialmessung nicht möglich, z.B. bei der Beurteilung eines Bodens ohne Objekt, ist Z ₁₂ = - 10 zu setzen, wenn Kohlenstücke oder Koks vorhanden sind.		-8
			-10

Berlin, 09.08.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft:

Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 2

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Bf. Usingen

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 891**

Boden: **GT*-TL**

Entnahmestelle : MP 1

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	0 *	Z_7	-1
Z_2	-2	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *
Z_4	0	Z_{10}	0 *
Z_5	0	Z_{11}	0 *
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

Abschätzung der Bodenklasse, Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen (DIN 50929, Teil 3, Tab. 7):

1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

1.1 Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$$

$$B_0 = -3 \rightarrow$$

Bodenklasse - Bodenaggressivität^{*)}

I b - schwach aggressiv

1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = B_0 + Z_{10} + Z_{11}$$

$$B_1 = -3 \rightarrow$$

Mulden- u.
Lochkorrosion

Flächen-
korrosion

gering

sehr gering

* Die Bodenaggressivität entspricht der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion ohne Mitwirken ausgedehnter Konzentrationselemente.

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929, Teil 3, Tab. 8):

1.3 Freie Korrosion (nur Bezug auf Probe):

$$B_0 = -3 \rightarrow$$

1.4 Freie Korrosion (m. Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = -3 \rightarrow$$

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

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Bf. Usingen

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 891**

Boden: **GT*-TL**

Entnahmestelle : MP 1

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
1. Bodenart	7. Neutralsalze (wäßr. Auszug)	Z_1	0 *)
2. spezif. Bodenwiderstand	8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.)	Z_2	-2
3. Wassergehalt	9. Lage d. Obj. z. Grundwasser	Z_3	0
4. pH - Wert	10. Bodenhomogenität horizont.	Z_4	0
5. Pufferkapazität	11. Bodenhomogenität vertikal	Z_5	0
6. Sulfid (S^{2-})	12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$	Z_6	0
		Z_7	-1
		Z_8	0
		Z_9	0 *)
		Z_{10}	0 *)
		Z_{11}	0 *)
		Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

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

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von feuerverzinkten Stählen in Erdböden (DIN 50929, Teil 3, Tab. 5):

2. Feuerverzinkte Stähle:

Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_D = Z_2 + Z_4 + Z_5 + Z_6$$

$$B_D = -2 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten

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 ist (s. vorstehende Tabelle).

Berlin, 09.08.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2

Blatt 4

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Bf. Usingen

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 891

Boden: TL-TM

Entnahmestelle: MP 2 Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
a) Beurteilung der Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %		Z₁
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlammfähigen Bestandteilen (Kornanteil d _{≤0,063} mm)	~ 50	≤ 10 > 10 bis 30 > 30 bis 50 > 50 bis 80 > 80	+ 4 + 2 0 -2 -4
	b) Torf-, Moor-, Schlick- und Marsch- böden, organischer Kohlenstoff		> 5	-12
	c) stark verunreinigte Böden, Verunreinigungen durch Brennstoff- asche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt, Abwässer etc.			-12
2	Spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm		Z₂
		12033	> 50 000 > 20 000 bis 50 000 > 5 000 bis 20 000 > 2 000 bis 5 000 1 000 bis 2 000 < 1 000	+ 4 + 2 0 -2 -4 -6
3	Wassergehalt	Massenanteile in %		Z₃
		16,5	≤ 20 > 20	0 -1
4	pH - Wert			Z₄
		7,1	> 9 > 5,5 bis 9 4 bis 5,5 < 4	+ 2 0 -1 -3
5	Pufferkapazität	mmol/kg		Z₅
	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K _{S 4,3})	20	< 200 200 bis 1 000 > 1 000	0 + 1 + 3
	Basekapazität bis pH 7,0 (Acidität K _{B 7,0})	nn	< 2,5 2,5 bis 5 > 5 bis 10 > 10 bis 20 > 20 bis 30 > 30	0 -2 -4 -6 -8 -10
6	Sulfid (S²⁻)	mg/kg		Z₆
		< 0,02	< 5 5 bis 10 > 10	0 -3 -6

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.2 Blatt 5

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Bf. Usingen

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 891

Boden: TL-TM

Entnahmestelle: MP 2 Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
7	Neutralsalze (wäßriger Auszug) $c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$	mmol/kg		Z₇
		4,1	< 3	0
			3 bis 10	-1
			> 10 bis 30	-2
			> 30 bis 100	-3
8	Sulfat (SO₄²⁻, salzsaurer Auszug)	mmol/kg		Z₈
		0,7	< 2	0
			2 bis 5	-1
			> 5 bis 10	-2
			> 10	-3

b) Beurteilung aufgrund örtlicher Gegebenheiten

9	Lage des Objektes zum Grundwasser		Z₉
	Grundwasser: nicht vorhanden	x	0
	vorhanden		-1
	wechselt zeitlich		-2
10	Bodenhomogenität, horizontal		Z₁₀
	Bodenwiderstandsprofil: ermittelt werden	x	0
	Änderungen von Z ₂ (nach Zeile 2)		$ \Delta Z_2 < 2$
	von benachbarten Bodenbereichen: ΔZ_2		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$
	(Bei dieser Bewertung werden alle positiven Z ₂ -Werte gleich " +1 " gesetzt)	$ \Delta Z_2 > 3$	-4
11	Bodenhomogenität, vertikal		Z₁₁
	a) Boden in unmittelbarer Umgebung	x	0
			-6
	b) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z ₃ - Werten;		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$
	Ermittlg. von $ \Delta Z_2 $ entsprechend Zeile 10		$ \Delta Z_2 > 3$
12	Objekt / Boden - Potential U_{Cu} / CuSO₄		Z₁₂
	(zur Feststellung von Fremdkathoden)	x	- 0,5 bis - 0,4
	Ist eine Potentialmessung nicht möglich, z.B. bei der Beurteilung eines Bodens ohne Objekt, ist Z ₁₂ = - 10 zu setzen, wenn Kohlenstücke oder Koks vorhanden sind.		> - 0,4 bis - 0,3
			> - 0,3

Berlin, 09.08.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft:

Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 6

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Bf. Usingen

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 891**

Boden: **TL-TM**

Entnahmestelle : MP 2

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-1
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

Abschätzung der Bodenklasse, Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen (DIN 50929, Teil 3, Tab. 7):

1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

1.1 Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$$

$$B_0 = -3 \rightarrow$$

Bodenklasse - Bodenaggressivität^{*)}

I b - schwach aggressiv

1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = B_0 + Z_{10} + Z_{11}$$

$$B_1 = -3 \rightarrow$$

Mulden- u.
Lochkorrosion

Flächen-
korrosion

gering

sehr gering

* Die Bodenaggressivität entspricht der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion ohne Mitwirken ausgedehnter Konzentrationselemente.

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929, Teil 3, Tab. 8):

1.3 Freie Korrosion (nur Bezug auf Probe):

$$B_0 = -3 \rightarrow$$

1.4 Freie Korrosion (m. Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = -3 \rightarrow$$

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

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Bf. Usingen

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 891**

Boden: **TL-TM**

Entnahmestelle : MP 2

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-1
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

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

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von feuerverzinkten Stählen in Erdböden (DIN 50929, Teil 3, Tab. 5):

2. Feuerverzinkte Stähle:

Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_D = Z_2 + Z_4 + Z_5 + Z_6$$

$$B_D = 0 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten

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 ist (s. vorstehende Tabelle).

Berlin, 09.08.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2

Blatt 8

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 893

Boden: GT*

Entnahmestelle: MP 3 Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
a) Beurteilung der Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %		Z₁
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlammfähigen Bestandteilen (Kornanteil d _{≤0,063} mm)	~ 40	≤ 10 > 10 bis 30 > 30 bis 50 > 50 bis 80 > 80	+ 4 + 2 0 -2 -4
	b) Torf-, Moor-, Schlick- und Marsch- böden, organischer Kohlenstoff		> 5	-12
	c) stark verunreinigte Böden, Verunreinigungen durch Brennstoff- asche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt, Abwässer etc.			-12
2	Spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm		Z₂
		24213	> 50 000 > 20 000 bis 50 000 > 5 000 bis 20 000 > 2 000 bis 5 000 1 000 bis 2 000 < 1 000	+ 4 + 2 0 -2 -4 -6
3	Wassergehalt	Massenanteile in %		Z₃
		11,4	≤ 20 > 20	0 -1
4	pH - Wert			Z₄
		6,6	> 9 > 5,5 bis 9 4 bis 5,5 < 4	+ 2 0 -1 -3
5	Pufferkapazität	mmol/kg		Z₅
	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K _{S 4,3})	20	< 200 200 bis 1 000 > 1 000	0 + 1 + 3
	Basekapazität bis pH 7,0 (Acidität K _{B 7,0})	2,0	< 2,5 2,5 bis 5 > 5 bis 10 > 10 bis 20 > 20 bis 30 > 30	0 -2 -4 -6 -8 -10
6	Sulfid (S²⁻)	mg/kg		Z₆
		0,07	< 5 5 bis 10 > 10	0 -3 -6

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.2 Blatt 9

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 893

Boden: GT*

Entnahmestelle: MP 3 Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
7	Neutralsalze (wäßriger Auszug) $c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$	mmol/kg		Z₇
		5,2	< 3	0
			3 bis 10	-1
			> 10 bis 30	-2
			> 30 bis 100	-3
8	Sulfat (SO₄²⁻, salzsaurer Auszug)	mmol/kg		Z₈
		1,9	< 2	0
			2 bis 5	-1
			> 5 bis 10	-2
			> 10	-3

b) Beurteilung aufgrund örtlicher Gegebenheiten

9	Lage des Objektes zum Grundwasser		Z₉
	Grundwasser: nicht vorhanden vorhanden wechselt zeitlich	x	0
			-1
			-2
10	Bodenhomogenität, horizontal		Z₁₀
	Bodenwiderstandsprofil: ermittelt werden Änderungen von Z ₂ (nach Zeile 2) von benachbarten Bodenbereichen: ΔZ ₂ (Bei dieser Bewertung werden alle positiven Z ₂ -Werte gleich " +1 " gesetzt)	x	$ \Delta Z_2 < 2$ 0
			$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$ -2
			$ \Delta Z_2 > 3$ -4
11	Bodenhomogenität, vertikal		Z₁₁
	a) Boden in unmittelbarer Umgebung	x	Homogene Einbettung mit artgleichem Erdboden Inhomogene Einbettung mit bodenfremden Bestandteilen, z.B. Holz, Wurzeln u. dgl. sowie mit stark artverschiedenen korrosiveren Böden. 0
			-6
	b) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z ₃ - Werten;		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$ -1
	Ermittlg. von $ \Delta Z_2 $ entsprechend Zeile 10		$ \Delta Z_2 > 3$ -2
12	Objekt / Boden - Potential U_{Cu} / CuSO₄		Z₁₂
	V	x	- 0,5 bis - 0,4 -3
			> - 0,4 bis - 0,3 -8
			> - 0,3 -10
(zur Feststellung von Fremdkathoden) Ist eine Potentialmessung nicht möglich, z.B. bei der Beurteilung eines Bodens ohne Objekt, ist Z ₁₂ = - 10 zu setzen, wenn Kohlenstücke oder Koks vorhanden sind.			

Berlin, 09.08.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft:

Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 10

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 893**

Boden: **GT***

Entnahmestelle : MP 3

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	0 *	Z_7	-1
Z_2	2	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *
Z_4	0	Z_{10}	0 *
Z_5	0	Z_{11}	0 *
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

Abschätzung der Bodenklasse, Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen (DIN 50929, Teil 3, Tab. 7):

1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

1.1 Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$$

$$B_0 = 1 \rightarrow$$

Bodenklasse - Bodenaggressivität^{*)}

I a - praktisch nicht aggressiv

1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = B_0 + Z_{10} + Z_{11}$$

$$B_1 = 1 \rightarrow$$

Mulden- u.
Lochkorrosion

Flächen-
korrosion

sehr gering

sehr gering

* Die Bodenaggressivität entspricht der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion ohne Mitwirken ausgedehnter Konzentrationselemente.

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929, Teil 3, Tab. 8):

1.3 Freie Korrosion (nur Bezug auf Probe):

$$B_0 = 1 \rightarrow$$

1.4 Freie Korrosion (m. Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = 1 \rightarrow$$

Abtragungsrate w (100 a) in mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L\text{max}}$ (30a) in mm/a
0,005	0,03
0,005	0,03

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 893**

Boden: **GT***

Entnahmestelle : MP 3

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
1. Bodenart	7. Neutralsalze (wäßr. Auszug)	Z_1	0 *)
2. spezif. Bodenwiderstand	8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.)	Z_2	2
3. Wassergehalt	9. Lage d. Obj. z. Grundwasser	Z_3	0
4. pH - Wert	10. Bodenhomogenität horizont.	Z_4	0
5. Pufferkapazität	11. Bodenhomogenität vertikal	Z_5	0
6. Sulfid (S^{2-})	12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$	Z_6	0
		Z_7	-1
		Z_8	0
		Z_9	0 *)
		Z_{10}	0 *)
		Z_{11}	0 *)
		Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

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

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von feuerverzinkten Stählen in Erdböden (DIN 50929, Teil 3, Tab. 5):

2. Feuerverzinkte Stähle:
Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_D = Z_2 + Z_4 + Z_5 + Z_6$$

$$B_D = 2 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten

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 ist (s. vorstehende Tabelle).

Berlin, 09.08.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 12

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 894

Boden: TL

Entnahmestelle: MP 4 Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
a) Beurteilung der Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %		Z₁
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlammfähigen Bestandteilen (Kornanteil d _{≤0,063} mm)	~ 60	≤ 10 > 10 bis 30 > 30 bis 50 > 50 bis 80 > 80	+ 4 + 2 0 -2 -4
	b) Torf-, Moor-, Schlick- und Marsch- böden, organischer Kohlenstoff		> 5	-12
	c) stark verunreinigte Böden, Verunreinigungen durch Brennstoff- asche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt, Abwässer etc.			-12
2	Spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm		Z₂
		15748	> 50 000 > 20 000 bis 50 000 > 5 000 bis 20 000 > 2 000 bis 5 000 1 000 bis 2 000 < 1 000	+ 4 + 2 0 -2 -4 -6
3	Wassergehalt	Massenanteile in %		Z₃
		14,9	≤ 20 > 20	0 -1
4	pH - Wert			Z₄
		6,8	> 9 > 5,5 bis 9 4 bis 5,5 < 4	+ 2 0 -1 -3
5	Pufferkapazität	mmol/kg		Z₅
	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K _{S 4,3})	12	< 200 200 bis 1 000 > 1 000	0 + 1 + 3
	Basekapazität bis pH 7,0 (Acidität K _{B 7,0})	2,0	< 2,5 2,5 bis 5 > 5 bis 10 > 10 bis 20 > 20 bis 30 > 30	0 -2 -4 -6 -8 -10
6	Sulfid (S²⁻)	mg/kg		Z₆
		0,09	< 5 5 bis 10 > 10	0 -3 -6

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.2 Blatt 13

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 894

Boden:

Entnahmestelle: MP 4

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert-bereiche	Bewertungs-zahl
7	Neutralsalze (wäßriger Auszug) c (Cl ⁻) + 2c (SO ₄ ²⁻)	mmol/kg		Z₇
			< 3	0
			3 bis 10	-1
		10,5	> 10 bis 30	-2
			> 30 bis 100	-3
			> 100	-4
8	Sulfat (SO₄²⁻, salzsaurer Auszug)	mmol/kg		Z₈
		0,4	< 2	0
			2 bis 5	-1
			> 5 bis 10	-2
			> 10	-3

b) Beurteilung aufgrund örtlicher Gegebenheiten

9	Lage des Objektes zum Grundwasser			Z₉
	Grundwasser: nicht vorhanden	x		0
	vorhanden			-1
	wechselt zeitlich			-2
10	Bodenhomogenität, horizontal			Z₁₀
	Bodenwiderstandsprofil: ermittelt werden	x	$ \Delta Z_2 < 2$ $2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$ $ \Delta Z_2 > 3$	0
	Änderungen von Z ₂ (nach Zeile 2)			-2
	von benachbarten Bodenbereichen: ΔZ ₂ (Bei dieser Bewertung werden alle positiven Z ₂ -Werte gleich "+1" gesetzt)			-4
11	Bodenhomogenität, vertikal			Z₁₁
	a) Boden in unmittelbarer Umgebung	x	Homogene Einbettung mit artgleichem Erdboden Inhomogene Einbettung mit bodenfremden Bestandteilen, z.B. Holz, Wurzeln u. dgl. sowie mit stark artverschiedenen korrosiveren Böden.	0
				-6
	b) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z ₃ - Werten;		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$	-1
	Ermittlg. von $ \Delta Z_2 $ entsprechend Zeile 10		$ \Delta Z_2 > 3$	-2
12	Objekt / Boden - Potential U_{Cu} / CuSO₄	V		Z₁₂
	(zur Feststellung von Fremdkathoden) Ist eine Potentialmessung nicht möglich, z.B. bei der Beurteilung eines Bodens ohne Objekt, ist Z ₁₂ = - 10 zu setzen, wenn Kohlenstücke oder Koks vorhanden sind.	x	- 0,5 bis - 0,4 > - 0,4 bis - 0,3 > - 0,3	-3 -8 -10

Berlin, 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft:

Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 14

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 894**

Boden: **TL**

Entnahmestelle : MP 4

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-2
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

Abschätzung der Bodenklasse, Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen (DIN 50929, Teil 3, Tab. 7):

1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

1.1 Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$$

$$B_0 = -4 \rightarrow$$

Bodenklasse - Bodenaggressivität^{*)}

I b - schwach aggressiv

1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = B_0 + Z_{10} + Z_{11}$$

$$B_1 = -4 \rightarrow$$

Mulden- u.
Lochkorrosion

Flächen-
korrosion

gering

sehr gering

* Die Bodenaggressivität entspricht der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion ohne Mitwirken ausgedehnter Konzentrationselemente.

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929, Teil 3, Tab. 8):

1.3 Freie Korrosion (nur Bezug auf Probe):

$$B_0 = -4 \rightarrow$$

1.4 Freie Korrosion (m. Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = -4 \rightarrow$$

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

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 894**

Boden: **TL**

Entnahmestelle : MP 4

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-2
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

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

**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von
feuerverzinkten Stählen in Erdböden (DIN 50929, Teil 3, Tab. 5):**

2. Feuerverzinkte Stähle:

Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_D = Z_2 + Z_4 + Z_5 + Z_6$$

$$B_D = 0 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten

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 ist (s. vorstehende Tabelle).

Berlin, 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 16

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 895

Boden: TM

Entnahmestelle: MP 5 Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
a) Beurteilung der Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %		Z₁
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlammfähigen Bestandteilen (Kornanteil d _{≤0,063} mm)	~ 60	≤ 10 > 10 bis 30 > 30 bis 50 > 50 bis 80 > 80	+ 4 + 2 0 -2 -4
	b) Torf-, Moor-, Schlick- und Marsch- böden, organischer Kohlenstoff		> 5	-12
	c) stark verunreinigte Böden, Verunreinigungen durch Brennstoff- asche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt, Abwässer etc.			-12
2	Spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm		Z₂
		6455	> 50 000 > 20 000 bis 50 000 > 5 000 bis 20 000 > 2 000 bis 5 000 1 000 bis 2 000 < 1 000	+ 4 + 2 0 -2 -4 -6
3	Wassergehalt	Massenanteile in %		Z₃
		19,7	≤ 20 > 20	0 -1
4	pH - Wert			Z₄
		5,9	> 9 > 5,5 bis 9 4 bis 5,5 < 4	+ 2 0 -1 -3
5	Pufferkapazität	mmol/kg		Z₅
	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K _{S 4,3})	8	< 200 200 bis 1 000 > 1 000	0 + 1 + 3
	Basekapazität bis pH 7,0 (Acidität K _{B 7,0})	2,0	< 2,5 2,5 bis 5 > 5 bis 10 > 10 bis 20 > 20 bis 30 > 30	0 -2 -4 -6 -8 -10
6	Sulfid (S²⁻)	mg/kg		Z₆
		< 0,02	< 5 5 bis 10 > 10	0 -3 -6

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.2 Blatt 17

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 895

Boden:

Entnahmestelle: MP 5

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
7	Neutralsalze (wäßriger Auszug) $c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$	mmol/kg		Z₇
			< 3	0
		3,6	3 bis 10	-1
			> 10 bis 30	-2
			> 30 bis 100	-3
			> 100	-4
8	Sulfat (SO₄²⁻, salzsaurer Auszug)	mmol/kg		Z₈
		0,9	< 2	0
			2 bis 5	-1
			> 5 bis 10	-2
			> 10	-3

b) Beurteilung aufgrund örtlicher Gegebenheiten

9	Lage des Objektes zum Grundwasser			Z₉
	Grundwasser: nicht vorhanden	x		0
	vorhanden			-1
	wechselt zeitlich			-2
10	Bodenhomogenität, horizontal			Z₁₀
	Bodenwiderstandsprofil: ermittelt werden Änderungen von Z ₂ (nach Zeile 2)	x	$ \Delta Z_2 < 2$	0
	von benachbarten Bodenbereichen: ΔZ_2		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$	-2
	(Bei dieser Bewertung werden alle positiven Z ₂ -Werte gleich "+1" gesetzt)		$ \Delta Z_2 > 3$	-4
11	Bodenhomogenität, vertikal			Z₁₁
	a) Boden in unmittelbarer Umgebung	x	Homogene Einbettung mit artgleichem Erdboden Inhomogene Einbettung mit bodenfremden Bestandteilen, z.B. Holz, Wurzeln u. dgl. sowie mit stark artverschiedenen korrosiveren Böden.	0
	b) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z ₃ - Werten;		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$	-1
	Ermittlg. von $ \Delta Z_2 $ entsprechend Zeile 10		$ \Delta Z_2 > 3$	-2
12	Objekt / Boden - Potential U_{Cu} / CuSO₄	V		Z₁₂
	(zur Feststellung von Fremdkathoden)	x	- 0,5 bis - 0,4	-3
	Ist eine Potentialmessung nicht möglich, z.B. bei der Beurteilung eines Bodens ohne Objekt, ist Z ₁₂ = - 10 zu setzen, wenn Kohlenstücke oder Koks vorhanden sind.		> - 0,4 bis - 0,3	-8
			> - 0,3	-10

Berlin, 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft:

Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 18

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 895**

Boden: **TM**

Entnahmestelle : MP 5

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-1
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

Abschätzung der Bodenklasse, Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen (DIN 50929, Teil 3, Tab. 7):

1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

1.1 Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$$

$$B_0 = -3 \rightarrow$$

Bodenklasse - Bodenaggressivität^{*)}

I b - schwach aggressiv

1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = B_0 + Z_{10} + Z_{11}$$

$$B_1 = -3 \rightarrow$$

Mulden- u.
Lochkorrosion

Flächen-
korrosion

gering

sehr gering

* Die Bodenaggressivität entspricht der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion ohne Mitwirken ausgedehnter Konzentrationselemente.

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929, Teil 3, Tab. 8):

1.3 Freie Korrosion (nur Bezug auf Probe):

$$B_0 = -3 \rightarrow$$

1.4 Freie Korrosion (m. Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = -3 \rightarrow$$

Abtragungsrate w (100 a) in mm/a	max. Eindring-tiefe $w_{L\text{max}}$ (30a) in mm/a
0,01	0,05
0,01	0,05

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 895**

Boden: **TM**

Entnahmestelle : MP 5

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-1
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

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

**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von
feuerverzinkten Stählen in Erdböden (DIN 50929, Teil 3, Tab. 5):**

2. Feuerverzinkte Stähle:

Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_D = Z_2 + Z_4 + Z_5 + Z_6$$

$$B_D = 0 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten

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 ist (s. vorstehende Tabelle).

Berlin, 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 20

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 896

Boden: TM

Entnahmestelle: MP 6 Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
a) Beurteilung der Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %		Z₁
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen (Kornanteil d _{≤0,063} mm)	~ 60	≤ 10 > 10 bis 30 > 30 bis 50 > 50 bis 80 > 80	+ 4 + 2 0 -2 -4
	b) Torf-, Moor-, Schlick- und Marsch- böden, organischer Kohlenstoff		> 5	-12
	c) stark verunreinigte Böden, Verunreinigungen durch Brennstoff- asche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt, Abwässer etc.			-12
2	Spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm		Z₂
		12285	> 50 000 > 20 000 bis 50 000 > 5 000 bis 20 000 > 2 000 bis 5 000 1 000 bis 2 000 < 1 000	+ 4 + 2 0 -2 -4 -6
3	Wassergehalt	Massenanteile in %		Z₃
		18,3	≤ 20 > 20	0 -1
4	pH - Wert			Z₄
		7,2	> 9 > 5,5 bis 9 4 bis 5,5 < 4	+ 2 0 -1 -3
5	Pufferkapazität	mmol/kg		Z₅
	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K _{S 4,3})	16	< 200 200 bis 1 000 > 1 000	0 + 1 + 3
	Basekapazität bis pH 7,0 (Acidität K _{B 7,0})	nn	< 2,5 2,5 bis 5 > 5 bis 10 > 10 bis 20 > 20 bis 30 > 30	0 -2 -4 -6 -8 -10
6	Sulfid (S²⁻)	mg/kg		Z₆
		0,09	< 5 5 bis 10 > 10	0 -3 -6

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.2 Blatt 21

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 896

Boden:

Entnahmestelle: MP 6

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
7	Neutralsalze (wäßriger Auszug) $c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$	mmol/kg		Z₇
			< 3	0
			3 bis 10	-1
		12,1	> 10 bis 30	-2
			> 30 bis 100	-3
			> 100	-4
8	Sulfat (SO₄²⁻, salzsaurer Auszug)	mmol/kg		Z₈
			< 2	0
		0,9	2 bis 5	-1
			> 5 bis 10	-2
			> 10	-3

b) Beurteilung aufgrund örtlicher Gegebenheiten

9	Lage des Objektes zum Grundwasser		Z₉
	Grundwasser: nicht vorhanden	x	0
	vorhanden		-1
	wechselt zeitlich		-2
10	Bodenhomogenität, horizontal		Z₁₀
	Bodenwiderstandsprofil: ermittelt werden Änderungen von Z ₂ (nach Zeile 2)	x	0
	von benachbarten Bodenbereichen: ΔZ ₂		-2
	(Bei dieser Bewertung werden alle positiven Z ₂ -Werte gleich " +1 " gesetzt)		-4
11	Bodenhomogenität, vertikal		Z₁₁
	a) Boden in unmittelbarer Umgebung		0
		Homogene Einbettung mit artgleichem Erdboden Inhomogene Einbettung mit bodenfremden Bestandteilen, z.B. Holz, Wurzeln u. dgl. sowie mit stark artverschiedenen korrosiveren Böden.	-6
	b) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z ₃ - Werten;	x	-1
	Ermittlg. von ΔZ ₂ entsprechend Zeile 10		-2
12	Objekt / Boden - Potential U_{Cu} / CuSO₄	V	Z₁₂
	(zur Feststellung von Fremdkathoden)	x	-3
	Ist eine Potentialmessung nicht möglich, z.B. bei der Beurteilung eines Bodens ohne Objekt, ist Z ₁₂ = - 10 zu setzen, wenn Kohlenstücke oder Koks vorhanden sind.		-8
			-10

Berlin, 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft:

Bohné

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 896**

Boden: **TM**

Entnahmestelle : MP 6

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-2
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	-1 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

Abschätzung der Bodenklasse, Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen (DIN 50929, Teil 3, Tab. 7):

1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

1.1 Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$$

$$B_0 = -4 \rightarrow$$

Bodenklasse - Bodenaggressivität^{*)}

I b - schwach aggressiv

1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = B_0 + Z_{10} + Z_{11}$$

$$B_1 = -5 \rightarrow$$

Mulden- u.
Lochkorrosion

Flächen-
korrosion

mittel

gering

* Die Bodenaggressivität entspricht der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion ohne Mitwirken ausgedehnter Konzentrationselemente.

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929, Teil 3, Tab. 8):

1.3 Freie Korrosion (nur Bezug auf Probe):

$$B_0 = -4 \rightarrow$$

1.4 Freie Korrosion (m. Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = -5 \rightarrow$$

Abtragungsrate w (100 a) in mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L\text{max}}$ (30a) in mm/a
0,01	0,05
0,02	0,2

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: Stützwände

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 896**

Boden: **TM**

Entnahmestelle : MP 6

Entnahmetiefe: 0,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-2
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	-1 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

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

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von feuerverzinkten Stählen in Erdböden (DIN 50929, Teil 3, Tab. 5):

2. Feuerverzinkte Stähle:

Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_D = Z_2 + Z_4 + Z_5 + Z_6$$

$$B_D = 0 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten

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 ist (s. vorstehende Tabelle).

Berlin, 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 24

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: 2 gleisiger Ausbau

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 897

Boden: TL

Entnahmestelle: MP 7 Entnahmetiefe: 0,0-3,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
a) Beurteilung der Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %		Z₁
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen (Kornanteil d _{≤0,063} mm)	~ 60	≤ 10 > 10 bis 30 > 30 bis 50 > 50 bis 80 > 80	+ 4 + 2 0 -2 -4
	b) Torf-, Moor-, Schlick- und Marsch- böden, organischer Kohlenstoff		> 5	-12
	c) stark verunreinigte Böden, Verunreinigungen durch Brennstoff- asche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt, Abwässer etc.			-12
2	Spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm		Z₂
		14184	> 50 000 > 20 000 bis 50 000 > 5 000 bis 20 000 > 2 000 bis 5 000 1 000 bis 2 000 < 1 000	+ 4 + 2 0 -2 -4 -6
3	Wassergehalt	Massenanteile in %		Z₃
		15,9	≤ 20 > 20	0 -1
4	pH - Wert			Z₄
		6,6	> 9 > 5,5 bis 9 4 bis 5,5 < 4	+ 2 0 -1 -3
5	Pufferkapazität	mmol/kg		Z₅
	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K _{S 4,3})	8	< 200 200 bis 1 000 > 1 000	0 + 1 + 3
	Basekapazität bis pH 7,0 (Acidität K _{B 7,0})	2,0	< 2,5 2,5 bis 5 > 5 bis 10 > 10 bis 20 > 20 bis 30 > 30	0 -2 -4 -6 -8 -10
6	Sulfid (S²⁻)	mg/kg		Z₆
		0,11	< 5 5 bis 10 > 10	0 -3 -6

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.2 Blatt 25

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: 2 gleisiger Ausbau

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 897

Boden:

Entnahmestelle: MP 7

Entnahmetiefe: 0,0-3,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
7	Neutralsalze (wäßriger Auszug) $c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$	mmol/kg		Z₇
			< 3	0
			3 bis 10	-1
		13,3	> 10 bis 30	-2
			> 30 bis 100	-3
8	Sulfat (SO₄²⁻, salzsaurer Auszug)	mmol/kg		Z₈
			< 2	0
		0,5	2 bis 5	-1
			> 5 bis 10	-2
			> 10	-3

b) Beurteilung aufgrund örtlicher Gegebenheiten

9	Lage des Objektes zum Grundwasser		Z₉
	Grundwasser: nicht vorhanden	x	0
	vorhanden		-1
	wechselt zeitlich		-2
10	Bodenhomogenität, horizontal		Z₁₀
	Bodenwiderstandsprofil: ermittelt werden Änderungen von Z ₂ (nach Zeile 2)	x	0
	von benachbarten Bodenbereichen: ΔZ ₂		-2
	(Bei dieser Bewertung werden alle positiven Z ₂ -Werte gleich "+1" gesetzt)		-4
11	Bodenhomogenität, vertikal		Z₁₁
	a) Boden in unmittelbarer Umgebung	x	0
		Homogene Einbettung mit artgleichem Erdboden Inhomogene Einbettung mit bodenfremden Bestandteilen, z.B. Holz, Wurzeln u. dgl. sowie mit stark artverschiedenen korrosiveren Böden.	-6
	b) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z ₃ - Werten;		-1
12	Objekt / Boden - Potential U_{Cu} / CuSO₄	V	Z₁₂
	(zur Feststellung von Fremdkathoden)	x	-3
	Ist eine Potentialmessung nicht möglich, z.B. bei der Beurteilung eines Bodens ohne Objekt, ist Z ₁₂ = - 10 zu setzen, wenn Kohlenstücke oder Koks vorhanden sind.		-8
			-10

Berlin, 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft:

Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 26

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: 2 gleisiger Ausbau

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 897**

Boden: **TL**

Entnahmestelle : MP 7

Entnahmetiefe: 0,0-3,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-2
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

Abschätzung der Bodenklasse, Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen (DIN 50929, Teil 3, Tab. 7):

1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

1.1 Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$$

$$B_0 = -4 \rightarrow$$

Bodenklasse - Bodenaggressivität^{*)}

I b - schwach aggressiv

1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = B_0 + Z_{10} + Z_{11}$$

$$B_1 = -4 \rightarrow$$

Mulden- u.
Lochkorrosion

Flächen-
korrosion

gering

sehr gering

* Die Bodenaggressivität entspricht der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion ohne Mitwirken ausgedehnter Konzentrationselemente.

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929, Teil 3, Tab. 8):

1.3 Freie Korrosion (nur Bezug auf Probe):

$$B_0 = -4 \rightarrow$$

1.4 Freie Korrosion (m. Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = -4 \rightarrow$$

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

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: 2 gleisiger Ausbau

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 897**

Boden: **TL**

Entnahmestelle : MP 7

Entnahmetiefe: 0,0-3,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-2
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

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

**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von
feuerverzinkten Stählen in Erdböden (DIN 50929, Teil 3, Tab. 5):**

2. Feuerverzinkte Stähle:

Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_D = Z_2 + Z_4 + Z_5 + Z_6$$

$$B_D = 0 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten

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 ist (s. vorstehende Tabelle).

Berlin, 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 28

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: 2 gleisiger Ausbau

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 898

Boden: TL

Entnahmestelle: MP 8 Entnahmetiefe: 3,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
a) Beurteilung der Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %		Z₁
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlammfähigen Bestandteilen (Kornanteil d _{≤0,063} mm)	~ 60	≤ 10 > 10 bis 30 > 30 bis 50 > 50 bis 80 > 80	+ 4 + 2 0 -2 -4
	b) Torf-, Moor-, Schlick- und Marsch- böden, organischer Kohlenstoff		> 5	-12
	c) stark verunreinigte Böden, Verunreinigungen durch Brennstoff- asche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt, Abwässer etc.			-12
2	Spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm		Z₂
		15106	> 50 000 > 20 000 bis 50 000 > 5 000 bis 20 000 > 2 000 bis 5 000 1 000 bis 2 000 < 1 000	+ 4 + 2 0 -2 -4 -6
3	Wassergehalt	Massenanteile in %		Z₃
		15,0	≤ 20 > 20	0 -1
4	pH - Wert			Z₄
		6,5	> 9 > 5,5 bis 9 4 bis 5,5 < 4	+ 2 0 -1 -3
5	Pufferkapazität	mmol/kg		Z₅
	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K _{S 4,3})	8	< 200 200 bis 1 000 > 1 000	0 + 1 + 3
	Basekapazität bis pH 7,0 (Acidität K _{B 7,0})	2,0	< 2,5 2,5 bis 5 > 5 bis 10 > 10 bis 20 > 20 bis 30 > 30	0 -2 -4 -6 -8 -10
6	Sulfid (S²⁻)	mg/kg		Z₆
		< 0,02	< 5 5 bis 10 > 10	0 -3 -6

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung

Anlage 4.3.2 Blatt 29

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 297-59530

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: 2 gleisiger Ausbau

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: P-F000803

Prüfungs-Nr.: 2019 / 898

Boden: TL

Entnahmestelle: MP 8 Entnahmetiefe: 3,0-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
7	Neutralsalze (wäßriger Auszug) $c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$	mmol/kg		Z₇
			< 3	0
		7,6	3 bis 10	-1
			> 10 bis 30	-2
			> 30 bis 100	-3
			> 100	-4
8	Sulfat (SO₄²⁻, salzsaurer Auszug)	mmol/kg		Z₈
			< 2	0
		0,6	2 bis 5	-1
			> 5 bis 10	-2
			> 10	-3

b) Beurteilung aufgrund örtlicher Gegebenheiten

9	Lage des Objektes zum Grundwasser		Z₉
	Grundwasser: nicht vorhanden	x	0
	vorhanden		-1
	wechselt zeitlich		-2
10	Bodenhomogenität, horizontal		Z₁₀
	Bodenwiderstandsprofil: ermittelt werden	x	0
	Änderungen von Z ₂ (nach Zeile 2)		$ \Delta Z_2 < 2$
	von benachbarten Bodenbereichen: ΔZ_2		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$
	(Bei dieser Bewertung werden alle positiven Z ₂ -Werte gleich " +1 " gesetzt)	$ \Delta Z_2 > 3$	-4
11	Bodenhomogenität, vertikal		Z₁₁
	a) Boden in unmittelbarer Umgebung	x	0
			-6
	b) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z ₃ - Werten;		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$
	Ermittlg. von $ \Delta Z_2 $ entsprechend Zeile 10		$ \Delta Z_2 > 3$
12	Objekt / Boden - Potential U_{Cu} / CuSO₄		Z₁₂
	(zur Feststellung von Fremdkathoden) Ist eine Potentialmessung nicht möglich, z.B. bei der Beurteilung eines Bodens ohne Objekt, ist Z ₁₂ = - 10 zu setzen, wenn Kohlenstücke oder Koks vorhanden sind.	x	- 0,5 bis - 0,4
			> - 0,4 bis - 0,3
			> - 0,3

Berlin, 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft:

Bohné

Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 30

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: 2 gleisiger Ausbau

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 898**

Boden: **TL**

Entnahmestelle : MP 8

Entnahmetiefe: 3,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-1
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

Abschätzung der Bodenklasse, Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen (DIN 50929, Teil 3, Tab. 7):

1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

1.1 Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$$

$$B_0 = -3 \rightarrow$$

Bodenklasse - Bodenaggressivität^{*)}

I b - schwach aggressiv

1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = B_0 + Z_{10} + Z_{11}$$

$$B_1 = -3 \rightarrow$$

Mulden- u.
Lochkorrosion

Flächen-
korrosion

gering

sehr gering

* Die Bodenaggressivität entspricht der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion ohne Mitwirken ausgedehnter Konzentrationselemente.

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50929, Teil 3, Tab. 8):

1.3 Freie Korrosion (nur Bezug auf Probe):

$$B_0 = -3 \rightarrow$$

1.4 Freie Korrosion (m. Bezug auf umgebende Böden):

$$B_1 = -3 \rightarrow$$

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

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
I.TPU(O)
EUREF-Campus 4-5
10829 Berlin
Tel.: 030 6343-1524

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilobjekt: 2 gleisiger Ausbau

Reg.-Nr. :

Auftrags-Nr. : P-F000803

Prüfungs-Nr. : **2019 / 898**

Boden: **TL**

Entnahmestelle : MP 8

Entnahmetiefe: 3,0-6,0m

Entsprechend Tab. 1 aus DIN 50929, Teil 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Bodenart | 7. Neutralsalze (wäßr. Auszug) |
| 2. spezif. Bodenwiderstand | 8. Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaur. Ausz.) |
| 3. Wassergehalt | 9. Lage d. Obj. z. Grundwasser |
| 4. pH - Wert | 10. Bodenhomogenität horizont. |
| 5. Pufferkapazität | 11. Bodenhomogenität vertikal |
| 6. Sulfid (S^{2-}) | 12. Obj./Boden-Potential $U_{\text{Cu/CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	-2 *)	Z_7	-1
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	0 *)
Z_6	0	Z_{12}	-3

*) basiert auf örtlicher Einschätzung

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

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von feuerverzinkten Stählen in Erdböden (DIN 50929, Teil 3, Tab. 5):

2. Feuerverzinkte Stähle:

Freie Korrosion (nur Bezug auf Bodenprobe):

$$B_D = Z_2 + Z_4 + Z_5 + Z_6$$

$$B_D = 0 \rightarrow$$

Güte der Deckschichten

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 ist (s. vorstehende Tabelle).

Berlin, 09.05.2019

Bearbeiter: Seemann

geprüft: Bohné

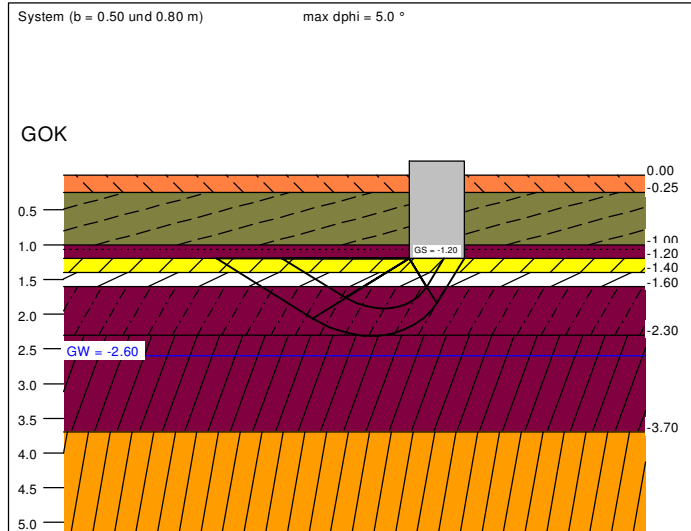
Stahlkorrosivität einer Bodenaufschlammung (Fortsetzung)

Anlage 4.3.2 Blatt 32

Bf. Usingen/ neuer Bahnsteig

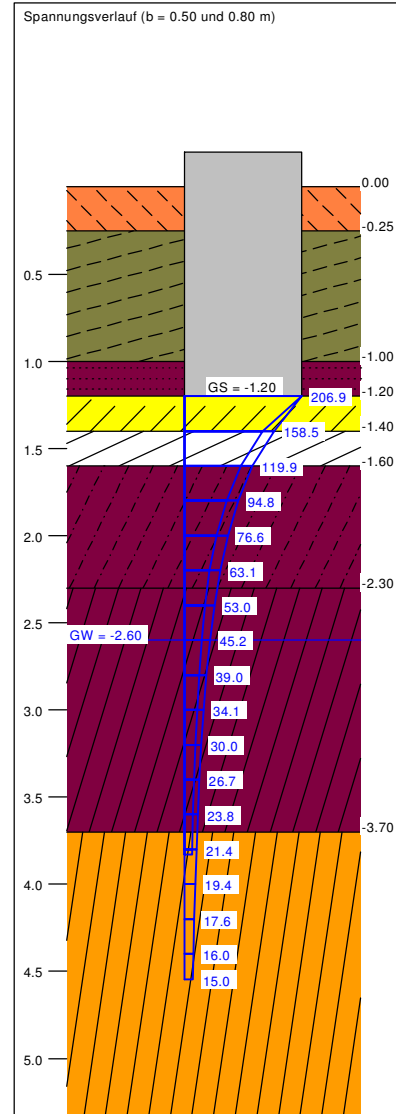
Variante 1/1a (km 17,8 bis 18,0) Erkundungen: KRB 4, 5, 10)

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	16.5	9.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Schicht 1.1.1
	17.5	9.0	25.0	3.0	1.00	0.00	Schicht 1.3.1
	17.5	9.0	25.0	3.0	5.0	0.00	Schicht 4.1
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Bodenaustausch
	17.0	9.0	30.0	1.0	12.0	0.00	Sauberkeitsschicht
	17.5	9.0	25.0	3.0	5.0	0.00	Schicht 4.1
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	Schicht 4.2
	22.5	12.5	22.5	10.0	20.0	0.00	Schicht 5.1



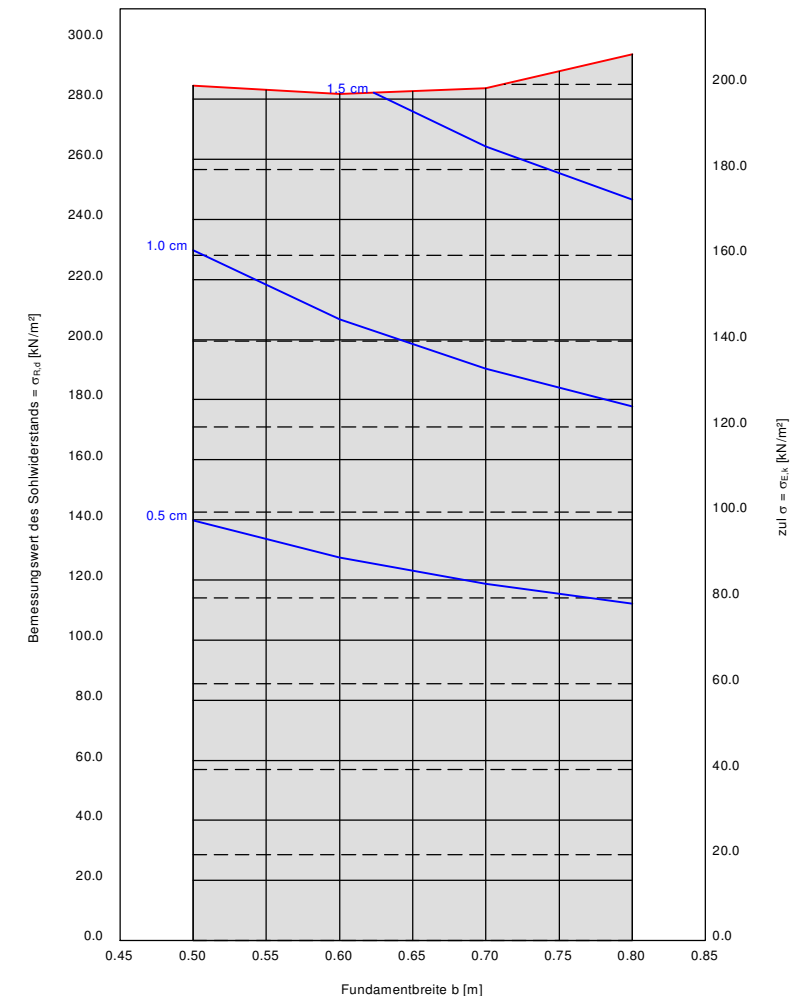
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
3.00	0.50	284.5	426.8	199.7	1.31 *	27.0 **	1.92	17.94	20.75	3.83	1.92
3.00	0.60	281.7	507.0	197.7	1.46 *	26.5 **	2.08	17.87	20.75	4.06	2.05
3.00	0.70	283.6	595.6	199.0	1.63 *	26.2 **	2.20	17.82	20.75	4.28	2.18
3.00	0.80	294.9	707.6	206.9	1.85 *	26.0 **	2.70	17.79	20.75	4.54	2.31

* Vorbelastung = 20.0 kN/m²
 ** 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



Berechnungsgrundlagen:
 Bahnsteigkanten
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a = 3.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.50

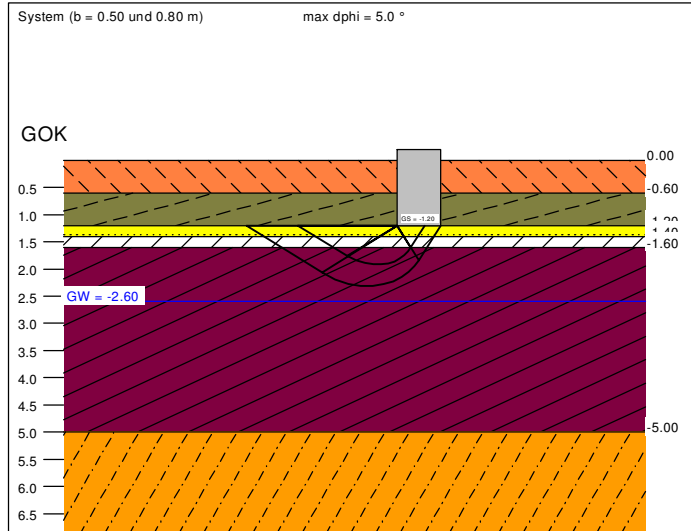
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Oberkante Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -1.20 m
 Grundwasser = -2.60 m
 Vorbelastung = 20.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohlendruck
 — Setzungen



Bf. Usingen/ neuer Bahnsteig

Variante 2 (km 17,7 - 17,8) Erkundungen: KRB 6, 7

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	16.5	9.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Schicht 1.1.1
	17.5	9.0	25.0	3.0	1.00	0.00	Schicht 1.3.1
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Bodenaustausch
	17.0	9.0	30.0	1.0	12.0	0.00	Sauberkeitsschicht
	17.5	9.0	25.0	3.0	5.0	0.00	Schicht 4.2
	22.5	12.5	22.5	10.0	20.0	0.00	Schicht 5.1



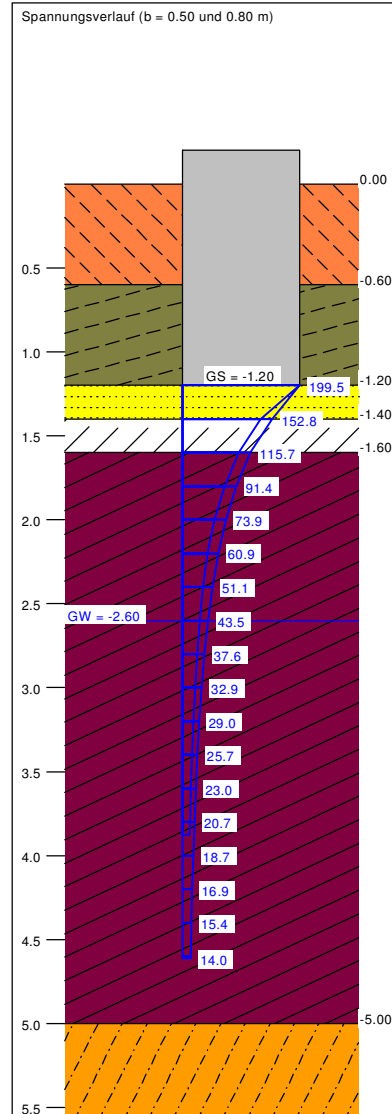
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
3.00	0.50	281.0	421.4	197.2	1.61 *	27.0 **	1.92	17.94	20.40	3.88	1.92
3.00	0.60	278.3	500.9	195.3	1.87 *	26.5 **	2.08	17.87	20.40	4.12	2.05
3.00	0.70	280.3	588.5	196.7	2.15 *	26.2 **	2.20	17.82	20.40	4.37	2.18
3.00	0.80	284.3	682.3	199.5	2.44 *	26.0 **	2.30	17.78	20.40	4.61	2.31

* Vorbelastung = 20.0 kN/m²

** phi wegen 5° Bedingung abgemindert

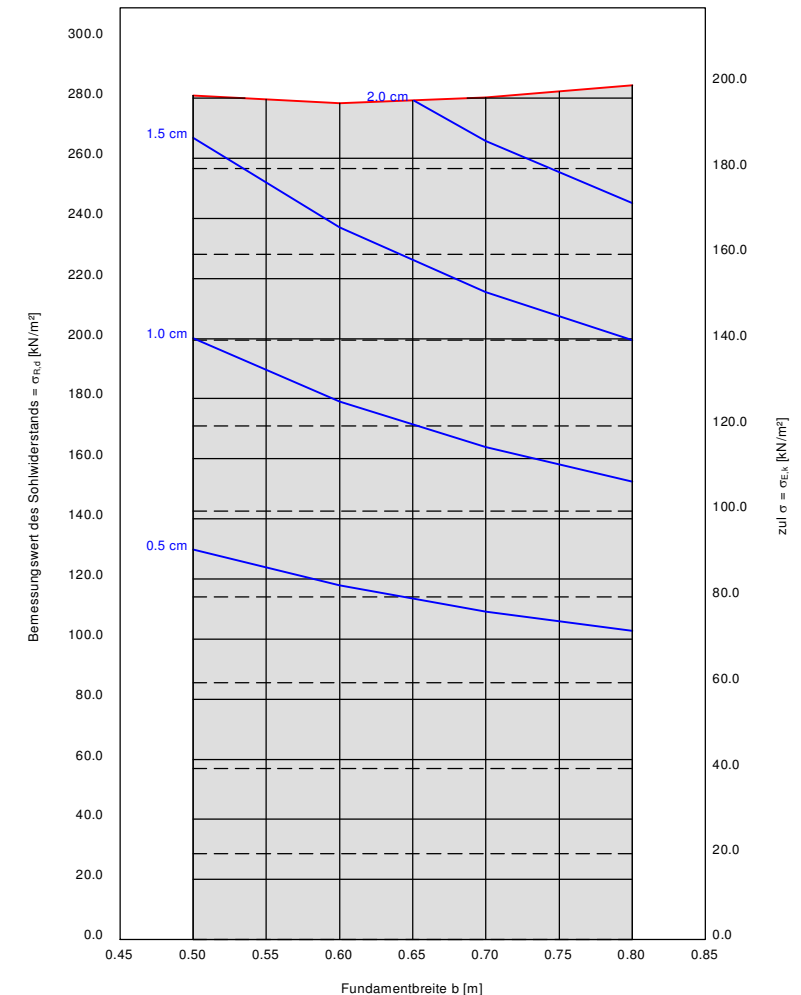
$\sigma_{E,k} = \sigma_{0,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,k} / 1.99$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



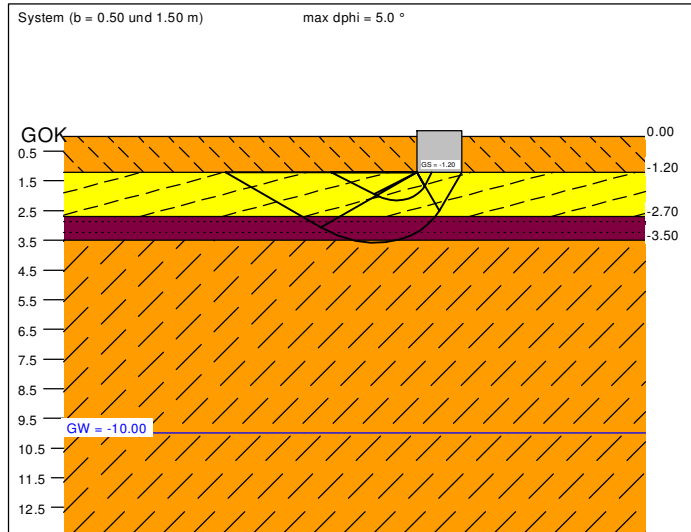
Berechnungsgrundlagen:
 Bahnsteigkanten
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a = 3.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.50

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Oberkante Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -1.20 m
 Grundwasser = -2.60 m
 Vorbelastung = 20.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohlendruck
 — Setzungen



Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	16.5	9.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Schicht 1.1.1
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Bodenaustausch
	17.5	9.0	25.0	3.0	1.00	0.00	Schicht 1.3.1
	22.5	12.5	27.5	10.0	20.0	0.00	Schicht 5.1

Bf. Usingen/ Personenüberführung PÜ bei km 17,720 Erkundungen: KRB 8, 3, 6 Kiespolster 1,5 m



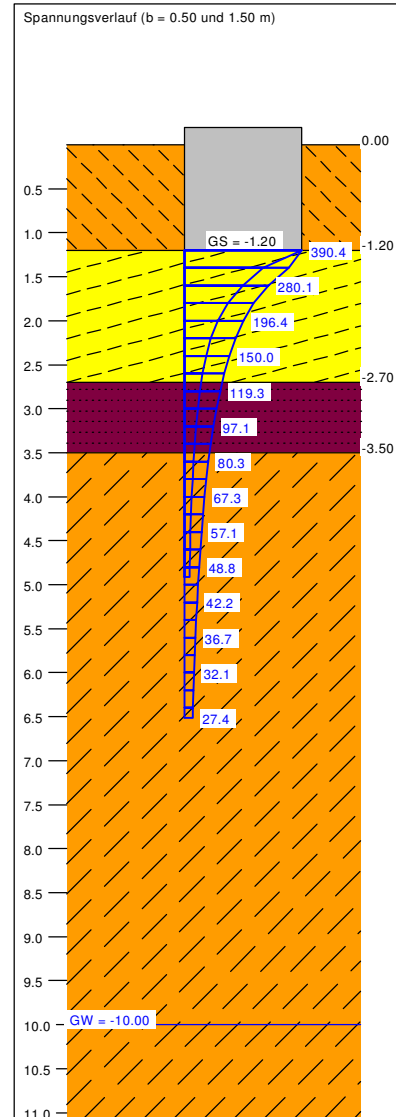
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
3.50	0.50	656.4	1148.6	460.6	4.51 *	35.0	0.00	19.00	19.80	4.91	2.15
3.50	1.00	433.4	1516.8	304.1	5.21 *	30.0 **	0.54	18.98	19.80	5.29	2.78
3.50	1.50	556.3	2920.7	390.4	9.16 *	30.0 **	2.56	18.70	19.80	6.51	3.58

* Vorbelastung = 20.0 kN/m²

** phi wegen 5° Bedingung abgemindert

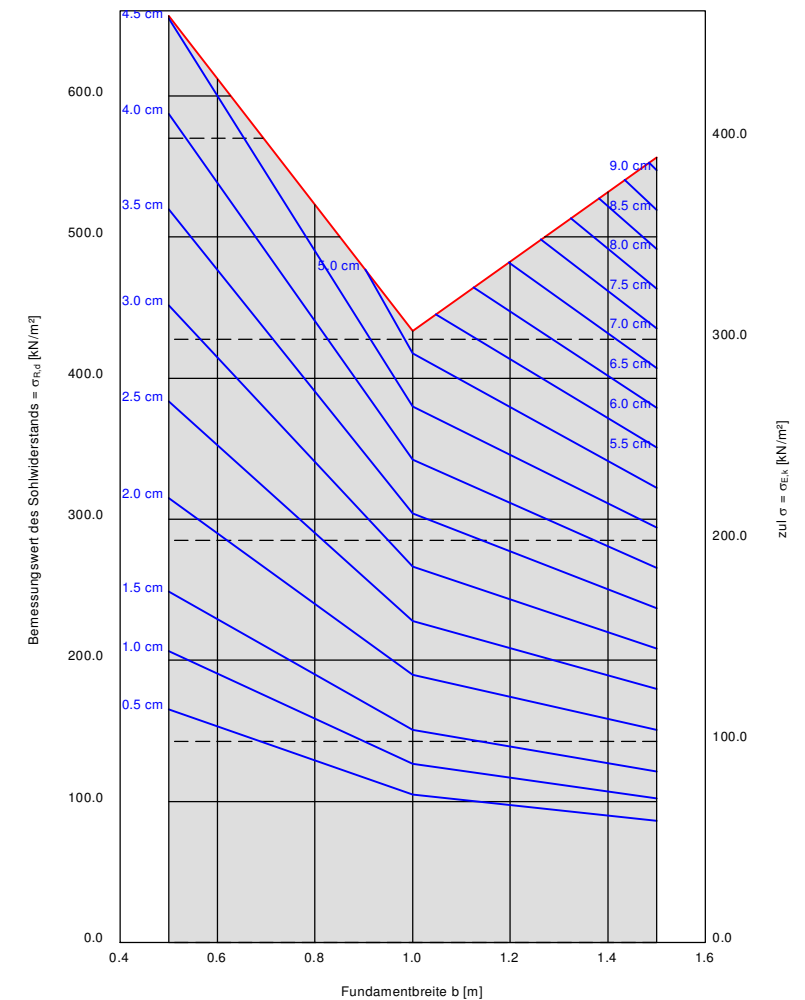
$\sigma_{E,k} = \sigma_{Q,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Q,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{Q,k} / 1.99$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



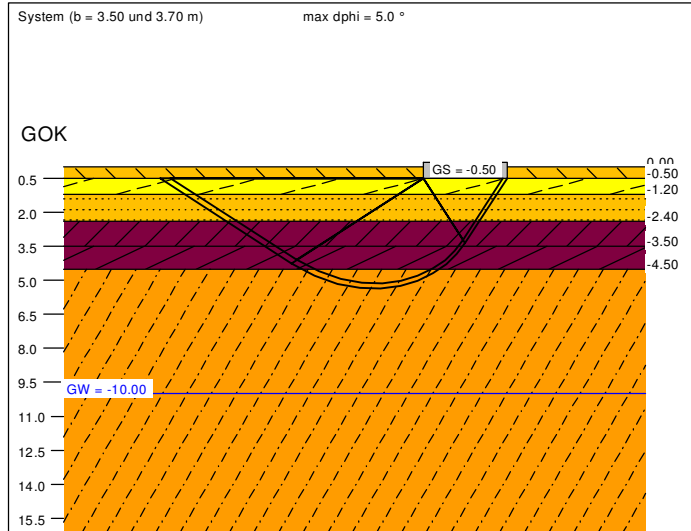
Berechnungsgrundlagen:
Bahnsteigkanten
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a = 3.50 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Oberkante Gelände = 0.00 m
Gründungssohle = -1.20 m
Grundwasser = -10.00 m
Vorbelastung = 20.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
— Sohlendruck
— Setzungen



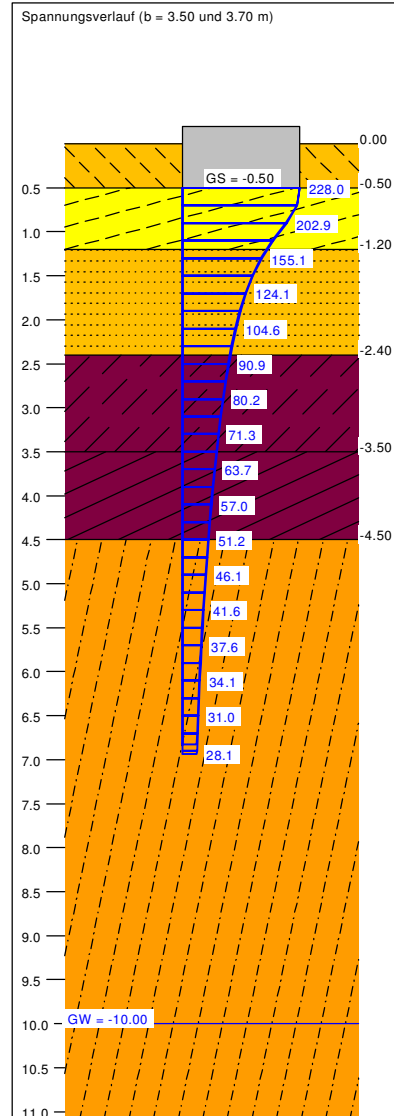
Bf. Usingen Rampe (Erkundung: KRB 11)

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	16.5	9.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Schicht 1.1.1
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Bodenaustausch
	16.5	9.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Schicht 1.1.1
	17.5	9.0	25.0	3.0	5.0	0.00	Schicht 4.2
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	Schicht 4.3
	22.5	12.5	22.5	10.0	20.0	0.00	Schicht 5.1



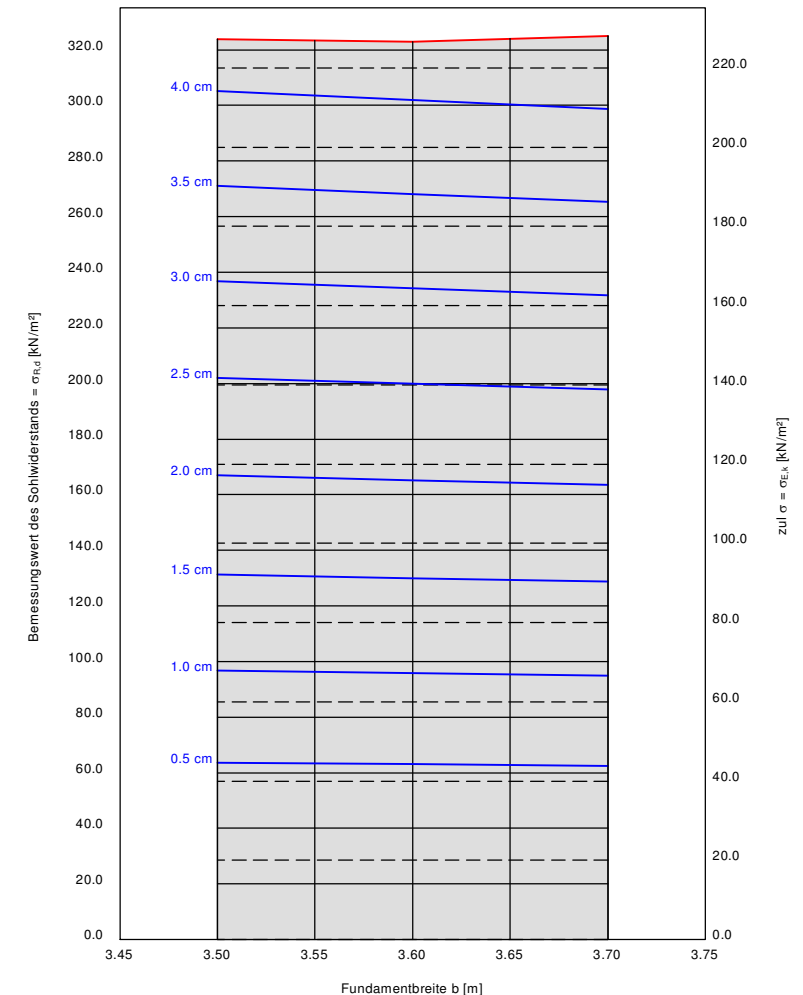
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
4.00	3.50	323.8	4532.5	227.2	4.27 *	24.5 **	5.11	18.16	8.25	6.82	5.14
4.00	3.60	322.9	4649.9	226.6	4.31 *	24.3 **	5.23	18.22	8.25	6.87	5.25
4.00	3.70	325.0	4809.5	228.0	4.40 *	24.2 **	5.35	18.28	8.25	6.94	5.36

* Vorbelastung = 8.0 kN/m²
 ** 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



Berechnungsgrundlagen:
 Bahnsteigkanten
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a = 4.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Oberkante Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -0.50 m
 Grundwasser = -10.00 m
 Vorbelastung = 8.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohlendruck
 — Setzungen

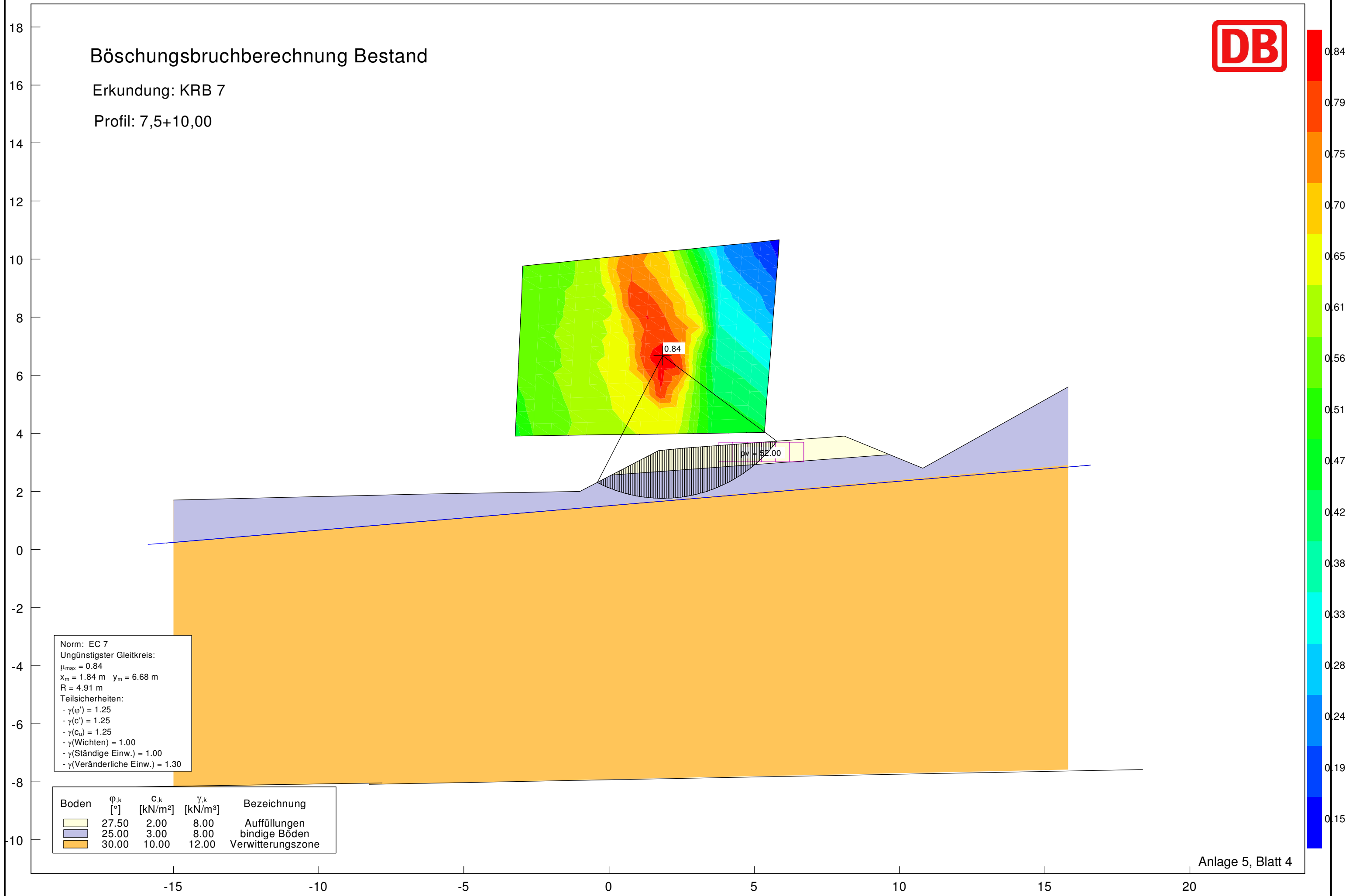




Böschungsbruchberechnung Bestand

Erkundung: KRB 7

Profil: 7,5+10,00

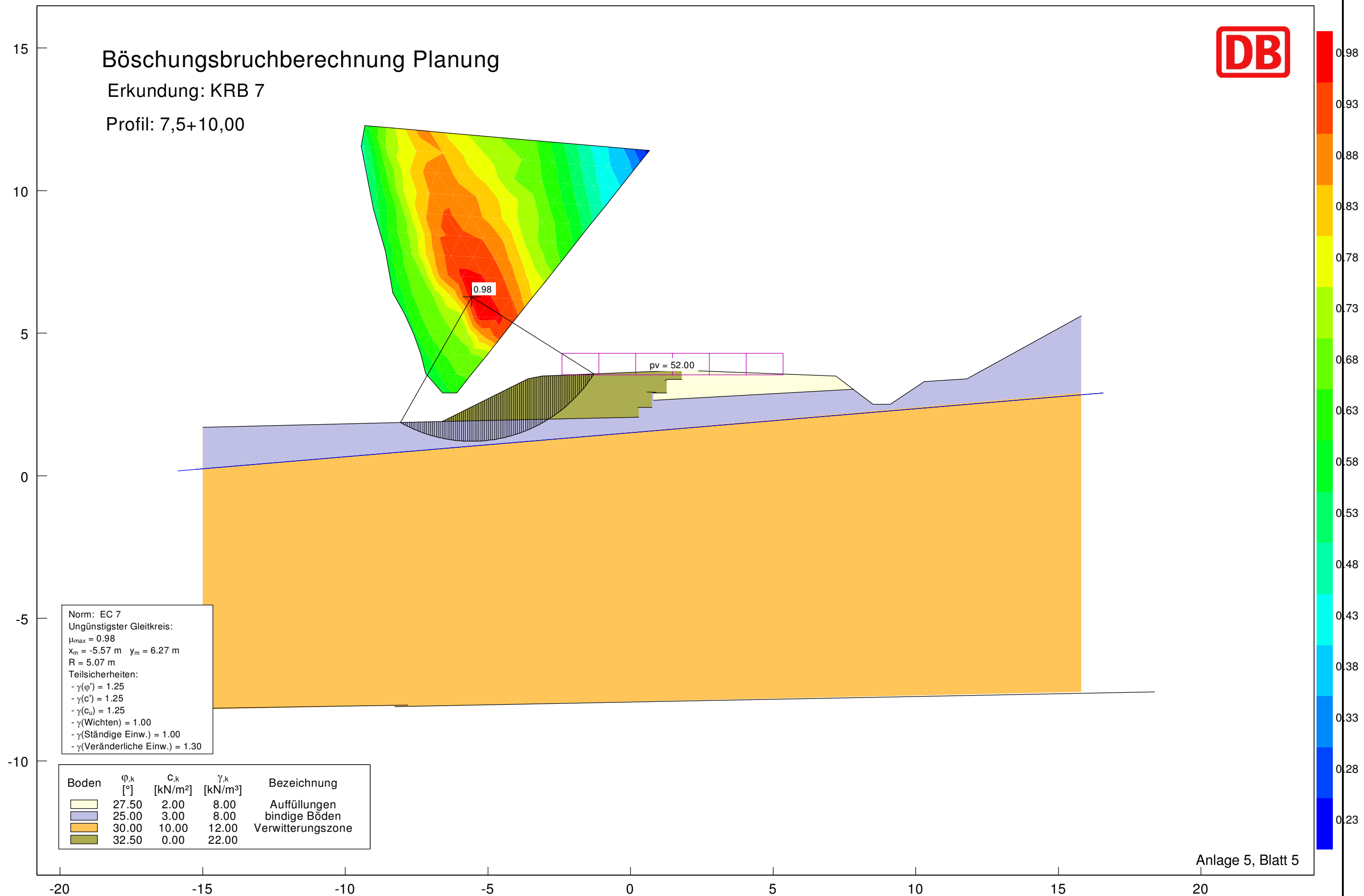




Böschungsbruchberechnung Planung

Erkundung: KRB 7

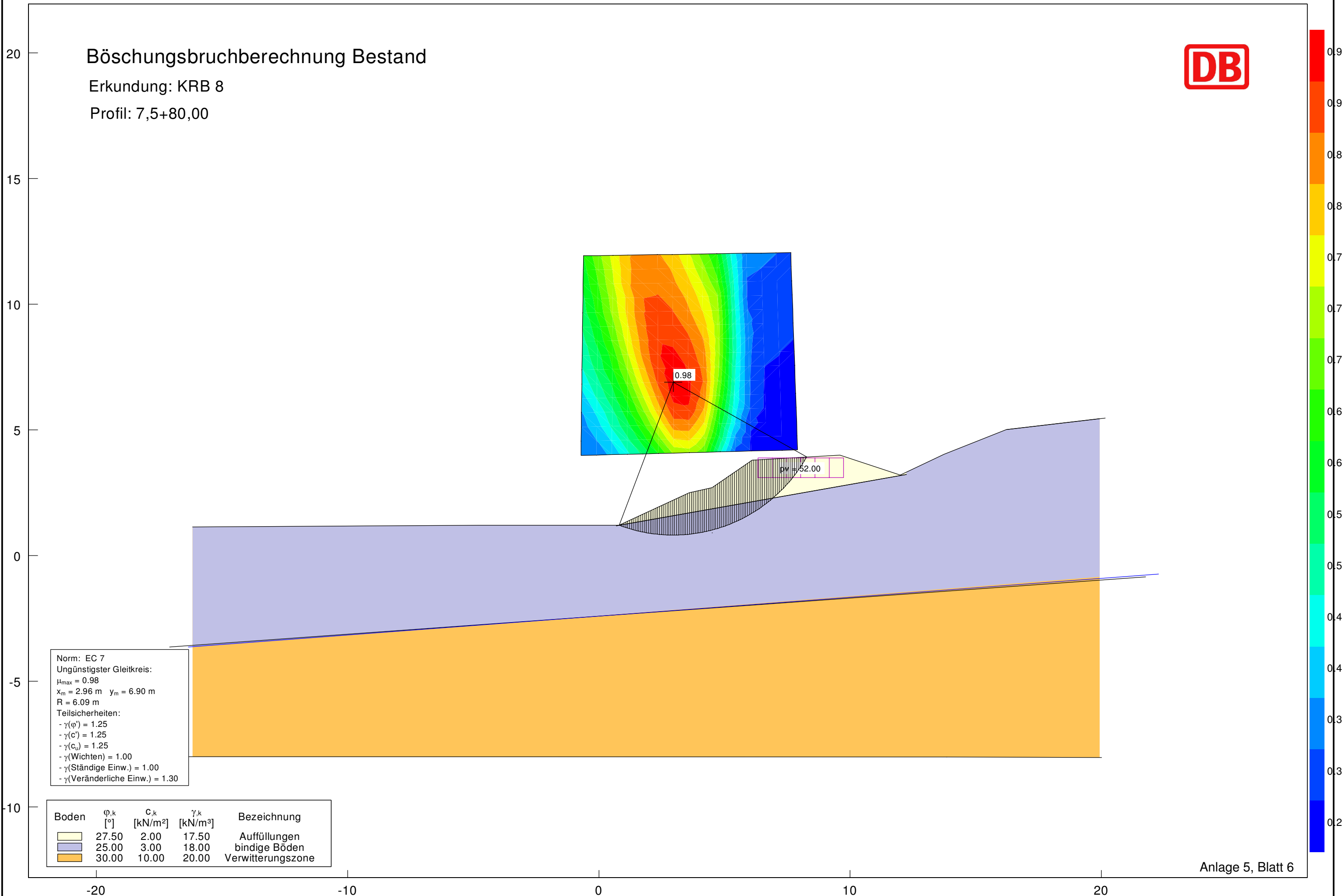
Profil: 7,5+10,00



Böschungsbruchberechnung Bestand

Erkundung: KRB 8

Profil: 7,5+80,00



Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.98$
 $x_m = 2.96 \text{ m}$ $y_m = 6.90 \text{ m}$
 $R = 6.09 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\phi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

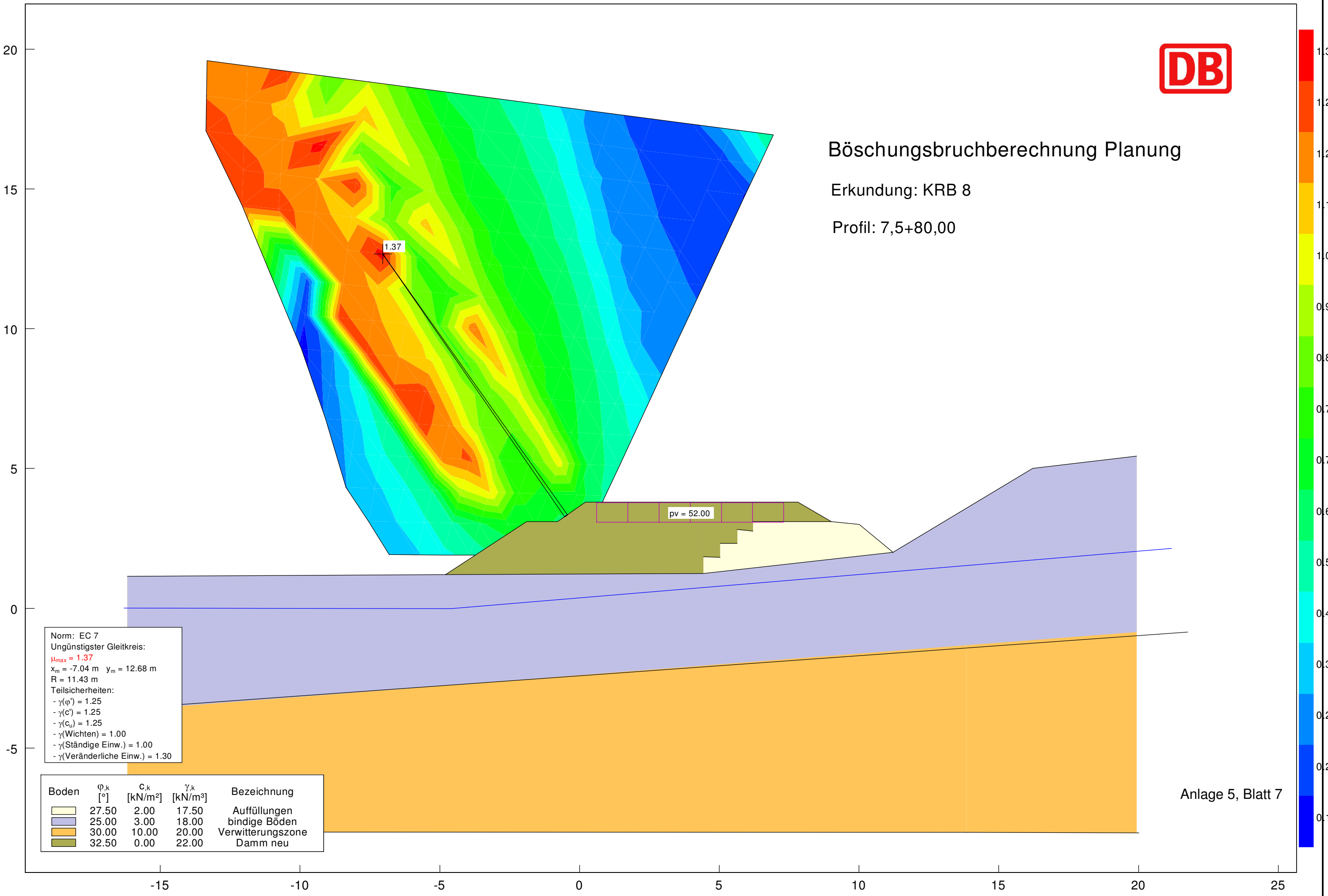
Boden	ϕ, k [°]	c, k [kN/m²]	γ, k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.00	17.50	Auffüllungen
	25.00	3.00	18.00	bindige Böden
	30.00	10.00	20.00	Verwitterungszone



Böschungsbruchberechnung Planung

Erkundung: KRB 8

Profil: 7,5+80,00

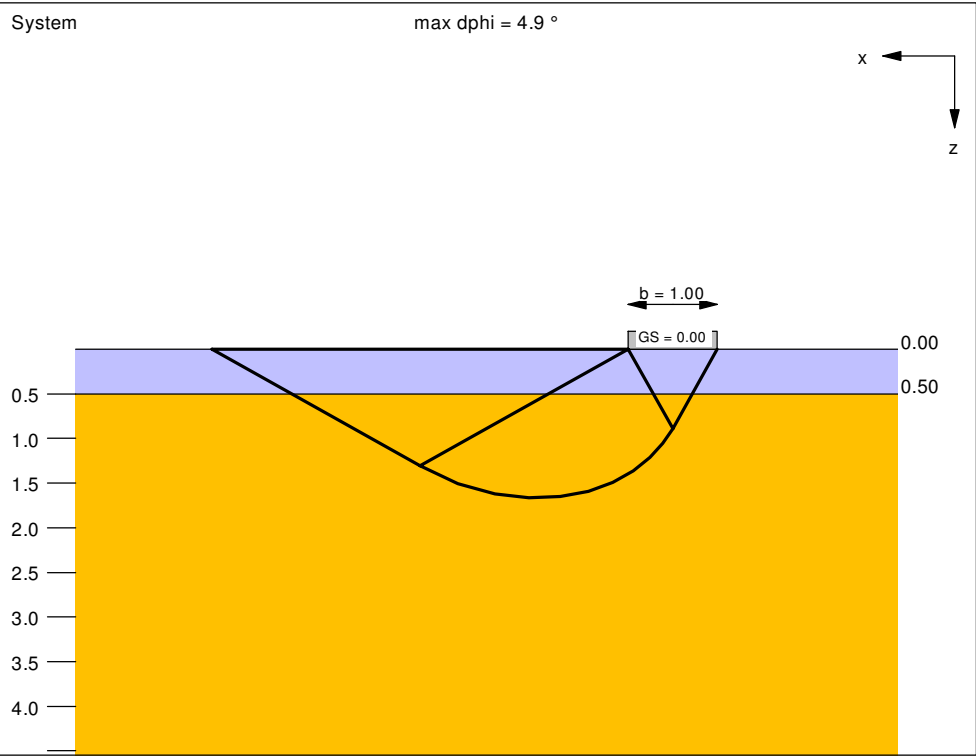


Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.37$
 $x_m = -7.04 \text{ m}$ $y_m = 12.68 \text{ m}$
 $R = 11.43 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\phi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.00	17.50	Auffüllungen
	25.00	3.00	18.00	bindige Böden
	30.00	10.00	20.00	Verwitterungszone
	32.50	0.00	22.00	Damm neu



Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	27.5	2.0	8.0	0.00	bindige Böden
	19.0	10.0	32.5	0.0	75.0	0.00	Verwitterungszone

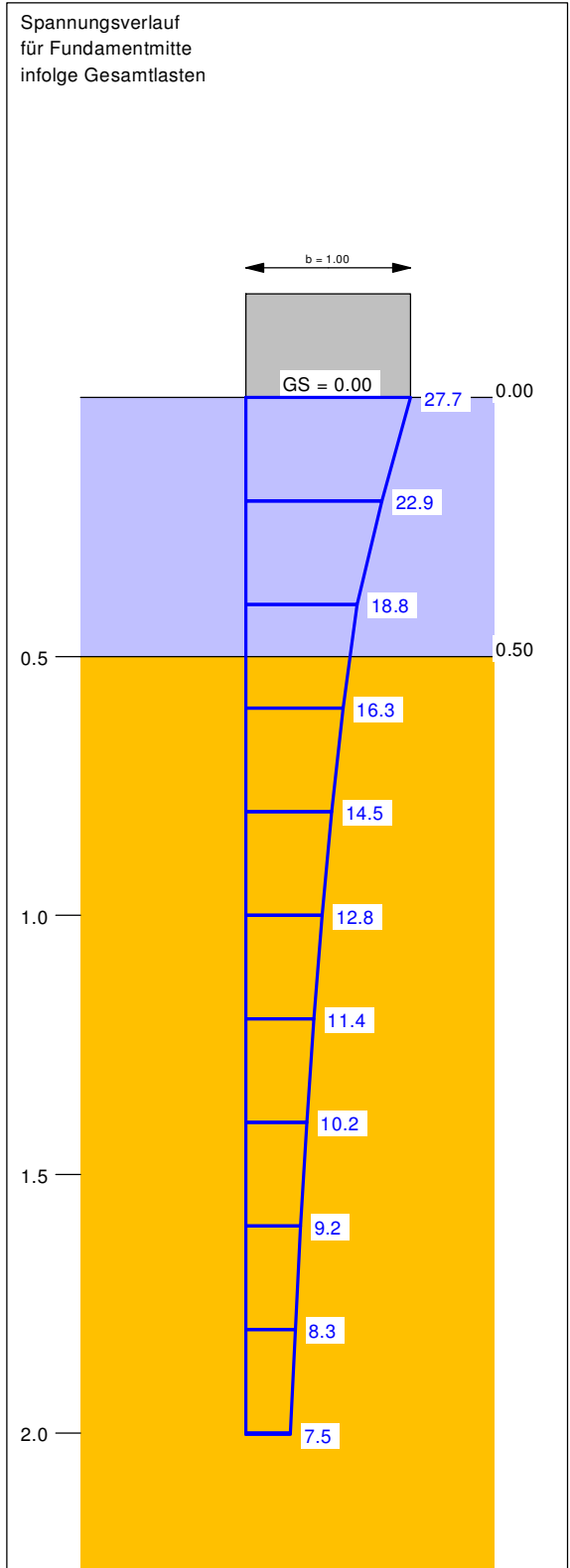


Ergebnisse Einzelfundament:
Kippnachweis nicht untersucht.
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 430.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Länge $a = 15.500$ m
Breite $b = 1.000$ m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 15.500$ m
Breite $b' = 1.000$ m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 15.500$ m
Breite $b' = 1.000$ m

Grundbruch:
Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 244.7 / 174.77$ kN/m²
 $R_{n,k} = 3792.60$ kN
 $R_{n,d} = 2709.00$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 430.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 580.50$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.214
cal $\varphi = 31.4^\circ$
cal $c = 0.47$ kN/m²

cal $\gamma_2 = 18.57$ kN/m³
cal $\sigma_0 = 0.00$ kN/m²
UK log. Spirale = 1.67 m u. GOK
Länge log. Spirale = 6.85 m
Fläche log. Spirale = 5.97 m²
Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 33.71$; $N_{d0} = 21.56$; $N_{b0} = 12.54$
Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.035$; $v_d = 1.034$; $v_b = 0.981$

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe $t_g = 2.00$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 0.16 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 0.16 cm
rechts oben = 0.16 cm
links unten = 0.16 cm
rechts unten = 0.16 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 0.0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stb} = 430.0 \cdot 1.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 193.5$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 193.5 = 0.000$



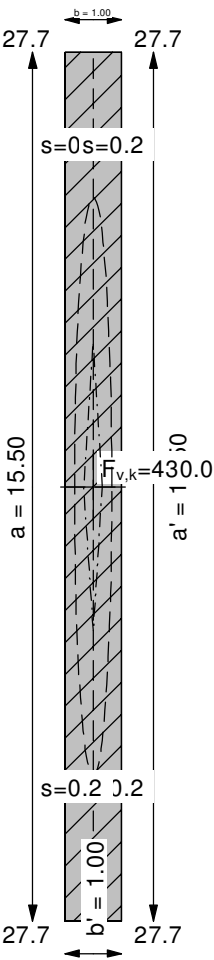
Setzungsberechnung Damm (Ersatzlast)

Erkundung KRB 7
km 7,5 + 10,00

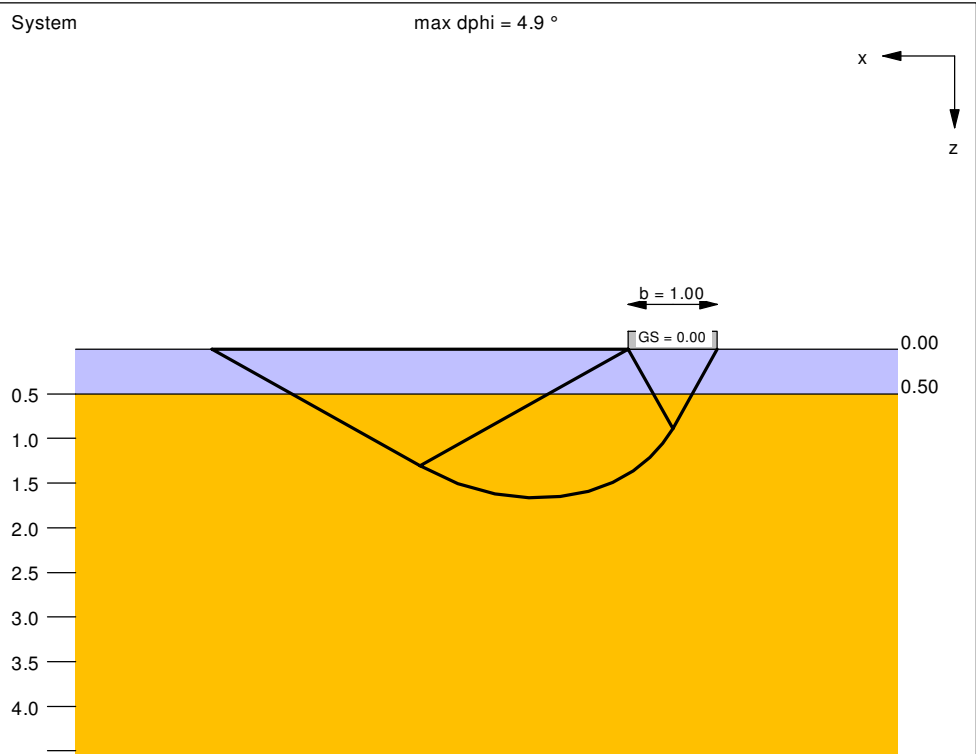
Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
Gründungssohle = 0.00 m
Grundwasser = 2.00 m
Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
- - - - 1. Kernweite
- - - - 2. Kernweite

Grundriss



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	27.5	2.0	8.0	0.00	bindige Böden
	19.0	10.0	32.5	0.0	75.0	0.00	Verwitterungszone

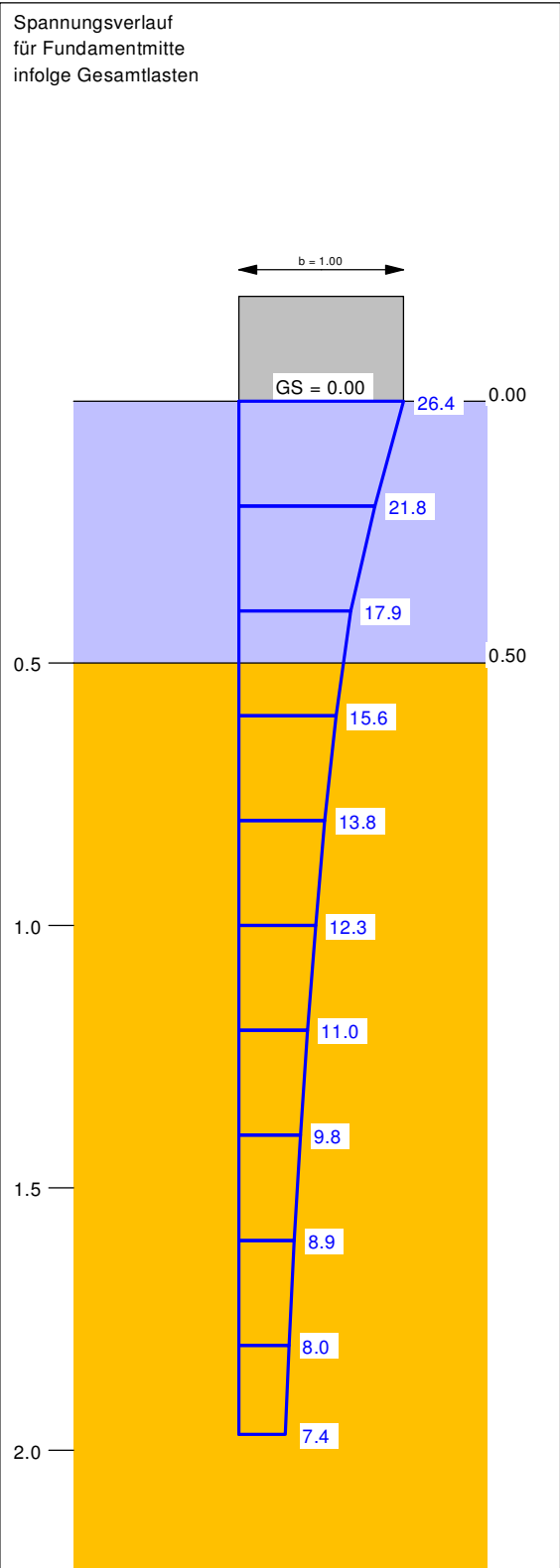


Ergebnisse Einzelfundament:
Kippnachweis nicht untersucht.
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 475.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Länge a = 18.000 m
Breite b = 1.000 m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge a' = 18.000 m
Breite b' = 1.000 m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge a' = 18.000 m
Breite b' = 1.000 m

Grundbruch:
Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 245.2 / 175.17$ kN/m²
 $R_{n,k} = 4414.20$ kN
 $R_{n,d} = 3153.00$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 475.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 641.25$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.203
cal $\varphi = 31.4$ °
cal c = 0.47 kN/m²

cal $\gamma_2 = 18.57$ kN/m³
cal $\sigma_0 = 0.00$ kN/m²
UK log. Spirale = 1.67 m u. GOK
Länge log. Spirale = 6.85 m
Fläche log. Spirale = 5.97 m²
Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 33.71$; $N_{d0} = 21.56$; $N_{b0} = 12.54$
Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.030$; $v_d = 1.029$; $v_b = 0.983$

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe $t_g = 1.97$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 0.15 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 0.15 cm
rechts oben = 0.15 cm
links unten = 0.15 cm
rechts unten = 0.15 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 0.0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stb} = 475.0 \cdot 1.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 213.8$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 213.8 = 0.000$

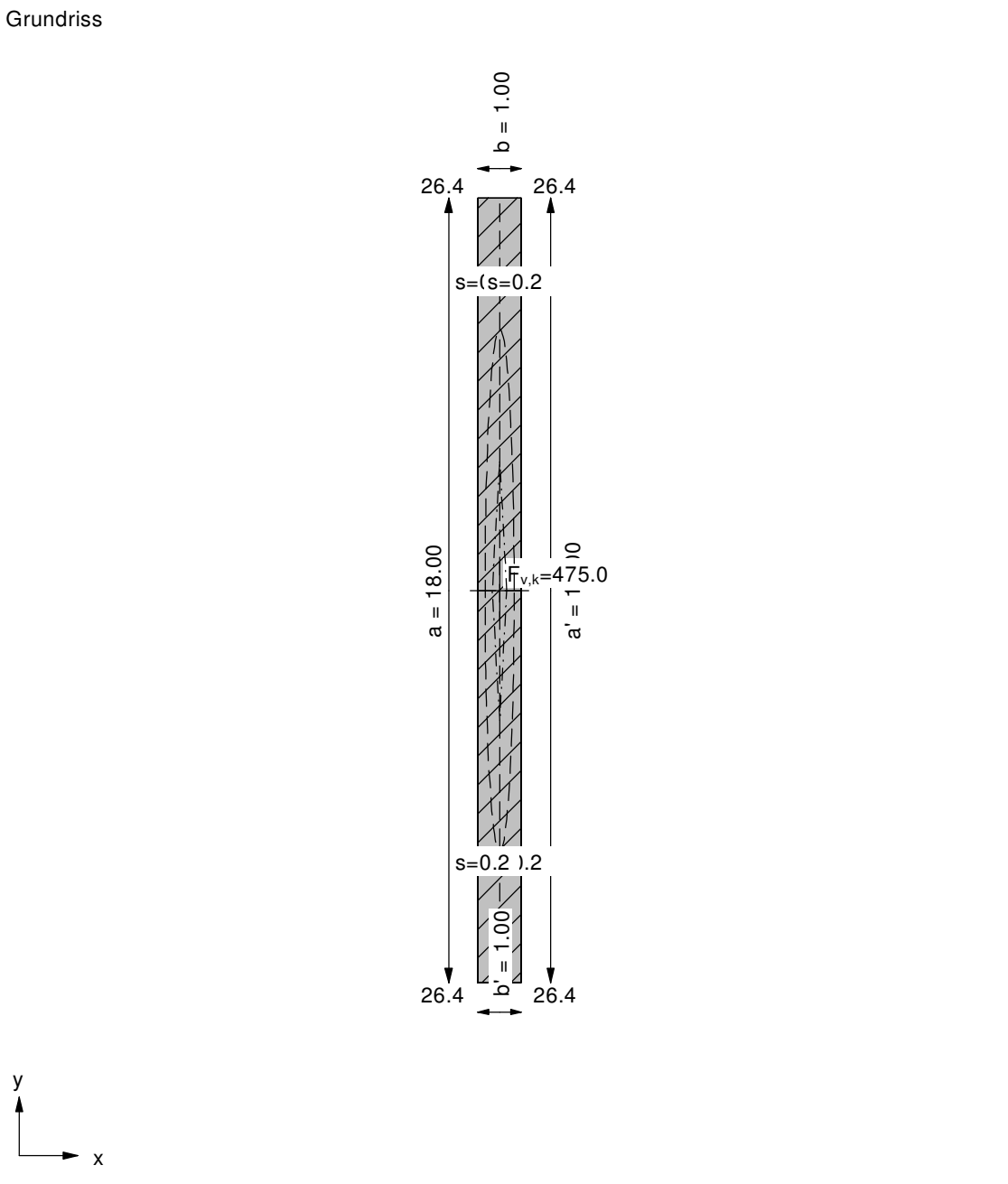


Setzungsberechnung Damm (Ersatzlast)

Erkundung KRB 8
km 7,5 + 80,00

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
Gründungssohle = 0.00 m
Grundwasser = 2.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
- - - - 1. Kernweite
- - - - 2. Kernweite



Fotodokumentation



Projekt:	Elektrifizierung der Taunusbahn
Teilprojekt:	Zweigleisiger Ausbau zwischen Saalburg und Wehrheim
Leistungsphase:	Entwurfsplanung
Bearbeiter / Stand:	08.03.2019

Inhaltsverzeichnis:

Bild 1:	[Bach unter EÜ.JPG]	5
Bild 2:	[BÜ.JPG]	5
Bild 3:	[BÜ_7,480.JPG]	6
Bild 4:	[DL.JPG]	6
Bild 5:	[DL_8,300.JPG]	7
Bild 6:	[DL_8,300_bahnrechts.JPG]	7
Bild 7:	[DL_8,480.JPG]	8
Bild 8:	[DL_Bahnlinks_8,200.JPG]	8
Bild 9:	[DL_km 7,7.JPG]	9
Bild 10:	[DL_km 8,200.JPG]	10
Bild 11:	[DL_km 8,480.JPG]	11
Bild 12:	[EÜ-Blick auf die Strasse.JPG]	11
Bild 13:	[EÜ.JPG]	12
Bild 14:	[EÜ_Bach.JPG]	12
Bild 15:	[EÜ_bach_zuwegung.JPG]	13
Bild 16:	[EÜ_bahnlinks.JPG]	13
Bild 17:	[EÜ_bahnlinks_seitlich.JPG]	14
Bild 18:	[EÜ_bahnlinks_unten.JPG]	14
Bild 19:	[EÜ_bahnrechts_von der Strasse.JPG]	15
Bild 20:	[EÜ_Gelände.JPG]	15
Bild 21:	[EÜ_km absteigen.JPG]	16
Bild 22:	[EÜ_unten.JPG]	16
Bild 23:	[EÜ_unten_bahnlinks.JPG]	17
Bild 24:	[hinten_Bstg_bahnlinks.JPG]	17
Bild 25:	[km 9,000_weiche.JPG]	18
Bild 26:	[km8,200.JPG]	18
Bild 27:	[km_8,000.JPG]	19
Bild 28:	[km_8,300_bahnrecht.JPG]	19
Bild 29:	[KRB1.JPG]	20
Bild 30:	[KRB10.JPG]	20
Bild 31:	[KRB10_km absteigend.JPG]	21
Bild 32:	[KRB10_km aufsteigend.JPG]	21
Bild 33:	[KRB11.JPG]	22
Bild 34:	[KRB11_km absteigend.JPG]	23
Bild 35:	[KRB11_km aufsteigend.JPG]	23
Bild 36:	[KRB12.JPG]	24
Bild 37:	[KRB12_km absteigend.JPG]	24
Bild 38:	[KRB12_kmaufsteigend.JPG]	25
Bild 39:	[KRB12_seitenansicht.JPG]	26
Bild 40:	[KRB13_BR_Vermessung.JPG]	27
Bild 41:	[KRB13_km absteigend.JPG]	27
Bild 42:	[KRB13_km aufsteigend.JPG]	28
Bild 43:	[KRB13_seitenansicht.JPG]	28
Bild 44:	[KRB14_km absteigend.JPG]	29
Bild 45:	[KRB14_km aufsteigend.JPG]	29
Bild 46:	[KRB15.JPG]	30
Bild 47:	[KRB15_km absteigend.JPG]	31
Bild 48:	[KRB15_km aufsteigend.JPG]	31
Bild 49:	[KRB15_seitenansicht.JPG]	32
Bild 50:	[KRB16-17.JPG]	33
Bild 51:	[KRB16.JPG]	33
Bild 52:	[KRB16_km aufsteigend.JPG]	34

Bild 53: [KRB17_km absteigend.JPG]	34
Bild 54: [KRB17_km aufsteigend.JPG]	35
Bild 55: [KRB17_seitenansicht.JPG]	35
Bild 56: [KRB18_km absteigend.JPG]	36
Bild 57: [KRB18_km aufsteigend.JPG]	36
Bild 58: [KRB18_seitenansicht.JPG]	37
Bild 59: [KRB19.JPG]	37
Bild 60: [KRB19_km absteigend.JPG]	38
Bild 61: [KRB19_seitenansicht.JPG]	38
Bild 62: [KRB1_km aufsteigend.JPG]	39
Bild 63: [KRB20.JPG]	39
Bild 64: [KRB20_km absteigend.JPG]	40
Bild 65: [KRB20_km aufsteigend.JPG]	40
Bild 66: [KRB20_seitenansicht.JPG]	41
Bild 67: [KRB21.JPG]	41
Bild 68: [KRB21_Dammfuss.JPG]	42
Bild 69: [KRB21_km absteigend.JPG]	42
Bild 70: [KRB21_seitenansicht.JPG]	43
Bild 71: [KRB22_Dammfuss.JPG]	43
Bild 72: [KRB22_km absteigend.JPG]	44
Bild 73: [KRB23_bahnrechts.JPG]	44
Bild 74: [KRB23_km absteigend.JPG]	45
Bild 75: [KRB23_km aufsteigend.JPG]	45
Bild 76: [KRB23_km seitlich.JPG]	46
Bild 77: [KRB24.JPG]	46
Bild 78: [KRB24_km aufsteigend.JPG]	47
Bild 79: [KRB24_seitenansicht.JPG]	47
Bild 80: [KRB24_seitlich.JPG]	48
Bild 81: [KRB25_km aufsteigend.JPG]	48
Bild 82: [KRB26_km absteigend.JPG]	49
Bild 83: [KRB26_km aufsteigend.JPG]	49
Bild 84: [KRB27_bahnlinks_seitlich.JPG]	50
Bild 85: [KRB27_km aufsteigend.JPG]	50
Bild 86: [KRB28_km absteigend.JPG]	51
Bild 87: [KRB28_km aufsteigend.JPG]	51
Bild 88: [KRB29.JPG]	52
Bild 89: [KRB29_km absteigend.JPG]	52
Bild 90: [KRB29_km aufsteigend.JPG]	53
Bild 91: [KRB2_km aufsteigend.JPG]	53
Bild 92: [KRB3.JPG]	54
Bild 93: [KRB30_neben dem Bahnsteig_bahnlinks.JPG]	54
Bild 94: [KRB31_bahnrecht_seitenansicht.JPG]	55
Bild 95: [KRB31_km aufsteigend.JPG]	55
Bild 96: [KRB3_km aufsteigend.JPG]	56
Bild 97: [KRB4.JPG]	56
Bild 98: [KRB5-1.JPG]	57
Bild 99: [KRB5-2.JPG]	57
Bild 100: [KRB5.JPG]	58
Bild 101: [KRB6-1.JPG]	59
Bild 102: [KRB6_km absteigend.JPG]	60
Bild 103: [KRB6.JPG]	60
Bild 104: [KRB6_km aufsteigend.JPG]	61
Bild 105: [KRB7.JPG]	61
Bild 106: [KRB7_km absteigend.JPG]	62
Bild 107: [KRB7_km aufsteigend.JPG]	62

Bild 108:	[KRB8.JPG]	63
Bild 109:	[KRB8_km absteigend.JPG]	63
Bild 110:	[KRB8_km aufsteigend.JPG]	64
Bild 111:	[KRB8_Markierung.JPG]	64
Bild 112:	[KRB9_km absteigend.JPG]	65
Bild 113:	[KRB9_km aufsteigend.JPG]	65
Bild 114:	[KRB9_Markierung.JPG]	66
Bild 115:	[KRB_1.JPG]	66
Bild 116:	[Vermessung beim Punkt 29.JPG]	67
Bild 117:	[Zuwegung_8,300.JPG]	67
Bild 118:	[Zuwegung_km8,300.JPG]	68



Bild 1: [Bach unter EÜ.JPG]



Bild 2: [BÜ.JPG]



Bild 3: [BÜ_7,480.JPG]



Bild 4: [DL.JPG]



Bild 5: [DL_8,300.JPG]



Bild 6: [DL_8,300_bahnrechts.JPG]



Bild 7: [DL_8,480.JPG]



Bild 8: [DL_Bahnlinks_8,200.JPG]



Bild 9: [DL_km 7,7.JPG]



Bild 10: [DL_km 8,200.JPG]



Bild 11: [DL_km 8,480.JPG]



Bild 12: [EÜ-Blick auf die Strasse.JPG]



Bild 13: [EÜ.JPG]



Bild 14: [EÜ_Bach.JPG]



Bild 15: [EÜ_bach_zuwegung.JPG]



Bild 16: [EÜ_bahnlinks.JPG]



Bild 17: [EÜ_bahnlinks_seitlich.JPG]



Bild 18: [EÜ_bahnlinks_unten.JPG]



Bild 19: [EÜ_bahnrechts_von der Strasse.JPG]



Bild 20: [EÜ_Gelände.JPG]



Bild 21: [EÜ_km absteigen.JPG]



Bild 22: [EÜ_unten.JPG]



Bild 23: [EÜ_unten_bahnlings.JPG]



Bild 24: [hinter_Bstg_bahnlings.JPG]



Bild 25: [km 9,000_weiche.JPG]



Bild 26: [km8,200.JPG]



Bild 27: [km_8,000.JPG]



Bild 28: [km_8,300_bahnrecht.JPG]



Bild 29: [KRB1.JPG]



Bild 30: [KRB10.JPG]



Bild 31: [KRB10_km absteigend.JPG]



Bild 32: [KRB10_km aufsteigend.JPG]



Bild 33: [KRB11.JPG]



Bild 34: [KRB11_km absteigend.JPG]



Bild 35: [KRB11_km aufsteigend.JPG]



Bild 36: [KRB12.JPG]



Bild 37: [KRB12_km absteigend.JPG]



Bild 38: [KRB12_kmaufsteigend.JPG]



Bild 39: [KRB12_seitenansicht.JPG]



Bild 40: [KRB13_BR_Vermessung.JPG]



Bild 41: [KRB13_km absteigend.JPG]



Bild 42: [KRB13_km aufsteigend.JPG]



Bild 43: [KRB13_seitenansicht.JPG]



Bild 44: [KRB14_km absteigend.JPG]



Bild 45: [KRB14_km aufsteigend.JPG]



Bild 46: [KRB15.JPG]



Bild 47: [KRB15_km absteigend.JPG]



Bild 48: [KRB15_km aufsteigend.JPG]



Bild 49: [KRB15_seitenansicht.JPG]



Bild 50: [KRB16-17.JPG]



Bild 51: [KRB16.JPG]



Bild 52: [KRB16_km aufsteigend.JPG]



Bild 53: [KRB17_km absteigend.JPG]



Bild 54: [KRB17_km aufsteigend.JPG]



Bild 55: [KRB17_seitenansicht.JPG]



Bild 56: [KRB18_km absteigend.JPG]



Bild 57: [KRB18_km aufsteigend.JPG]



Bild 58: [KRB18_seitenansicht.JPG]



Bild 59: [KRB19.JPG]



Bild 60: [KRB19_km absteigend.JPG]



Bild 61: [KRB19_seitenansicht.JPG]



Bild 62: [KRB1_km aufsteigend.JPG]



Bild 63: [KRB20.JPG]



Bild 64: [KRB20_km absteigend.JPG]



Bild 65: [KRB20_km aufsteigend.JPG]



Bild 66: [KRB20_seitenansicht.JPG]



Bild 67: [KRB21.JPG]



Bild 68: [KRB21_Dammfuss.JPG]



Bild 69: [KRB21_km absteigend.JPG]



Bild 70: [KRB21_seitenansicht.JPG]



Bild 71: [KRB22_Dammfuss.JPG]



Bild 72: [KRB22_km absteigend.JPG]



Bild 73: [KRB23_bahnrechts.JPG]



Bild 74: [KRB23_km absteigend.JPG]



Bild 75: [KRB23_km aufsteigend.JPG]



Bild 76: [KRB23_km seitlich.JPG]



Bild 77: [KRB24.JPG]



Bild 78: [KRB24_km aufsteigend.JPG]



Bild 79: [KRB24_seitenansicht.JPG]



Bild 80: [KRB24_seitlich.JPG]



Bild 81: [KRB25_km aufsteigend.JPG]



Bild 82: [KRB26_km absteigend.JPG]



Bild 83: [KRB26_km aufsteigend.JPG]



Bild 84: [KRB27_bahnlinks_seitlich.JPG]



Bild 85: [KRB27_km aufsteigend.JPG]



Bild 86: [KRB28_km absteigend.JPG]



Bild 87: [KRB28_km aufsteigend.JPG]



Bild 88: [KRB29.JPG]



Bild 89: [KRB29_km absteigend.JPG]



Bild 90: [KRB29_km aufsteigend.JPG]



Bild 91: [KRB2_km aufsteigend.JPG]



Bild 92: [KRB3.JPG]



Bild 93: [KRB30_neben dem Bahnsteig_bahnlinks.JPG]



Bild 94: [KRB31_bahnrecht_seitenansicht.JPG]



Bild 95: [KRB31_km aufsteigend.JPG]



Bild 96: [KRB3_km aufsteigend.JPG]



Bild 97: [KRB4.JPG]



Bild 98: [KRB5-1.JPG]



Bild 99: [KRB5-2.JPG]



Bild 100: [KRB5.JPG]



Bild 101: **[KRB6-1.JPG]**



Bild 102: [KRB6-km absteigend.JPG]



Bild 103: [KRB6.JPG]



Bild 104: [KRB6_km aufsteigend.JPG]



Bild 105: [KRB7.JPG]



Bild 106: [KRB7_km absteigend.JPG]



Bild 107: [KRB7_km aufsteigend.JPG]



Bild 108: [KRB8.JPG]



Bild 109: [KRB8_km absteigend.JPG]



Bild 110: [KRB8_km aufsteigend.JPG]



Bild 111: [KRB8_Markierung.JPG]



Bild 112: [KRB9_km absteigend.JPG]



Bild 113: [KRB9_km aufsteigend.JPG]



Bild 114: [KRB9_Markierung.JPG]



Bild 115: [KRB_1.JPG]



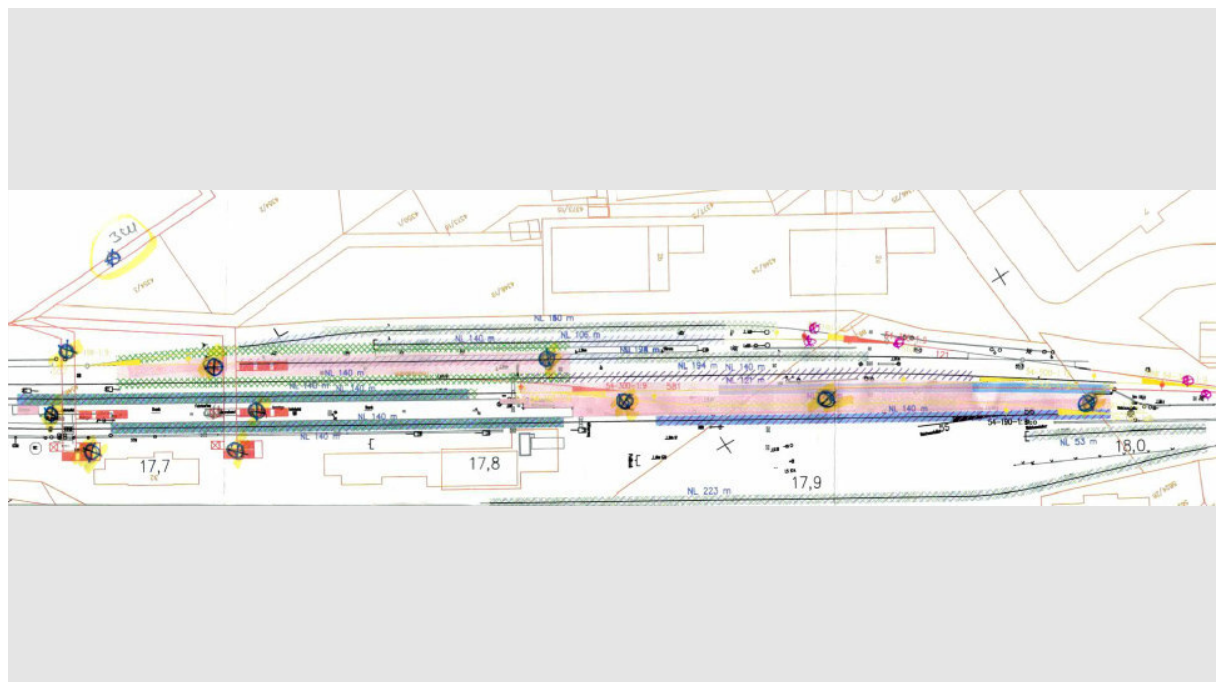
Bild 116: [Vermessung beim Punkt 29.JPG]



Bild 117: [Zuwegung_8,300.JPG]



Bild 118: [Zuwegung_km8,300.JPG]



Bearbeiter / Stand: StB / 04.04.2019

Inhaltsverzeichnis:

Bild 1:....[Bahnhof Usingen_Bahnhofsgebäude.jpg]	3
Bild 2:....[Bahnhof Usingen_Bahnsteig.jpg]	4
Bild 3:....[Bahnhof Usingen_Bahnsteig_2.jpg]	5
Bild 4:....[Bahnhof Usingen_Gleis52.jpg]	6
Bild 5:....[Bahnhof Usingen_Gleis52_2.jpg]	6
Bild 6:....[Bahnhof Usingen_Gleis54.jpg]	7
Bild 7:....[Bahnhof Usingen_Gleis54_2.jpg]	8
Bild 8:....[Bahnhof Usingen_Parkplatz.jpg]	9
Bild 9:....[Bahnhof Usingen_Weiche507_2.jpg]	10
Bild 10:..[Bf Usingen_Weiche507.jpg]	10
Bild 11:..[Bahnhof Usingen_km18.jpg]	11
Bild 12:..[Bahnhof Usingen_km18_1.jpg]	11
Bild 13:..[Bahnof Usingen_FaJarltch.jpg]	12



Bild 1: [Bahnhof Usingen_Bahnhofsgebäude.jpg]
Erkundungspunkt 1



Bild 2: [Bahnhof Usingen_Bahnsteig.jpg]
Erkundungspunkt 2



Bild 3: [Bahnhof Usingen_Bahnsteig_2.jpg]
Erkundungspunkt 3



Bild 4: [Bahnhof Usingen_Gleis52.jpg]
Erkundungspunkt 4



Bild 5: [Bahnhof Usingen_Gleis52_2.jpg]
Erkundungspunkt 5



Bild 6: [Bahnhof Usingen_Gleis54.jpg]
Erkundungspunkt 6



Bild 7: [Bahnhof Usingen_Gleis54_2.jpg]
Erkundungspunkt 7



Bild 8: [Bahnhof Usingen_Parkplatz.jpg]
Erkundungspunkt 8



Bild 9: [Bahnhof Usingen_Weiche507_2.jpg]



Bild 10: [Bf Usingen_Weiche507.jpg]

Erkundungspunt 9



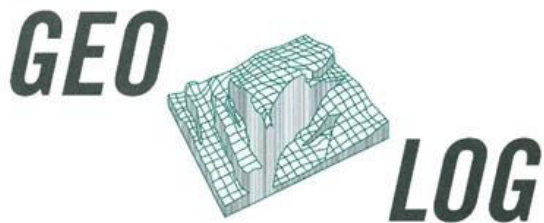
Bild 11: [Bahnhof Usingen_km18.jpg]



Bild 12: [Bahnhof Usingen_km18_1.jpg]
Erkundungspunkt 10



Bild 13: [Bahnhof Usingen_FaJarltech.jpg]
Erkundungspunkt 11



Ingenieurbüro für Geophysik und Geologie

- Kampfmittelerkundung
- Bauwerksuntersuchung
- Erschütterungsmessung
- Geophysikalische Messungen
- Archäologie
- Lagerstättenprospektion
- Grundwassererschließung
- Leitungsortung

GEOLOG Fuß-Hepp GbR Glatzer Straße 5a D-82319 Starnberg

**DB Engineering & Consulting GmbH
Region Mitte
Saonestraße 3
60528 Frankfurt a.M.**

Ihre Zeichen Ihre Nachricht vom
Anna.A.Ehrhardt@deutschebahn.com

Ihre Tel.:
+49 151 27705160

Ihre Fax:

Durchwahl
08151/28070

Unser Zeichen
sh

Starnberg, den 04.04.2019

**Kampfmitteluntersuchung von Bohransatzpunkten
BV Taunusbahn Strecke Friedrichsdorf – Brandoberndorf / Usingen
Projektnummer P-F 803P**

Sehr geehrte Frau Ehrhardt,

anbei der Bericht zu oben genanntem Bauvorhaben.

Für Rückfragen stehen wir jederzeit zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

K. Wirsching-Hepp
M.Sc. Geologie

Untersuchungsbericht

zur

***Kampfmitteluntersuchung von Bohransatzpunkten
BV Taunusbahn Strecke Friedrichsdorf – Brandoberndorf / Usingen
Projektnummer P-F 803P***

Auftrag	Bearbeitung
<u>Auftraggeber</u> DB Engineering & Consulting GmbH Region Mitte Saonestraße 3 60528 Frankfurt a.M.	GEOLOG Ch. Fuß/W. Hepp GbR Ingenieurbüro für Geophysik und Geologie Glatzer Straße 5a 82319 Starnberg Tel.: 08151/2807-0, Fax: -2 E-Mail: info@geolog2000.de
<u>Bauvorhaben</u> BV Taunusbahn / Usingen	Datum: 05.04.2019

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Angewandte Messverfahren:	3
Untersuchungen mittels Georadar:	3

Zum Bauvorhaben BV Taunusbahn in Usingen wurden wir von der Firma DB Engineering & Consulting GmbH beauftragt Kampfmitteluntersuchungen an Bohransatzpunkten durchzuführen.

Die Messung fanden am 04.04.2019 statt und wurden von Frau Bohne und Herr Walter (Firma DB Engineering & Consulting GmbH) begleitet.

Die Lage des zu erkundenden Bohransatzpunktes wurde von den Vertretern der DB Engineering & Consulting GmbH vor Ort festgelegt und gekennzeichnet. Die Messung diente der Detektion möglicher Kampfmittel im Vorfeld der Eingriffe in den Untergrund. Die Sondierung wurde mittels Georadar und Geomagnetik durchgeführt und umfasste insgesamt:

- 14 Bohransatzpunkte

In Bereichen, in welchen durch die Messungen der Kampfmittelverdacht nicht restlos ausgeräumt werden konnte, wurden einzelne Bohransatzpunkte in Absprache mit dem Vertreter der DB Engineering & Consulting GmbH vor Ort geringfügig verlegt.

Nach Auswertung der Messergebnisse konnten an den Bohransatzpunkten keine kampfmittelrelevanten Indikationen festgestellt werden.

Die Kampfmittelfreigabe kann somit für die im Feld festgelegten Bohransatzpunkte erteilt werden.

Für weitere Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Starnberg, den 05.04.2019



K. Wirsching-Hepp
M.Sc. Geologie

Angewandte Messverfahren: Untersuchungen mittels Georadar:

Eine in der Geophysik häufige Aufgabenstellung ist die Ortung von unterirdischen Objekten (Blindgänger, Fässer, Kabel, Leitungen, Tunnel, Bunker, etc.) oder geologischen Strukturen (Hohlräume, Höhlen, Felsen, geologische Schichtwechsel, etc.). Das Radarverfahren wird als zerstörungsfreies Erkundungsverfahren in nahezu allen geologischen und baubezogenen Ingenieurwissenschaften zur Lösung spezieller Erkundungsprobleme eingesetzt. Durch geeignete Frequenzwahl des Sendesignals sind bei günstigen Umgebungsbedingungen Untersuchungen bis 20 m Bodentiefe möglich.

Das Georadar ist ein elektromagnetisches Reflexions-Verfahren, welches hochfrequente elektromagnetische Wellenimpulse über eine Sendeantenne senkrecht in den Untergrund abstrahlt. Durch Änderungen der elektromagnetischen Eigenschaften im Boden oder Bauwerk (Diskontinuitäten), verursacht z.B. durch geologische Schichtgrenzen bzw. Fremdkörpern (Leitungen, Altfundamente, etc.) werden Teile der Impulse reflektiert und an der Oberfläche mittels einer separaten Empfangsantenne aufgenommen. Aus der Messung der Laufzeiten kann bei Kenntnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Welle im Untergrundmedium der Abstand zum Reflektor berechnet werden. Das Prinzip des Georadars ist in Abb. 1 dargestellt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen ist dabei abhängig von Leitfähigkeit und Dielektrizität des untersuchten Mediums. Um präzise Tiefenangaben machen zu können kann ein Aufschluss an geeigneter Stelle hilfreich zur Eichung der Laufzeit der Signale sein. Änderungen der Signalcharakteristik erlauben zusätzlich Rückschlüsse auf die physikalischen Eigenschaften des durchstrahlten Mediums. Da die gewonnenen Rohdaten schwer interpretierbar sind, werden zur besseren Darstellung Verfahren der digitalen Signalverarbeitung angewendet, deren Ergebnis das Radargramm ist. Die Auswertung der Messergebnisse erfordert trotz aller Filtermethoden spezielle Erfahrung und sollte nur von Sachkundigen vorgenommen werden.

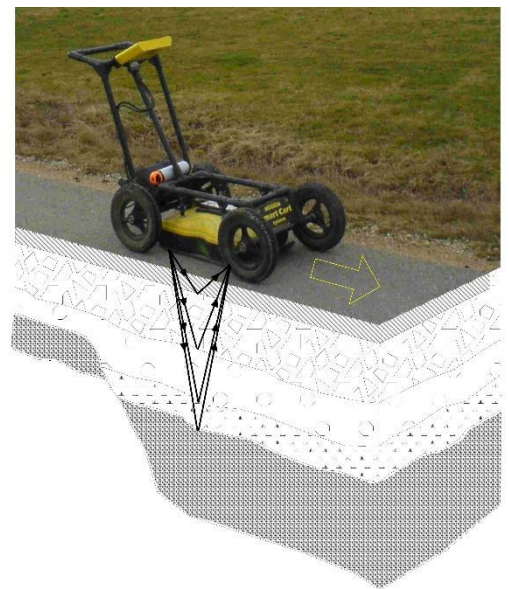


Abbildung 1: Bodenradargerät für kontinuierliche Messungen entlang von Profilen. Eingesetzte Antenne 250 MHz.

Je nach Aufgabenstellung verwenden wir Antennen in verschiedenen Frequenzbereichen zwischen 50 MHz und 1,2 GHz. Frequenzen zwischen 25 MHz und 200 MHz erreichen je nach physikalischer Beschaffenheit des durchstrahlten Mediums Eindringtiefen bis 10 m, bieten aber relativ schlechte Auflösung im oberflächennahen Bereich. Im Gegensatz dazu erreicht man mit höheren Frequenzen (450 MHz bis 2 GHz) eine sehr gute Objekt-Auflösung, wobei die Erkundungstiefe stark abnimmt. Die Auswahl der geeigneten Frequenz ist immer ein Kompromiss zwischen Auflösung und Eindringtiefe.