



DB Engineering & Consulting GmbH
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
Umwelt & Geotechnik
Büro Frankfurt am Main
Oskar-Sommer-Straße 15
60596 Frankfurt am Main
www.db-engineering-consulting.de
Tel. 069 265-46979
Fax 069 6319-118

Zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001:2000
DQS Reg.-Nr. 005051 QM

Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben: Strecke 3730 Limburg - Altenkirchen
Bahnübergang 3, km 4,354
Erneuerung der technischen Sicherung

Leistungsphase: Ausführungsplanung

Auftraggeber: DB Netz AG
Regionalbereich Mitte
I.NG-MI-Z
Am Hauptbahnhof 4
66111 Saarbrücken

Projektnummer DB E&C: U-G000608

Projektnummer AG: G.016130052

Bearbeiter: Tang, Uwe
Walter, Maximilian

Dieser geotechnische Bericht umfasst 27 Seiten und 9 Anlagen und darf auszugsweise nicht veröffentlicht werden.

Frankfurt, 02.08.2017

Dipl.-Ing. M. Sc. A. Ehrhardt

Dipl.-Geol. U. Tang

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	4
1.1 Unterlagen	4
1.2 Vorgang / Aufgabenstellung	6
1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen	7
1.4 Kampfmittelbelastung	8
2 Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	9
2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	9
2.2 Geologische Situation	9
2.3 Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau	10
2.4 Baugrundmodell	11
2.5 Betonaggressivität und Stahlkorrosivität	12
2.6 Bodenrechenwerte	13
2.7 Hydrologische Verhältnisse	13
2.8 Erdbebenwirkung	14
2.9 Rammfähigkeit des Untergrundes	14
2.10 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	15
3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen	16
3.1 Allgemeines	16
3.2 Flachgründung Schaltheus	16
3.3 Lichtzeichen- und Schrankenstandorte	18
3.4 Verkehrsflächen / Oberflächenbefestigung	20
4 Abfalltechnische Untersuchungen	23
4.1 Probenahme / Untersuchungen	23
4.2 Untersuchungsergebnisse	24
4.3 Verwertung / Entsorgung	25
5 Homogenbereiche	26
5.1 Allgemeines	26
5.2 Erdarbeiten (ERD)	26
5.3 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten (RAM)	26
6 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen	27



Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Abkürzungsverzeichnis	1 Blatt
Anlage 2	Lage- und Aufschlussplan	
Anlage 2.1	Übersicht Maßnahmen Bahnübergänge	2 Blatt
Anlage 2.2	Lage- und Aufschlussplan	1 Blatt
Anlage 3	Bohr- und Sondierprofile	1 Blatt
Anlage 4	Bodenmechanische Laborergebnisse	
Anlage 4.1	Kornverteilungen	6 Blatt
Anlage 4.2	Zustandsgrenzen	2 Blatt
Anlage 4.3	Zusammenfassung der bodenmechanischen Laborergebnisse	1 Blatt
Anlage 4.4	Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Bodens	5 Blatt
Anlage 5	Umweltanalytische Untersuchungen	
Anlage 5.1	Laborergebnisse	10 Blatt
Anlage 5.2	Auswertung	2 Blatt
Anlage 6	Grundbruch- und Setzungsberechnung	1 Blatt
Anlage 7	Homogenbereiche – Kennwerte	
Anlage 7.1	Erdarbeiten	3 Blatt
Anlage 7.2	Ramm- Rüttel- und Pressarbeiten	3 Blatt
Anlage 8	Fotodokumentation	8 Blatt
Anlage 9	Kampfmittelauskunft	2 Blatt
Anlage 10	Probenahmeprotokolle Umweltuntersuchungen	6 Blatt
Anlage 11	Gründungsempfehlungen nach Einbauanweisung	1 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/ Leistungsvereinbarung Nr. 022/2016, Bedarfsnummer U1614700 zwischen DB Netz AG und DB Engineering & Consulting GmbH vom 21.06.2016 bezogen auf unser Angebot ID45507 vom 08.02.2016.
- /U 2/ Ivl Plan 3730 AC, Strecke 3730 Stand 01/2014.
- /U 3/ Genehmigungsplanung, Strecke 3730 Limburg - Altenkirchen; Ingenieurbüro Claus; Stand 06/ 2016.
- /U 4/ IB Claus: Leitungsbestandsplan, Änderung der technischen Sicherung BÜ km 4,354; Limburger Weg (K470), Stand 14.06.2016.
- /U 5/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten des Geotechnikbüro Steinmetzer, 09/ 2016.
- /U 6/ Laborergebnisse der DB Engineering & Consulting GmbH, Baugrund, 11/20116 - 02/ 2017.
- /U 7/ Laborergebnisse der Fa. Synlab Umweltinstitut GmbH, 02/ 2017.
- /U 8/ Aussagen des Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen, Zeichen I 18 KMRD-6b 06/05-Li 210-2016, Stand: 10.06.2016.
- /U 9/ Ril 836 Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, 4. Aktualisierung, 01.12.2014.
- /U 10/ Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, Stand: 05/2005.
- /U 11/ Geologische Karte von Hessen, Blatt 5514 Hadamar 1:25.000, 2. Überarbeitete Auflage Hessisches Landesamt für Bodenforschung Wiesbaden, 1979.
- /U 12/ http://www.gfz-potsdam.de/din4149_erdbebenzonenabfrage/
- /U 13/ Arbeitsblatt DWA-A 904, Richtlinien für den ländlichen Wegebau, Oktober 2005 und Arbeitsblatt DWA-A 904-1 Richtlinien für den ländlichen Wegebau (RLW), Teil 1: Richtlinien für die Anlage und Dimensionierung Ländlicher Wege, August 2016.
- /U 14/ ZTV LW 16 - Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege, FGSV, August 2016.
- /U 15/ Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20; Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, Technische Regeln, Stand: 06.11.2003/ Technische Regeln für die Verwertung, Stand 05.11.2004.
- /U 16/ Merkblatt Entsorgung von Bauabfällen, Regierungspräsidium Darmstadt, Gießen & Kassel, Stand 10.12.2015.
- /U 17/ Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis - Abfallverzeichnis-Verordnung AVV, vom 10.12.2001.
- /U 18/ Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, RuVA-StB 01, FGSV, Arbeitsgruppe Verkehrswesen, Ausgabe 2001, Fassung 2005.

- /U 19/ ZTVE-StB 09 Zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2009.
- /U 20/ VOB/C - Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil C Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen, Beuth, 2016.
- /U 21/ TM 2013-044 I.NVT 3 zu Ril 815 Rammrohrgründung -große Bauform- mit Verdreherschutz, Typ BBL, für Schrankenantriebe, DB Netz AG, 26.03.2013.
- /U 22/ TM 2013-045 I.NVT 3 zu Ril 819 Erweiterung der Rammrohrgründung mit Adapter System BBL -kleine Bauform- um einen Ausleger, DB Netz AG, 26.03.2013.
- /U 23/ S 8240.25.4 t Einbauanweisung für Rammrohre mit Adapter - große u. kleine Bauform, 08/2016.
- /U 24/ Richtlinie 880.4010: Bautechnik; Verwertung von Altschotter, DB AG, 01.02.2003.
- /U 25/ Programm „GGU-Footing“, Berechnung von Fundamenten nach DIN 4017 und DIN 4019, DIN 1054 und EC7, Version 8.30, 26.01.2017, Copyright + Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.

1.2 Vorgang / Aufgabenstellung

Auf der Strecke 3730 Limburg (Lahn) – Altenkirchen (Oberwesterwald) soll auf Teilabschnitten die Fahrgeschwindigkeit von derzeit 60 km/h auf 80 km/h erhöht werden. Dies umfasst auch die Erneuerung von mehreren Bahnübergängen. Auf der Strecke 3730 Limburg – Altenkirchen und 3032 (Oberwesterwaldbahn) sollen insgesamt 32 Bahnübergänge erneuert bzw. rückgebaut werden. Die Bahnübergänge befinden sich auf der Strecke 3730 zwischen km 3,611 (Bahnübergang BÜ 1) und km 64,400 (Bahnübergang BÜ 24) sowie auf der Strecke 3032 zwischen km 61,640 (Bahnübergang BÜ 25) und km 70,333 (Bahnübergang BÜ 30). Die gesamte Bahnstrecke ist überwiegend eingleisig und nicht elektrifiziert. Im Streckenabschnitt Limburg – Altenkirchen verkehren Personenzüge und zwischen Limburg und Staffel in geringem Umfang Güterverkehr. Die Strecke verläuft wechselseitig zwischen den Bundesländern Hessen und Rheinland-Pfalz.

Tabelle 1: Übersicht der Bahnübergänge

Strecke	Abschnitt	Lage der Bahnübergänge nach Streckenkilometer [km]							
3730	Hessen	3,611	4,027	4,354	8,650	9,629	--	--	--
	Westerburg	36,592	37,236	39,305	--	--	--	--	--
	Bad Marienberg	40,689	41,831	44,651	45,207	--	--	--	--
	Hachenburg	51,698	51,96	52,612	52,82	53,208	54,205	55,072	55,888
	Altenkirchen	59,309	61,018	61,454	62,481	63,133	63,826	--	--
3032	Altenkirchen-Au	61,64	61,981	64,385	65,615	66,107	70,039	--	--

Am Bahnübergang Limburger Weg in Limburg bei km 4,354 der Strecke 3730 im Streckenabschnitt Hessen ist die Erneuerung der technische Sicherung des Bahnübergangs geplant. Die Maßnahme umfasst die Neugründung eines Schalthauses und mehrerer Lichtzeichen bzw. Antriebe. Links der Bahn ist die Änderung der Einfahrt in die Straße Am Klärweg geplant um ein besseres Abbiegen für Fahrzeuge zu gewährleisten. Ca. 6,0 m parallel zum bestehenden BÜ soll ein eigener BÜ für Radfahrer erstellt werden. Eine Übersicht über die einzelnen Maßnahmen an den betroffenen Bahnübergängen findet sich in Anlage 2.1.

Die OE Umwelt, Geotechnik & Geodäsie der DB Engineering & Consulting GmbH, wurde auf Grundlage des Angebotes /U 1/ mit der geotechnischen Untersuchung zur Gründung des Schalthauses sowie der Schranken und Lichtzeichen beauftragt. Ziel ist die Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse und Erstellung eines geotechnischen Berichts als Grundlage für die weitere Planung. Umweltanalytische Untersuchungen im Bereich der abzubauenden Fahrbahn sowie des erkundeten Bodens waren ebenfalls Bestandteil unserer Beauftragung.

1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen

Die Aufschlussarbeiten erfolgten in Tagschichten an einzelnen Tagen zwischen dem 08.09.2016 und dem 19.09.2016 durch die Firma Geotechnikbüro Steinmetzer, Wiesbaden. Die Schotterschürfe wurden am 30.11.2016 ausgeführt. Alle Bohransatzpunkte wurden nach Kabeleinweisung entsprechend festgelegt und bezüglich Kampfmittel freigemessen.

Im Bereich des geplanten Schalthauses, des Fahrradüberweges und der neu zu gründenden Lichtzeichen wurden insgesamt 6 Kleinrammbohrungen (KRB) und 5 schwere Rammsondierungen (DPH) vorgesehen, sowie 2 Schürfe im Gleisbereich /U 3/. Alle Erkundungen haben die vorgegebene Endtiefe von 6,0 m erreicht. Die Schürfe wurden entsprechend den Vorgaben bis ca. 1,20 m unter Schienenoberkante (SO) ausgeführt.

Im Bereich der abzubrechenden, bituminösen Fahrbahn wurden die Asphaltproben AP 3-7 und AP 3-8 beidseitig des Bahnübergangs entnommen. Dabei handelt es sich um zusätzliche Erkundungen für die Gewinnung von Asphaltproben zur Klassifizierung nach LAGA bzw. RuVA-StB 01.

Die Aufschlüsse stellen sich im Einzelnen wie folgt dar:

Tabelle 2: Übersicht der durchgeführten Aufschlüsse

km	Aufschluss	Lage	Ansatzhöhe [m u. SO]	Endtiefe [m u. AP]	Endtiefe [m u. SO]
4,345	KRB 3-1	4,10 m br GA	+0,00	6,00	-6,00
	DPH 3-1	3,75 m br GA	-0,05	6,00	-6,05
4,359	KRB 3-2	4,10 m br GA	+0,15	6,00	-5,85
	DPH 3-2	4,00 m br GA	+0,15	6,00	-5,85
4,363	KRB 3-3	5,00 m br GA	+0,20	6,00	-5,80
4,367	KRB 3-4	5,00 m br GA	+0,23	6,00	-5,77
	DPH 3-4	5,00 m br GA	+0,23	6,00	-5,77
4,344	KRB 3-5	4,50 m bl GA	-0,25	6,00	-6,25
	DPH 3-5	4,60 m bl GA	-0,20	6,00	-6,20
4,363	KRB 3-6	3,65 m bl GA	-0,15	6,00	-6,15
	DPH 3-6	3,60 m bl GA	-0,15	6,00	-6,15
4,346	S 3-9	1,40 m br GA	-0,18	1,05	-1,23
4,360	S 3-10	1,30 m bl GA	-0,17	1,00	-1,17

GA...Gleisachse, KRB...Kleinrammbohrung, DPH...schwere Rammsondierung, S...Schurf, bl...bahnlinks, br...bahnrechts

Die Einmessung der Bohransatzpunkte erfolgte auf Schienenoberkante (SO) und Gleisachse (GA) des nächstgelegenen Gleises. Die Lage der Aufschlüsse ist aus Anlage 2.2 ersichtlich.

Die Entnahme von Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei Schichtenwechsel. Die einzelnen, auf Bohrmeisterangaben beruhenden, handschriftlichen Schichtenverzeichnisse /U 5/ können bei Bedarf im Archiv der DB Engineering & Consulting GmbH, Geotechnik eingesehen werden. Die entnommenen Bodenproben wurden durch den Bearbeiter handspezifiziert. Zur genaueren Klassifizierung der Bodenarten in Bodengruppen nach DIN 18196 und Bodenklassen nach DIN 18300 sind ausgewählte Proben bodenphysikalischen Untersuchungen unterzogen worden. Im Einzelnen wurden ausgeführt:

- 3x Nass-/Trockensiebung nach DIN 18123,
- 3x kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123
- 2x Bestimmung der Atterberg'schen Zustandsgrenzen nach DIN 18122.

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

1.4 Kampfmittelbelastung

Nach Aussagen des Kampfmittelräumdienstes Hessen /U 8/ muss im Bereich des Bahnübergangs BÜ 3 Limburger Weg in Limburg bei km 4,354 der Strecke 3730 vom Vorhandensein von Kampfmitteln im Untergrund ausgegangen werden. Im Vorfeld der Erkundungen wurden die Bohransatzpunkte durch die Fa. Geolog Hepp GbR freigemessen (siehe Anlage 9).

2 Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Der vorliegende Bahnübergang befindet sich in Limburg (Abschnitt Hessen) bei km 4,354 der Strecke 3730 von Limburg nach Altenkirchen. Die Bahnstrecke verläuft in diesem Bereich geländegleich und kreuzt mit der Saint-Foy-Straße / Limburger Weg. Ein Überblick der örtlichen Gegebenheiten gibt die Fotodokumentation (Anlage 8).

2.2 Geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet liegt regionalgeologisch im Rheinischen Schiefergebirge. Diese Region ist durch tektonische Bewegungen in größere und kleinere Faltenstrukturen gegliedert. Die vorhandenen Mulden- und Sattelstrukturen streichen überwiegend SW - NO. Die Faltenachsen sind häufig nach NO bzw. SW verkippt. Die östlichen Hänge der Berge sind überwiegend mit quartären Löss und Lösslehm überdeckt. Darunter stehen, gemäß Geologischer Karte /U 11/, Gesteine und Verwitterungsprodukte des Unterdevons an. Dabei handelt es sich um plattige bis bankige Tonschiefer – Sandstein – Wechselfolgen, die zum Teil quarzitisches Einlagerungen besitzen. Streckenweise stehen auch Grauwacken an. Teilweise sind die devonischen Gesteine von untermiozänen Basaltdecken bzw. Basalttuffen überdeckt.

Der Bahnübergang BÜ 3 befindet sich am westlichen Stadtrand von Limburg an der Lahn. Gemäß Geologischer Karte, Blatt Hadamar /U 11/ befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich mitteldevonischer Gesteine über die sich quartäre Terrassenablagerungen (Kiesen und Sanden) sowie Aue- und Hochflutsedimente (Schluffe und Tone) gelegt haben. Innerhalb dieser meist bindigen Böden können Gerölle und Verwitterungsprodukte des unterlagernden Festgesteins enthalten sein.

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

2.3 Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau

Oberboden, Auffüllungen

Nur in der KRB 3-1 wurde eine geringmächtige Grasnarbe (Oberboden) erkundet. Darunter und ab Ansatzpunkt aller anderen Erkundungen wurden in allen Kleinrammbohrungen Auffüllungen erkundet. Es handelt sich überwiegend um gemischtkörnige Böden der Bodengruppen [GW, GU, SU, ST, SU*] und [GT]. Diese aufgefüllten weitgestuften, schwach schluffigen bis schwach tonigen Kiese bzw. schwach schluffigen/tonigen bis schluffigen Sande waren lokal mit Schotter, dickeren Splittschichten (bis 1,20 m Mächtigkeit), Asphaltresten, Bauschutt allgemein und Wurzeln durchsetzt und locker gelagert. Puntuell sind auch mitteldichte Auffüllungen vorhanden.

Anstehende Böden

Direkt unterhalb der Auffüllungen wurden rollige Böden aus Sanden und Kiesen mit unterschiedlichen Feinkornanteilen erkundet. Dabei handelt es sich überwiegend um locker bis mitteldicht, lagenweise auch dicht gelagerten Böden der Bodengruppen ST, ST*, GU, GT, GU*, GT*, SU* und GW. Diese rolligen Böden reichen in der KRB 3-3 und KRB 3-4 bis zur Endtiefe bei 6,0 m unter Ansatzpunkt (AP) und erreichen damit eine Mächtigkeit von 3,70 m. In den übrigen Erkundungen wurden entweder bindige Zwischenlagen von 0,25 m (KRB 3-2) bis 1,60 m (KRB 3-5) Mächtigkeit erkundet oder aber bis zur Endteufe in der KRB 3-1 (Mächtigkeit 2,45 m) und in der KRB 3-6 (Mächtigkeit 1,70 m). Bei diesen bindigen Böden handelt es sich um leichtplastische Tone der Bodengruppe TL mit ermittelten Konsistenzen von steif über steif – halbfest bis halbfest – fest.

2.4 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. Dabei wurden Böden mit annähernd gleichen bodenphysikalischen und bodenmechanischen Eigenschaften in Schichten zusammengefasst.

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

Schicht 1 Auffüllungen

Schicht 1.1 grob- bis gemischtkörnige Sande und Kiese, lokal mit Steinlagen

Frostempfindlichkeit: F1-2

Bodengruppe: [GW, GU, GT, SU, ST]

- Schicht 1.1.1 locker gelagert
- Schicht 1.1.2 mitteldicht gelagert
-

Schicht 1.2 gemischtkörnige Sande und Kiese, lokal mit Steinlagen mit Feinkornanteil > 15 %

Frostempfindlichkeit: F3

Bodengruppe: [SU*]

- Schicht 1.2.1 locker gelagert
- Schicht 1.2.2 mitteldicht gelagert

Schicht 2 Anstehend, grob- bis gemischtkörnige Böden (Quartär)

Fluvatile Ablagerungen (Sande) mit Feinkornanteil < 15 %

Frostempfindlichkeit: F1-F2

Bodengruppe: ST, GU, GT, GW

- Schicht 2.1 locker gelagert
- Schicht 2.2 mitteldicht gelagert
-

Schicht 3 Anstehend, gemischtkörnige Böden (Quartär)

Hochflutablagerungen (Kiese und Sande) mit Feinkornanteil > 15 %

Frostempfindlichkeit: F3

Bodengruppe: ST*, GU*, GT*, SU*

- Schicht 3.2 mitteldicht gelagert

Schicht 4 Tone (Quartär)

Quartäre Fließerden und Auesedimente

Frostempfindlichkeit: F3

Bodengruppe: TL

- Schicht 4.3 steif, steif-halbfest
- Schicht 4.4 halbfest

2.5 Betonaggressivität und Stahlkorrosivität

Zur Beurteilung der Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Bodens ist im Untersuchungsbereich des Schalthauses eine Mischprobe aus den erkundeten Böden erstellt worden und auf beton- und stahlangreifende Inhaltsstoffe untersucht worden.

Die analysierte Bodenmischprobe MP 3 (SchH) ist im Ergebnis der Bodenaufschlammung nach DIN 4030 als **nicht betonangreifend** zu bewerten.

Danach entspricht die Bodenmischprobe gemäß DIN 4030, Teil 2 folgenden Expositionsklassen:

Tabelle 3: Beurteilung betonangreifender Böden gemäß DIN 4030, Teil 2.

Mischprobe	Bereich	Beurteilung	Expositionsklasse
MP 3 (SchH)	KRB 3-3, 3-4	unterhalb der Zuordnungskriterien	< XA1

Stahlkorrosivität

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

Tabelle 4: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe.

Mischprobe	Bereich	Freie Korrosion	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
MP 3 (SchH)	KRB 3-3, 3-4	I a – praktisch nicht aggressiv	mittel	gering

Demnach sind die analysierten Bodenmischproben nach DIN 50929-3 als **nicht korrosiv** zu bewerten.

Die Analyseergebnisse können der Anlage 4.4 entnommen werden

2.6 Bodenrechenwerte

Den erkundeten Baugrundsichten können aus den Laborversuchen und Erfahrungen für erdstatische Berechnungen folgende charakteristische Rechenwerte zugeordnet werden.

Tabelle 5: Charakteristische Rechenwerte für Lockergestein

Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Lagerung/ Konsistenz	Wichte		Scherfestigkeit		Steife- modul $E_{s,0}$ ¹⁾ bei 100 kN/m ²	Exponent w ¹⁾
			über Wasser	unter Auftrieb	Wirksamer Reibungs- winkel	wirksame Kohäsion		
			γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$E_{s,0,k}$ [MN/m ²]	[-]
1.1.1	[GW, GU, GT, SU, ST]	lo	17,0	9,0	30,0	1,0	12,0	0,60
1.1.1	[GU], [GT,ST]	md	18,0	9,5	32,5	1,0	20,0	0,60
1.2.1	[SU*]	lo	18,0	9,0	28,0	2,0	8,0	0,75
1.2.2	[SU*]	md	19,0	10,0	30,0	2,0	12,0	0,75
2.1	ST	lo	18,0	8,5	30,0	0	15,0	0,50
2.2	ST, GU, GT, GW	md	19,0	9,5	32,5	0	20,0	0,50
3.2	ST*, GU*, GT*, SU*	md	19,5	10,0	30,0	2,0	15,0	0,75
4.3	TL	st, st-hf	20,0	10,0	25,0	5,0	8,0	1,0
4.4	TL	hf	21,0	11,0	25,0	8,0	15,0	1,0

lo...locker; md...mitteldicht; st...steif, hf...halbfest

¹⁾ Parameter gemäß Ohde'scher Gleichung $E_s = E_{s,0} \left(\frac{\sigma}{p_a} \right)^w$ mit $p_a = 100$ kPa

2.7 Hydrologische Verhältnisse

Die Aufschlussarbeiten wurden im September 2016 durchgeführt. Mit den ausgeführten Kleinrammbohrungen wurde nur in der KRB 3-2 Schichtwasser bei 4,65 m unter AP erkundet.

In der Nähe der Erkundungen liegen keine Grundwassermesspegel. Informationen zu einem HGW100 bzw. HW100 stehen nicht zur Verfügung.

Allgemein ist zu beachten, dass die bindigen Böden geringe Durchlässigkeiten besitzen. Das heißt, vor allem in niederschlagsreichen Zeiten ist zeitweise mit der Bildung von Stau- und Schichtwasser auf diesen Schichten zu rechnen.

2.8 Erdbebenwirkung

Der Bereich der Ortschaft Limburg gehört nach DIN EN 1998-1/NA und /U 12/ zur Erdbebenzone 0, sowie zur Untergrundklasse R (=Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund). Die Erdbebenzone 0 umfaßt Gebiete, denen gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus ein Intensitätsintervall von 6,0 bis < 6,5 zugeordnet ist.

2.9 Rammfähigkeit des Untergrundes

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

Tabelle 6: Rammfähigkeit

Schicht	Bodenart	Rammfähigkeit
1.1.1, 1.2.1	Auffüllung, rollig, locker	leicht bis mittelschwer
1.1.2, 1.2.2	Auffüllung, rollig, mitteldicht	mittelschwer bis schwer
2.1	Sande, Kiese, locker	leicht bis mittelschwer
2.2, 3.2	Sande, Kiese, mitteldicht	mittelschwer bis schwer
4.3	Ton, steif, steif-halbfest	mittelschwer bis schwer
4.4	Ton, halbfest	schwer bis sehr schwer

In aufgefüllten Böden (Schicht 1) ist mit Steinen o.ä. zu rechnen, die die Rammfähigkeit des Untergrundes wesentlich verschlechtern können.

Die anstehenden Sande und Kiese werden als leicht bis mittelschwer - schwer rammfähig eingeschätzt.

Wir schätzen die bindigen Lockergesteinsböden insgesamt als mittelschwer bis schwer rammfähig ein. Die erkundete Schichtung gilt als grundsätzlich rammfähig. Es ist jedoch ein fachgerechtes Rammen mit entsprechend geeigneter (schwerer) Technik, ausreichend bemessener Bauteile und Erfahrung erforderlich.

Sofern Rammarbeiten vorgesehen sind, empfehlen wir, 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.

2.10 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Entwässerungsanlagen sind nach Ril 836 /U 9/ dort vorzusehen, wo das Grund- oder Schichtwasser höher als 1,50 m unter SO ansteigen kann.

Nach DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ /U 10/ sind Böden versickerungsfähig, deren k_f -Werte im Bereich von 10^{-3} m/s 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 Erfahrungswerten ermittelten k_f -Werte und unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors nach DWA-A 138 wie folgt einzuschätzen:

Tabelle 7: Versickerungsfähigkeit nach DWA-A 138

Schicht	Bodengruppe	k_f -Werte [m/s]	$k_{f,korr}$ -Werte [m/s]	Versickerungsfähigkeit
1.1.1 1.1.2	[GW, GU, GT, SU, ST]	$10^{-3} \dots 10^{-5}$	$10^{-3} \dots 10^{-5}$	versickerungsfähig
1.2.1, 1.2.2	[SU*]	$10^{-5} \dots 10^{-7}$	$10^{-5} \dots 10^{-7}$	gering bis nicht versickerungsfähig
2.1, 2.2	ST, GU, GT, GW	$10^{-3} \dots 4,1 \cdot 10^{-4}$	$10^{-3} \dots 8,2 \cdot 10^{-5}$	versickerungsfähig
3.2	ST*, GU*, GT*, SU*	$3,5 \cdot 10^{-5} \dots 2,9 \cdot 10^{-7}$	$7 \cdot 10^{-6} \dots 5,8 \cdot 10^{-8}$	gering bis nicht versickerungsfähig
4.3, 4.4	TL	$10^{-7} \dots 10^{-9}$	$10^{-7} \dots 10^{-9}$	nicht versickerungsfähig

Fazit:

Die angetroffenen Böden eignen sich nicht um größere Mengen Oberflächenwasser versickern zu lassen. Der anstehende Ton (Schicht 4) und der überwiegende Anteil der gemischtkörnigen Böden mit einem Feinkornanteil von $> 15\%$ (Schicht 3) ist als nicht versickerungsfähig anzusehen. Eine flächige Versickerung von anfallenden Oberflächenwässern ist aus geotechnischer Sicht nicht möglich.

3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen

3.1 Allgemeines

Bei dem bestehenden Bahnübergang BÜ 3 bei km 4,354 soll eine Erneuerung der technischen Sicherungen durchgeführt werden. Hierfür sind gemäß /U 3/ folgende Maßnahmen geplant:

- Neugründung von Lichtzeichen und Antriebe
- Neubau Schalthaus
- Neubau eines eigenen Bahnüberganges als Fuß- und Radweg.
- Änderung der Aus- und Einfahrt Strasse Am Klärwerk

In den nachfolgenden Abschnitten werden für die Straßen und Gehwege Angaben zur Bemessung des frostsicheren Oberbaus, die erforderlichen Gründungstiefen für das Schalthaus und die Lichtzeichen ermittelt.

3.2 Flachgründung Schalthaus

Bei dem geplanten Schalthaus gehen wir von einer Flachgründung (ohne Unterkellerung) aus. 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.

Zur Gewährleistung der Frostsicherheit ist eine frostsichere Gründung bis mindestens 1,00 m u. GOK vorzusehen. Dies kann über eine Fundamenteinbindung bis mindestens zu dieser Tiefe gewährleistet werden.

Nach Auskunft des Herstellers kann eine Gründung des Schalthauses ($A = \text{ca. } 2,83 \text{ m} \times 1,65 \text{ m}$) entweder über Einzelfundamente oder über eine flächige Gründung auf einem Bodenpolster erfolgen. Für die nachfolgende Berechnung gehen wir von einer Gründung auf vier Einzelfundamenten aus.

Berechnung

Aus dem Baugrundprofil der Kleinrammbohrung KRB 3-3 und KRB 3-4 ist ersichtlich, dass der Baugrund im gründungsrelevanten Bereich aus den locker gelagerten rolligen Auffüllungen der Schicht 1.1.1 besteht. Im Bereich der KRB 3-3 handelt es sich um den erkundeten Splitt.

Für eine gleichmäßig ebene Gründungssohle empfehlen wir eine tiefgründige Nachverdichtung.

Für die Berechnungen wurden folgende Annahmen getroffen:

Fundamentart: Einzelfundamente
Fundamentlänge: $a = 0,4 \dots 0,8 \text{ m}$
Fundamentbreite: $b = 0,4 \dots 0,8 \text{ m}$
Gründungstiefe: $t \approx 1,00$ unter GOK
Baugrundprofil: KRB 3-3
angenommene zulässige Setzung: $s_{\text{zul}} \leq 1,0 \text{ cm}$

Entsprechend der vorgenannten Annahmen ergeben sich nach /U 25/ die in Tabelle 8 dargestellten Ergebnisse der Grundbruchberechnung. Dabei ist zu beachten, dass die angegebenen Werte Bemessungswerte des Sohlwiderstandes darstellen und keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 bzw. keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

Tabelle 8: Ergebnis der Grundbruchberechnung

Fundamentbreite	$a = 0,4 \text{ m}$	$a = 0,6 \text{ m}$	$a = 0,8 \text{ m}$
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	402,2	419,3	436,4
Setzung [cm]	0,64	0,96	1,29
charakterisitsche Spannung $\sigma_{E,k}$ für Setzung bis 1,0 cm [kN/m²]	ca. 275	ca. 285	ca. 250

Die aus den Grundbruchberechnungen ermittelten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes liegen bei den Einzelfundamenten des untersuchten Schalthauses in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen zwischen $\sigma_{R,d} = 402 \dots 436 \text{ kN/m}^2$ mit maximalen Setzungen von $0,64 \dots 1,29 \text{ cm}$. Bei einer Begrenzung der Setzungen auf $1,0 \text{ cm}$ beträgt die charakteristische Sohlspannung $\sigma_{E,k} = 250 \dots 285 \text{ kN/m}^2$. Diese Werte sind für die Gründung der Schalthäuser ausreichend. Die ermittelte Setzung ist bauwerksunschädlich.

Folgerung:

Bei einer Gründung der Schalthäuser auf Einzelfundamenten mit einer Mindesteinbindetiefe von $1,0 \text{ m}$ und einer Nachverdichtung der Gründungssohle können die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes je nach Fundamentabmessung und zulässiger Setzung der Anlage 6, Blatt 1 entnommen werden. Die Aushubsohle ist durch einen fachkundigen Geotechniker abnehmen zu lassen.

3.3 Lichtzeichen- und Schrankenstandorte

BÜ-Lichtzeichen werden im Regelfall als Rammrohre gegründet. Die erforderlichen Einbindetiefen der Rammrohrgründungen für die Schranken und Signale können nach TM 2013-044 I.NVT 3 /U 21/ bzw. nach TM 2013-045 I.NVT 3 /U 22/ ermittelt werden.

Aus den Bohrprofilen in Anlage 3 ist ersichtlich, dass der Baugrund im Bereich der Lichtzeichen unterhalb der Auffüllungen aus überwiegend rolligen Böden mit lockerer bis mitteldichten Lagerung besteht. Darunter bzw. teilweise eingeschaltet treten leichtplastische Tone von steifer bis halbfest – fester Konsistenz auf. Gemäß der geforderten Rohrlänge nach Einbauanweisung ergibt sich für den vorliegenden Fall für die **kleine Bauform** eine Rohrlänge von **3,0 m**, für die **große Bauform** eine Rohrlänge von **5,0 m**. Als alternative Gründungsvariante kommt eine Flachgründung als Betonmonolith in Frage. Die Hinweise und Forderungen der TM 2013-044 I.NVT 3 /U 21/ bzw. TM 2013-045 I.NVT 3 /U 22/ sind zu beachten.

Eine Übersicht der Gründungsempfehlungen enthält Anlage 11.

Die Hinweise zur Rammfähigkeit der einzelnen Schichten können dem Abschnitt 2.9 entnommen werden. Das Einbringen der Rammpfähle sollte erschütterungsarm erfolgen, um Schäden an der Gleisanlage sowie an bereichsweise vorhandenen Nachbarbebauungen zu vermeiden.

Um die auftretende Vibrationseinwirkung in den Baugrund sowie die Lärmbelästigung zu reduzieren, ist die Möglichkeit des Vorbohrens gegeben. Zudem können aufgrund der geologischen Entstehungsgeschichte der anstehenden Böden größere Steine und Blöcke vorhanden sein.

Gemäß EA-Pfähle gelten rollige Böden mit einem Spitzenwiderstand der Drucksonde $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ und bindige Böden mit einer Scherfestigkeit des undrännierten Bodens $c_{u,k} \geq 0,1 \text{ MN/m}^2$ als ausreichend tragfähig und somit relevant für den Ansatz eines Pfahlspeitzendruckes. Diese Forderung wird im Bereich des untersuchten Abschnittes von den mindestens steifen Tönen (Schichten 4.3, 4.4) sowie mindestens mitteldicht gelagerten Sanden (Schicht 2.2, 3.2) erfüllt.

In der nachfolgenden Tabelle werden die zur Vorbemessung erforderlichen Pfahlkennwerte für Fertigrammpfähle aus Stahlbeton und Spannbeton in Anlehnung an die EA-Pfähle angegeben.

Tabelle 9: Pfahlspitzendruck und Mantelreibung für Fertigrammpfähle aus Stahlbeton und Spannbeton nach EA Pfähle 2012

Schicht	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²] bei einer Setzung		Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²] bei einer bezogenen Pfahlkopfssetzung s/D_{eq} von	
	s_{sg}^*	$s_g = 0,1 \cdot D_{eq}$	0,035	0,100
1.1.1 [GW, GU, GT, SU, ST] lo	0,015	0,015	---	---
1.1.2 [GU], [GT,ST] md	0,028	0,035	2,2	4,2
1.2.1 [SU*]	0,01	0,010	---	---
2.1 ST lo	0,020	0,025	---	---
2.2 ST, GU, GT, GW md	0,030	0,040	2,2	4,2
3.2 ST*, GU*, GT*, SU* md	0,030	0,035	2,0	4,0
4.3 TL st	0,027	0,029	0,35	0,60
4.4 TL hf	0,035	0,040	0,55	0,85

*) s_{sg} = Setzung bei der die Mobilisierung der Bruchmantelreibung beginnt

Je nach verwendetem Pfahltyp sind die in Tabelle 10 angegebenen Modellfaktoren für Pfahlspitzendruck η_b und Pfahlmantelreibung η_s zu berücksichtigen.

Tabelle 10: Anpassungsfaktoren für Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung von Fertigrammpfählen nach Tab. 5.5 der EA Pfähle 2012

Pfahltyp		η_b	η_s
Stahlbeton und Spannbeton		1,00	1,00
Stahlträgerprofil ($h \leq 0,50$ m und $h / b_F \leq 1,5$)	$S = 0,035 \times D_{eq}$	$0,61 - 0,30 \times h / b_F$	0,60
	$S = 0,10 \times D_{eq}$	$0,78 - 0,30 \times h / b_F$	
doppeltes Stahlträgerprofil		0,25	0,60
offenes Stahlrohr und Hohlkasten ($0,30 \text{ m} \leq D_b \leq 1,60 \text{ m}$)		$0,95 \times e^{-1,2 \times D_b}$	$1,1 \times e^{-0,63 \times D_b}$
geschlossenes Stahlrohr ($D_b \leq 0,80 \text{ m}$)		0,80	0,60

h = Höhe des Stahlträgerprofils, b_F = Flanschbreite des Stahlträgerprofils, D_b = Pfahlfußdurchmesser, D_{eq} = äquivalenter Pfahlersatzdurchmesser

Die angegebenen Werte gelten für:

- vorgefertigte Stahlbeton- und Spannbetonpfähle von $D_{eq}=0,25$ bis $0,5$ m,
- geschlossene Stahlrohrpfähle mit einem Durchmesser bis 800 mm,
- offene Stahlrohr- und Hohlkastenpfähle mit einem Durchmesser von 300 bis 1600 mm,
- Stahlträgerprofilpfähle mit Flanschbreiten von 300 bis 500 mm und Profilhöhen von 290 bis 1000 mm und
- Kastenpfähle,

die mindestens 2,50 m in eine tragfähige Schicht einbinden. Die Mächtigkeit der tragfähigen Böden (Lockergesteine) unterhalb der Pfahlfußfläche darf nicht weniger als 5 Pfahlfußdurchmesser mindestens aber 1,5 m betragen.

Des Weiteren gelten die Angaben für Einzelpfähle unter Beachtung der Hinweise und Anforderungen der EA-Pfähle 2012.

Sofern Rammhilfen beim Einbringen der Ramppfähle zum Einsatz kommen, sind die in Tabelle 11 angegebenen Abminderungsfaktoren zu berücksichtigen.

Tabelle 11: Abminderungsfaktoren

	Vorbohren	Spülhilfe
Mantelreibung	0,5 bei $d - d_B \leq 50 \text{ mm}$	0,9
	0,6 bei $d - d_B > 50 \text{ mm}$	
	1,0 bei $d - d_B > 150 \text{ mm}$	
Spitzendruck	1,0 ¹⁾	1,0 ¹⁾

d Pfahl- Ø bzw. -breite

d_B Ø Bohrung

¹⁾ gilt nur, wenn Rammhilfe 1,0 m oberhalb der Pfahlspitze endet

3.4 Verkehrsflächen / Oberflächenbefestigung

Der Bahnübergang bei km 4,354 wird gemäß /U 4/ mit Straßenaufweitungen angepasst. Des Weiteren ist ein neuer Geh-/Radweg sowie der Neubau des Schalthauses geplant. Die mit den Aufschlüssen neben der vorhandenen Straße und im Bereich des neuen Geh-/ Radweges und des Schalthauses erkundeten schwach tonigen bis schwach schluffigen Kiese und Sande sind aufgrund des gerinen Feinkornanteils als mäßig frostempfindlich einzuschätzen. Die darunter folgenden tonigen bis schluffigen Kiese und Sande sind frostempfindlich.

Zur Bemessung der Gesamtdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO - „Richtlinien zur Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ gehen wir entsprechend von folgenden Annahmen aus:

- Bk >0,3 - 1,0 für Straße BÜ bzw. Strasse Am Klärwerk und Bauweise nach RStO, Teil 5.2, 2013 (Rad-/ Gehweg)
- Frostempfindlichkeitsklasse F 1 bis F 2
- Frosteinwirkzone I

Die geforderte Mindesttragfähigkeit auf dem Planum liegt entsprechend der ZTVE-StB bei $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ (Straße, Zufahrt und Geh/Radweg). Um die geforderte Verdichtung zu erreichen, wird ein Bodenaustausch von ca. 0,2 m mit Kiessand, Recyclingmaterial oder Mineralgemisch der Bodengruppen SW, SI, GW, GI und U > 6 notwendig. Bei entsprechender Nachverdichtung können die Werte ggf. auch ohne Bodenaustausch erreicht werden. Im Zweifelsfall empfehlen wir zur Festlegung der Austauschdicke Probeflächen anzulegen.

Tabelle 12: Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus.

Zeile	Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Bauklasse		
		Bk 100 bis Bk 10 SV / I / II	Bk 3,2 bis Bk 1,0 III / IV	Bk 0,3 V / VI
1	F2	55	50	40
2	F3	65	60	50

Tabelle 13: 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	Klein- räumige Klima- unter- schiede	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			
3.1	Wasser- verhältnis- se im Untergrund	Kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum			± 0 cm		
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 ≤ 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

Angaben zur Belastungsklasse der Straße liegen uns nicht vor.

Nachfolgend erfolgt eine exemplarische Berechnung der Dicke des frostsicheren Oberbaues der Straße:

Straßenbefestigung	→ Asphaltdecke, Belastungsklasse Bk 1,0
Minstdicke gemäß Tabelle 12	→ 50 cm (F2) – SU (ungünstigerer Fall)
Mehr- oder Minderdicken gemäß Tabelle 13:	Zeile 1.1 → ± 0 cm
	Zeile 2.2 → ± 0 cm
	Zeile 3.1 → ± 0 cm
	Zeile 4.2 → ± 0 cm
	Zeile 5.1 → ± 0 cm

Daraus ergibt sich eine Minstdicke des frostsicheren Oberbaues von insgesamt 0,50 m. Gemäß Tafel 1, Zeile 3 Bk >0,3 – 1,0 der RStO; Ausgabe 2012, ergibt sich z. B. folgender Aufbau:

- 4 cm Asphaltdeckschicht
- 10 cm Asphalttragschicht
- 15 cm Schottertragschicht
- 21 cm Frostschuttschicht

Für den Fuß-/ Radweg beträgt die Dicke des frostsicheren Oberbaus 0,30 m. Nach Tafel 6 Zeile 1 der RStO; Ausgabe 2012, ergibt sich für den Fuß-/ Radweg mit Asphalt z.B. folgender Aufbau:

- 10 cm Asphalt
- 15 cm Schotter oder Kiestragschicht.

4 Abfalltechnische Untersuchungen

4.1 Probenahme / Untersuchungen

Für den Wiedereinbau bzw. die Entsorgung sind umweltanalytische Laborversuche gemäß LAGA 20 erforderlich. Damit sind durch die Bestimmung der Zuordnungswerte (Z 0 bis Z 5) zwischen

- uneingeschränktem Einbau (Z 0),
- eingeschränkt offenen Einbau (Z 1) und
- eingeschränkt offenen Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen (Z 2)

Wiederverwendungsmöglichkeiten aus umweltrelevanter Sicht vorgegeben. Bei Überschreitung des Z 2 - Wertes sind Einbau und Ablagerung in Deponien nach weiteren Untersuchungen erforderlich.

Im Rahmen der abfalltechnischen Untersuchung sind Bodeneinzelproben aus den Erkundungen KRB 3-1 und 3-2 sowie für das Schaltheus aus den Auffüllungen der KRB 3-3 und 3-4 bis 1,5 m unter GOK entnommen worden. Aus dem Straßenbereich wurden 2 Asphaltproben entnommen. Die jeweiligen Einzelproben wurden zu Mischproben zusammengefasst und im Labor mittels chemischer Analyseverfahren untersucht. Die Analyseergebnisse dienen der Bestimmung der Zuordnungswerte zur abfalltechnischen Beurteilung der Auffüllung und des Bodens.

Die Entnahme, die Analyse und Bewertung der Proben erfolgte auf der Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA); Anforderungen an die stoffliche Verwendung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, Technische Regeln /U 15/ und dem Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“, Hessen /U 16/.

Tabelle 14: Zusammenstellung Probenahme / Untersuchungsumfang

Aufschluss	Tiefe [m]	Material	Probe	Untersuchungsumfang
KRB 3-1, 3-2	0,0 - 2,20	Auffüllung	MP 3-1	LAGA Boden
KRB 3-3, 3-4	0,0 - 2,30	Auffüllung	MP 3-2	LAGA Boden
AP 3-7,3- 8	0,0 - 0,10	Asphalt	MP 3-3	RuVA-StB 01

4.2 Untersuchungsergebnisse

Boden

Die folgenden Schadstoffbelastungen wurden labortechnisch analysiert und daraus die Zuordnungswerte gemäß den Grenzwerten nach LAGA bzw. /U 16/ abgeleitet:

Tabelle 15: Ergebnisse Umweltanalytik Boden nach /U 5/

Probe	Probennummer	Zuordnungswert	maßgebende Parameter Feststoff/ Eluat (Gesamtfraktion)
MP 3-1	UAU-17-0015331/03-1	Z2	PAK, TOC (Feststoff)
MP 3-2	UAU-17-0015331/04-1	Z1	Cyanid, TOC (Feststoff)

Das Auffüllungsmaterial in der MP 3-2 ist aufgrund der erhöhten TOC-Gehalte sowie Cyanide (gesamt) im Feststoff als leicht belastet einzuschätzen. Der ermittelte Zuordnungswert liegt gemäß LAGA Boden /U 15/ bei **Z 1**.

Das Auffüllungsmaterial in der MP 3-1 ist aufgrund der erhöhten TOC- -Gehalte sowie der PAK - Werte im Feststoff als belastet einzuschätzen. Der ermittelte Zuordnungswert liegt gemäß LAGA Boden /U 15/ bei **Z 2**.

Auffüllungen und Böden mit einem Zuordnungswert von Z 1 entsprechen der Einbauklasse „eingeschränkter offener Einbau“ und können unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen nach LAGA wieder eingebaut werden.

Abfallschlüssel nach Europäischer Abfallentsorgung /U 17/: **17 05 04** = Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen.

Auffüllungen und Böden mit einem Zuordnungswert von Z 2 entsprechen der Einbauklasse „eingeschränkt offenen Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen“ und können unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen nach LAGA wieder eingebaut werden.

Abfallschlüssel nach Europäischer Abfallentsorgung /U 17/: **17 05 04** = Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen.

Asphalt

Aus dem angetroffenen Asphalt wurde eine Mischprobe aus dem gebundenen Straßenoberbau aus den Einzelproben AP 3-7 und AP 3-8 erstellt und auf die Parameter PAK und Phenolindex untersucht.

Entsprechend der Untersuchungsergebnisse (PAK: 0,694 mg/kg TS) zeigt sich, dass der Asphalt nicht teerhaltig ist. Der Phenolindex lag bei der untersuchten Probe unterhalb der Nachweisgrenze von 10 mg/l.

Somit sich ergibt sich nach RuVA-StB 01 /U 18/ eine Einstufung in die Verwertungsklasse A1. Stoffe der Verwertungsklasse A1 gelten als unbelasteter Ausbauasphalt und können der Wiederverwendung im Heißmischverfahren zugeführt werden. Gemäß Zuordnungskriterien nach LAGA ergibt sich der Zuordnungswert **Z 0**.

Abfallschlüssel nach Europäischer Abfallentsorgung /U 6/: 17 03 02 = Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301 fallen.

Die Analyseergebnisse der chemischen Untersuchung durch die Fa. Synab GmbH und deren Auswertung sind im Einzelnen der Anlage 5 zu entnehmen.

4.3 Verwertung / Entsorgung

Die Verwertung / Entsorgung der Bodensubstanz richtet sich nach den für die Einbauklassen angegebenen Zuordnungswerten gemäß Mitteilung der LAGA 20 und dem Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“, Hessen.

Zur Qualitätssicherung ist der Einbau bzw. die Verwertung/Beseitigung von Material ab einem Wert > Z 1.1 zu dokumentieren. Zu Vorgaben für die Dokumentation siehe Tabelle I.8-1 aus den Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA).

Grundsätzlich sind Verwertung und Beseitigung als Entsorgungsmöglichkeiten zu unterscheiden. Den Maßgaben des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes entsprechend, ist eine Verwertung einer Beseitigung vorzuziehen.

Eine Verwertung durch dafür zugelassene Unternehmen ist zu empfehlen. Um die Abwicklung der Entsorgung zu vereinfachen wird vorgeschlagen, die Entsorgung des Bodens ebenfalls durch die bahneigene Materialentsorgung durchführen zu lassen.

5 Homogenbereiche

5.1 Allgemeines

Gemäß VOB/C 2016 /U 20/ sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für das jeweilige Baugewerk bzw. Bauverfahren vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die im Untersuchungsbereich anstehende Schichtenfolge wird nachfolgend auf der Grundlage des erarbeiteten Baugrundmodells, den labortechnisch ermittelten Bodenkenngößen sowie von Erfahrungswerten in Homogenbereiche für das Gewerk Erdarbeiten eingeteilt.

Die Einteilung in Homogenbereiche muss mit fortschreitender Planung, insbesondere unter Berücksichtigung von Bauzuständen und -phasen, überprüft und ggf. fortgeschrieben werden. Anlage 7 enthält schichtbezogene Kennwerte für die eingeteilten Homogenbereiche.

5.2 Erdarbeiten (ERD)

Die Homogenbereiche für das Gewerk Erdarbeiten werden wie folgt eingeteilt:

- Homogenbereich ERD A:
aufgefüllte und anstehende, grob-, gemischtkörnige Böden, locker gelagert
- Homogenbereich ERD B:
anstehende, feinkörnige Böden steifer bis halbfester/fester Konsistenz
- Homogenbereich ERD C:
anstehende grob- bis gemischtkörnige Böden, mitteldicht bis dicht gelagert.

5.3 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten (RAM)

Die Homogenbereiche für das Gewerk Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten werden wie folgt eingeteilt:

- Homogenbereich RAM A:
aufgefüllte und anstehende, grob-, gemischtkörnige Böden, locker gelagert
- Homogenbereich RAM B:
anstehende, feinkörnige Böden steifer bis halbfester/fester Konsistenz
- Homogenbereich RAM C:
anstehende grob- bis gemischtkörnige Böden, mitteldicht bis dicht gelagert.

6 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen

Im vorliegenden geotechnischen Bericht sind die Baugrundverhältnisse sowie deren abfalltechnische Bewertung im Bereich des Bahnübergangs für den BÜ 3 bei km 4,354 der Strecke 3730 Limburg – Altenkirchen dargestellt. Gegenstand der Untersuchung ist die Ermittlung von Bodenkennwerten sowie die Unterbreitung von Gründungsvorschlägen für den Neubau des Schalthauses bzw. der Erneuerung der Lichtsignale und Schranken des Bahnübergangs, sowie des neugeplanten Fahrrad und Fußgängerüberweges.

Der Baugrund besteht im Bereich des Bahnübergangs unter bis zu 2,30 m mächtigen Auffüllungen aus leicht schluffigen bis tonigen Sanden und Kiesen, die locker bis mitteldicht gelagert sind. Darunter bzw. auch eingeschaltet finden sich steife bis halbfeste – feste leichtplastische Tone.

In Abschnitt 2 wird aus den erkundeten Bodenschichten ein Baugrundmodell gebildet und die zugehörigen Boden- und Berechnungskennwerte angegeben. Ferner werden in diesem Abschnitt Aussagen zur Rammfähigkeit und Versickerungsfähigkeit des Untergrundes gemacht.

Angaben zur Gründung der Lichtzeichen, Schranken und des Schalthauses sowie zur Baugrundsicherung enthält Abschnitt 3. Abschnitt 3.4 enthält Angaben zum Tragschichtaufbau für die geplante Fahrbahnverswenkung und den Fuß-/ Radweg..

In Kapitel 4 sind die Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung dargestellt. Demnach sind die aufgefüllten Böden im Bereich des Schalthauses mit den Zuordnungswerten Z1 und Z2 zu bewerten. Der Ausbauasphalt ist nicht teerhaltig und der Verwertungsklasse A1 zuzuordnen.

In Kapitel 5 werden die Baugrundsichten gemäß der auszuführenden Arbeiten in Homogenbereiche eingeteilt.

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.

aufgestellt:

für



Dipl. – Geol. U. Tang

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

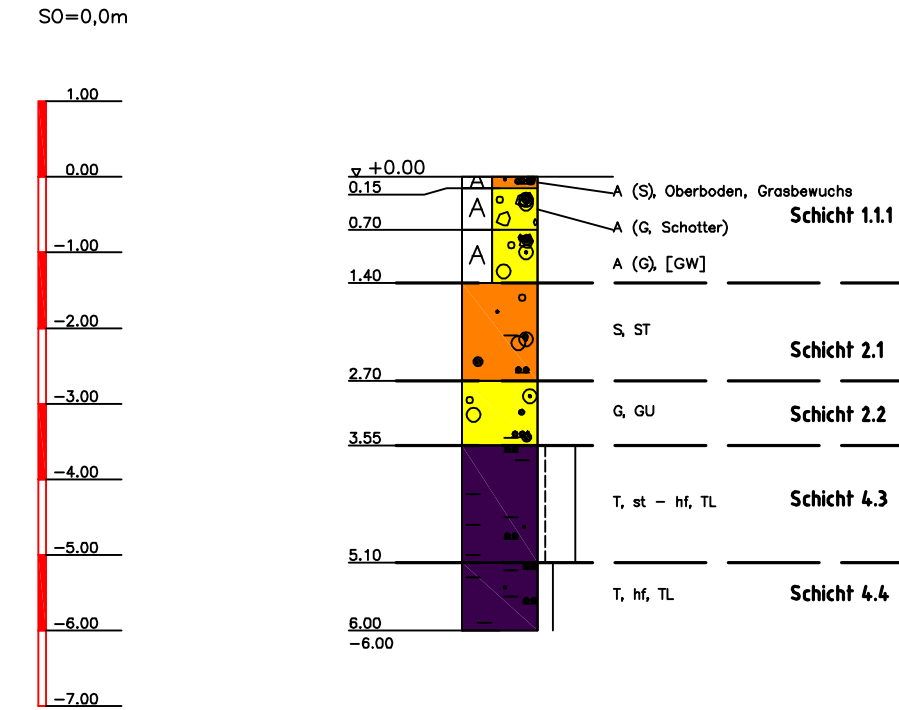
Bodenart		Beimengungen		Bodengruppe	
Kies	G	kiesig	g	enggestufte Kiese	GE
Grobkies	gG	grobkiesig	gg	weitgestufte Kies-Sand-Gemische	GW
Mittelkies	mG	mittelkiesig	mg	intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische	GI
Feinkies	fG	feinkiesig	fg		
Sand	S	sandig	s	enggestufte Sande	SE
Grobsand	gS	grobsandig	gs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

*) GU, GT, SU, ST: 5 - 15 % bei $d \leq 0,063$ mm
 $\overline{GU}$, $\overline{GT}$, $\overline{SU}$, $\overline{ST}$: > 15 - 40 % bei $d \leq 0,063$ mm

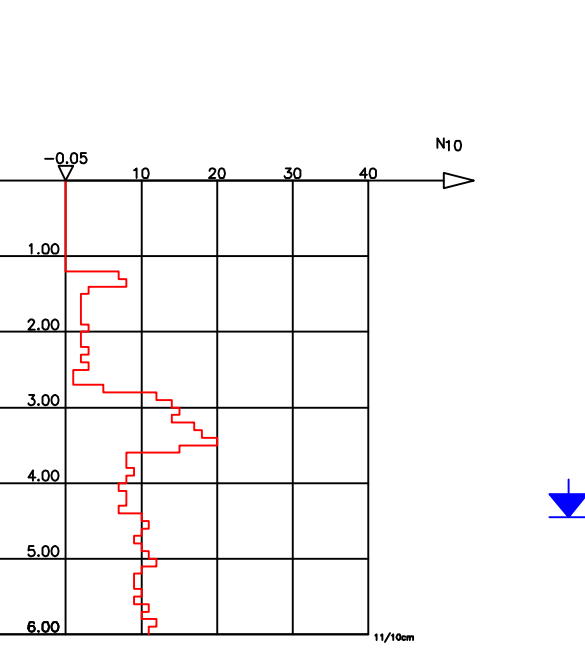
Str.	Abschn.	BÜ - Nr.	km	Gemeinde / Bezeichnung BÜ	Straßen- klassifizierung	Geplante Maßnahmen	Erkundungsarbeiten
3730 Limburg - Altenkirchen	HESSEN	1	3,611	Limburg, Fußweg, Staffel	Geh-/ Radweg Pfungstweg	Erstmalige techn. Sicherung / nur G/RLzH-FÜ	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn
		2	4,027	Limburg, Fußweg	Geh-/ Radweg Mainstr.	Erstmalige techn. Sicherung / nur G/RLzH-FÜ	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn
		3	4,354	Kreis Limburg a. d. Lahn Staffel I	Kreisstraße K 470 Limburger Weg	Erneuerung der techn. Sicherung /LzH/2F-FÜ	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, Gehwegantrieb und Schalthaus Schotterschürfe im Bereich der Oberbauerneuerung Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn
		4	8,650	Stadt Hadamar Feldweg Niederhadamar	Gemeindestraße	Erstmalige techn. Sicherung / LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 2 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn
		5	9,629	Stadt Hadamar Steinstr., Niederhadamar	Gemeindestraße Steinstr.	Umlaufsperre für G+R	KRB/DPH für Schalthaus Asphaltprobe im Bereich der abzubrechenden bit. Fahrbahn
	WESTERBURG	6	36,592	Bellingen Rotenhain I	Kreisstraße Hauptstr. (K 8)	Verlängerung der Einschaltstrecke	KRB/DPH für 2 Signale
		7	37,236	Rotenhain Rotenhain II	Kreisstraße Bahnhofstr.	Verlängerung der Einschaltstrecke	KRB/DPH für 3 Signale
		8	39,305	Enspel Balsaltinstr.	Gemeindestraße Balsaltinstr.	Erstmalige techn. Sicherung / LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 4 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn
		9	40,689	Nistertal / Büdingen Stöffelstr.	Gemeindestraße Stöffelstr.	Erstmalige techn. Sicherung / LzH/F-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 2 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn Schotterschürfe im Bereich der Oberbauerneuerung
	BAD MARIENBERG	10	41,831	Nistertal / Erbach Rosengasse	Gemeindestraße Vorm Stein	Erstmalige techn. Sicherung / LzH-Hp	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des Schotterwegs Schotterschürfe im Bereich der Oberbauerneuerung
		11	44,651	Unnau Korb I	Gemeindestraße Weg	Aufhebung mit Wendeplatz Pkw und tlw. Ausbesserung d. Schotterdecke Seitenweg	KRB/DPH für Wendeplatz PKW
		12.1	45,207	Unnau Auf der Au / Korb II	Gemeindestraße Auf der Au	Erstmalige techn. Sicherung / LzH/F-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 3 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn
	HACHENBURG	12.2	51,698	Hachenburg	Umfahrung	Aufhebung	KRB/DPH für Ausbau der Zuwegung
		13	51,960	Stadt Hachenburg Hachenburg II	Bundesstraße B 413	Erneuerung der techn. Sicherung in LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 3 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn Schotterschürfe im Bereich der Oberbauerneuerung
		14	52,612	Müschbach Weg	Gemeindestraße Weg	Erstmalige techn. Sicherung / LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 3 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn
		15.1	52,820	Müschbach	Umfahrung	Aufhebung	KRB/DPH für Ausbau Umfahrung
		15.2	53,208	Müschbach	Umfahrung	Aufhebung	KRB/DPH für Ausbau Umfahrung
		15.3/4	52,208 52,820	Müschbach Weg	Gemeindestraße Weg	Aufhebung ersatzlos, Ausbau vorh. Umfahrung	KRB /DPH im Bereich des abzusenkenen Wegabschnitts
		16	54,205	Hatterm Hatter II	Kreisstraße Hauptstr.	Erneuerung der techn. Sicherung in LzH/F-ÜS wg. Radwegnachbau	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 3 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn
		17	55,072	Marzhausen Weg	Gemeindestraße Weg	Aufhebung ersatzlos, Ausbau vorh. Umfahrung	KRB/DPH für Ausbau Umfahrung
		18	55,888	Marzhausen Hatter I	Bundesstraße B 414	Erneuerung der techn. Sicherung in LzH- ÜS, Neuanbindungen an K 15 herstellen	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 2 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn Schotterschürfe im Bereich der Oberbauerneuerung

Str.	Abschn.	BÜ - Nr.	km	Gemeinde / Bezeichnung BÜ	Straßen- klassifizierung	Geplante Maßnahmen	Erkundungsarbeiten
3730 Limburg - Altenkirchen	ALTENKIRCHEN	19	59,309	Ingelbach Weg	Gemeindestraße Weg	Erstmalige techn. Sicherung / LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 2 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn
		20	61,018	Ingelbach Weg	Gemeindestraße Weg	Aufhebung prüfen, Wendemöglichkeiten schaffen	KRB/DPH im Bereich des PKW-Wendeplatz
		21	61,454	Ingelbach K 36	Kreisstraße K 36	Erneuerung der techn. Sicherung / LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 2 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn Schotterschürfe im Bereich der Oberbaurerneuerung
		22	62,481	Michelbach Straße	Gemeindestraße Weg	Erstmalige techn. Sicherung / LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 2 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn Schotterschürfe im Bereich der Oberbaurerneuerung
		23	63,133	Michelbach Weg	Gemeindestraße Burgwiesenstr.	Umlaufsperr	Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn
		24	63,826	Altenkirchen Weg	Gemeindestraße Frankfurter Str.	Erstmalige techn. Sicherung / LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 3 Überwachungssignale und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn Schotterschürfe im Bereich der Oberbaurerneuerung
3032 Altenkirchen - Au	ALTENKIRCHEN-AU	25	61,640	Altenkirchen Bachstraße	Gemeindestraße	Erneuerung techn. Sicherung LzH/F-Hp-Fü	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn Schotterschürfe im Bereich der Oberbaurerneuerung
		26	61,981	Altenkirchen Quengelwiese	Fußweg, außerorts	Umlaufsperr [neu]	Schotterschürfe im Bereich der Oberbaurerneuerung
		27	64,385	Obererbach Kobersteiner Weg	Anliegerweg	Erstmalige techn. Sicherung / LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 3 Überwachungssignale, Fahrbahnverbreiterung und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn Schotterschürfe im Bereich der Oberbaurerneuerung
		28	65,615	Obererbach Gartenstraße	Fußweg, außerorts	Umlaufsperr [neu]	Schotterschürfe im Bereich der Oberbaurerneuerung
		29	66,107	Obererbach Zum alten Forsthaus	Wirtschaftsweg außerorts	Erstmalige techn. Sicherung / LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 3 Überwachungssignale (davon 1 im Tunnel!), Fahrbahnverbreiterung und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn Schotterschürfe im Bereich der Oberbaurerneuerung
		30	70,039	Breitscheidt Prachter Straße	Wirtschaftsweg außerorts	Erneuerung techn. Sicherung LzH-ÜS	KRB/DPH für Lichtzeichenstandorte, 3 Überwachungssignale, Fahrbahnverbreiterung und Schalthaus Asphaltprobe im Bereich des abzubrechenden bit. Fahrbahn Schotterschürfe im Bereich der Oberbaurerneuerung

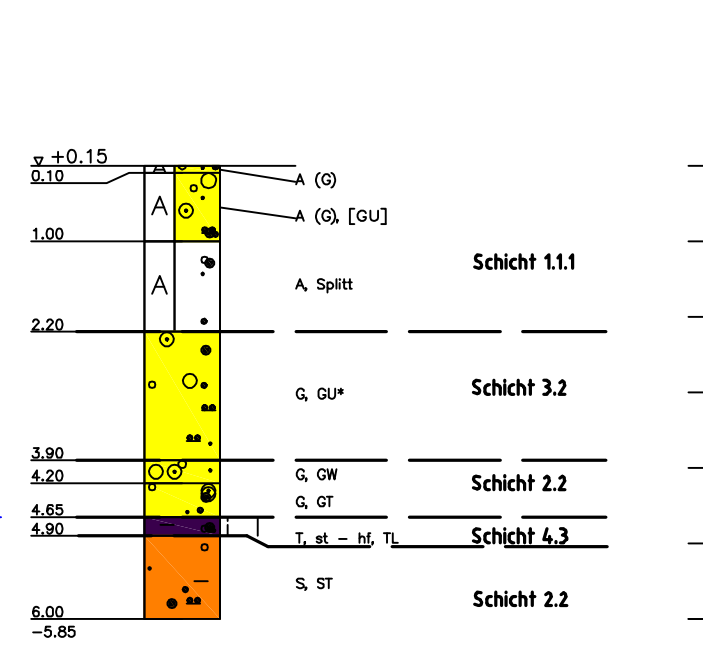
KRB 3-1 / km 4,345
08.09.2016
AP 4,10 m von GA br.



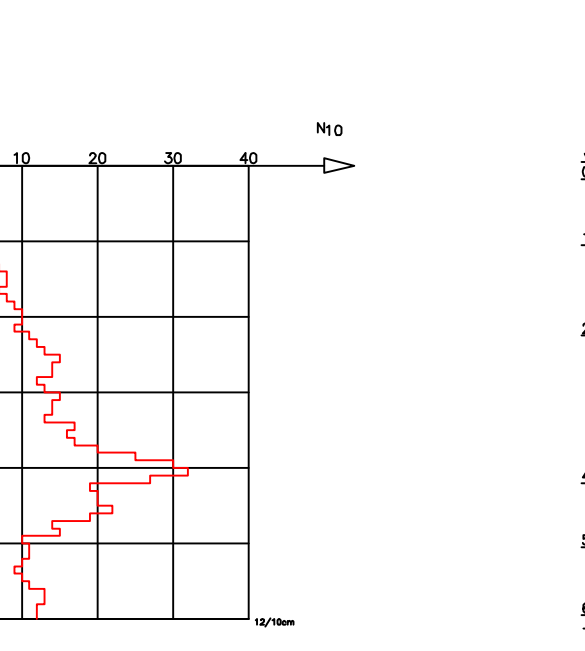
DPH 3-1 / km 4,345
19.09.2016
AP 3,75 m von GA br.



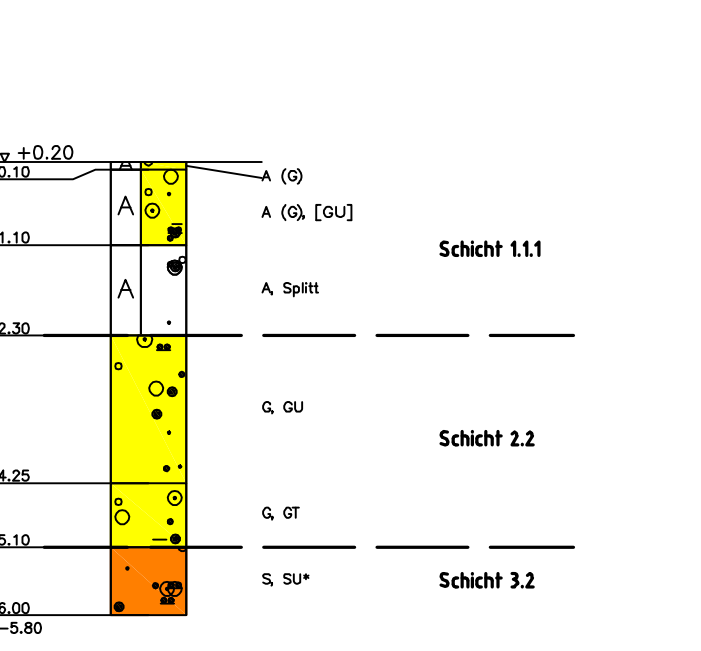
KRB 3-2 / km 4,359
15.09.2016
AP 4,10 m von GA br.



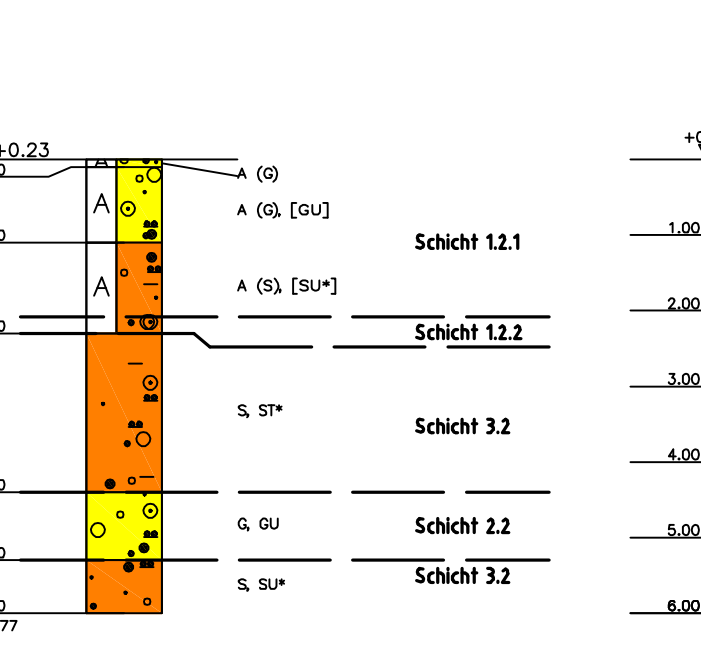
DPH 3-2 / km 4,359
15.09.2016
AP 4,00 m von GA br.



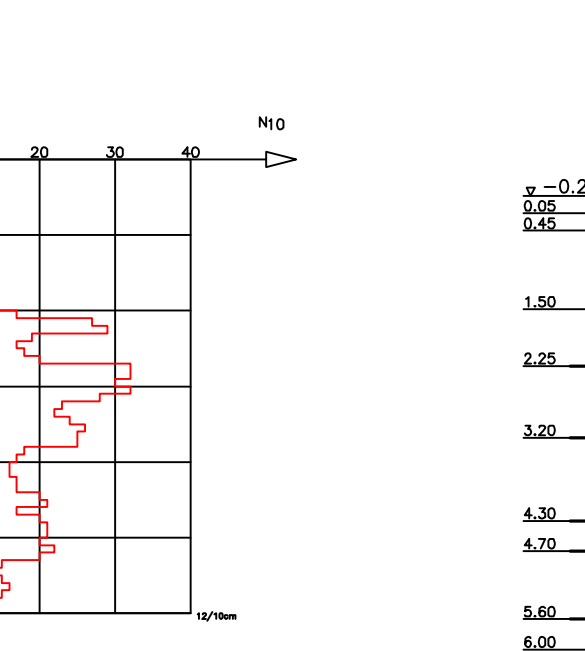
KRB 3-3 / km 4,363
15.09.2016
AP 5,00 m von GA br.



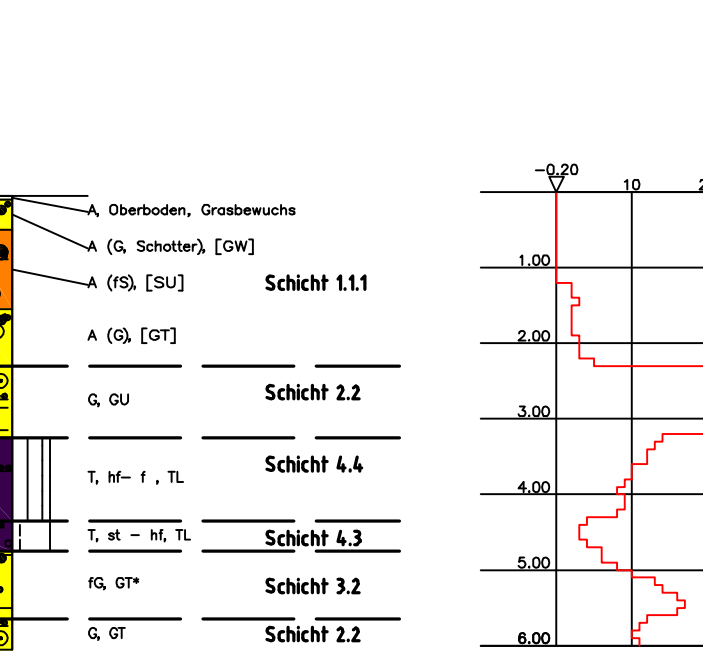
KRB 3-4 / km 4,367
15.09.2016
AP 5,00 m von GA br.



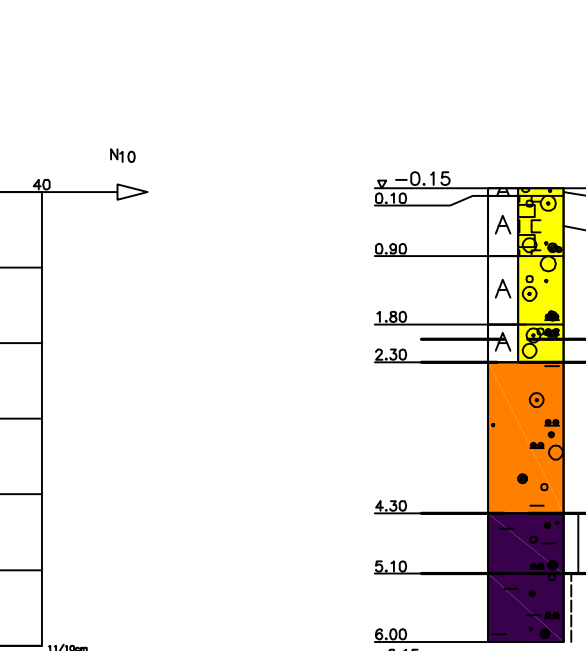
DPH 3-4 / km 4,367
15.09.2016
AP 5,00 m von GA br.



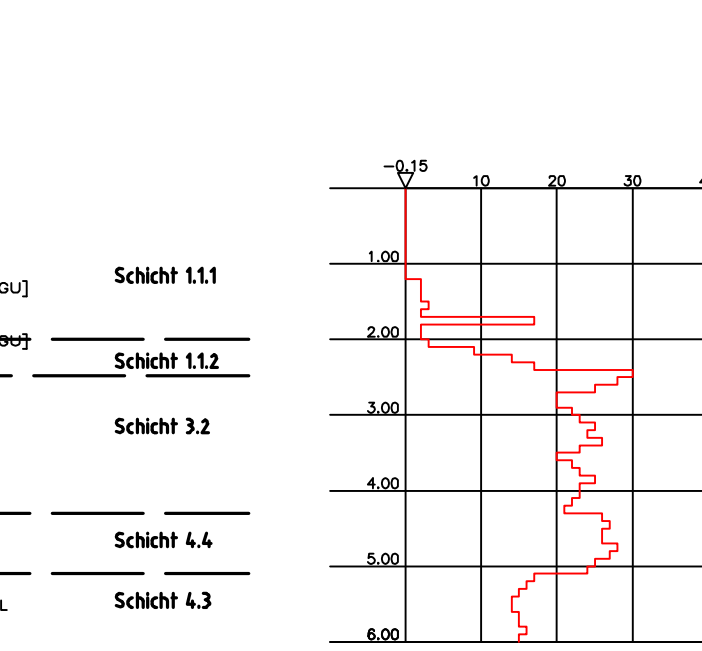
KRB 3-5 / km 4,344
08.09.2016
AP 4,50 m von GA bl.



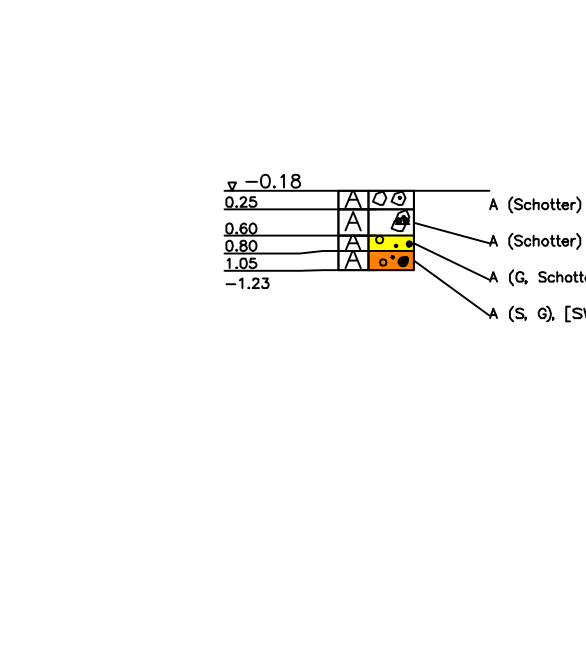
DPH 3-5 / km 4,344
08.09.2016
AP 4,60 m von GA bl.



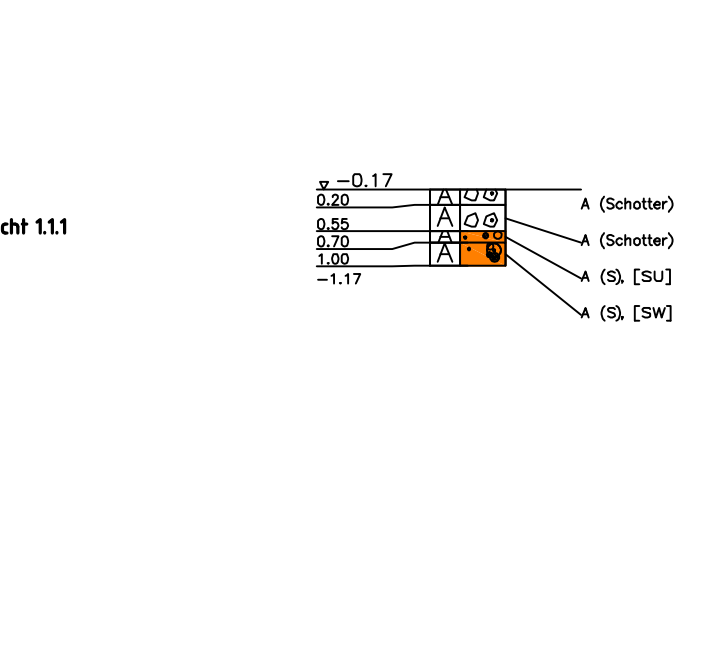
KRB 3-6 / km 4,363
08.09.2016
AP 3,65 m von GA bl.



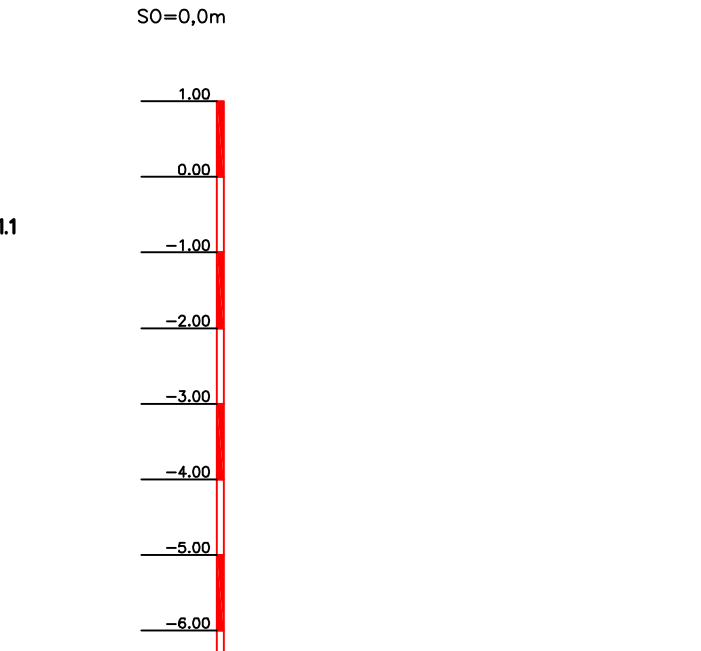
DPH 3-6 / km 4,363
08.09.2016
AP 3,60 m von GA bl.



S 3-9 / km 4,346
30.11.2016
AP 1,40 m von GA br.



S 3-10 / km 4,360
30.11.2016
AP 1,30 m von GA bl.



TIEFE	BODENART
0.15	Auffüllung (Sand, schwach schluffig, kleins, stark durchwurzelt)
0.70	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, Asphaltreste, Wurzelreste, Schotterreste), schwach feucht, [GU]
1.40	Auffüllung (Kies, stark sandig, organisch, steinig, schwach feucht, Splitt, braun-hellgrau)
2.70	Sand, schwach tonig, kleins, schwach schluffig, feucht bis nass, ST, grau-braun
3.55	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach tonig, GU, grau-braun
5.10	Ton, schluffig, schwach feinsandig, steil bis halbfest, TL, gelbbraun
6.00	Ton, schluffig, schwach feinsandig, halbfest, TL, gelbbraun

TIEFE	BODENART
0.10	Auffüllung (Kies, stark sandig, schluffig, humos, Grasbewuchs, Asphaltreste), dunkelbraun
1.00	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, Asphaltreste, Wurzelreste, Schotterreste), schwach feucht, [GU]
2.20	Auffüllung (Kies, stark sandig, organisch, steinig, schwach feucht, Splitt, braun-hellgrau)
3.90	Sand, schwach tonig, kleins, schwach schluffig, schwach feucht, GU, grau-braun
4.30	Kies, stark feinsandig, feucht bis nass, GU, grau-braun
4.85	Kies, stark sandig, schwach schluffig, nass, GT, gelbbraun
5.10	Ton, schluffig, schwach feinsandig, steil bis halbfest, TL, gelbbraun
6.00	Sand, feinsandig, schwach tonig, schwach schluffig, nass, ST, grau-braun

TIEFE	BODENART
0.10	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach humos, Pflanzenspross), braun
1.10	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, Asphaltreste, Wurzelreste, Schotterreste), schwach feucht, [GU]
2.30	Auffüllung (Kies, stark sandig, organisch, steinig, schwach feucht, Splitt, braun-hellgrau)
4.25	Sand, schwach tonig, kleins, schwach schluffig, feucht bis nass, ST, grau-braun
5.10	Kies, stark sandig, schwach schluffig, nass, GU, grau-braun
6.00	Sand, kleins, schluffig, nass, SU*, braun

TIEFE	BODENART
0.10	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach humos, Pflanzenspross), braun
1.10	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, Asphaltreste, Wurzelreste, Schotterreste), schwach feucht, [GU]
2.30	Auffüllung (Kies, stark sandig, organisch, steinig, schwach feucht, Splitt, braun-hellgrau)
4.40	Sand, kleins, schluffig, nass, SU*, braun
5.30	Kies, stark sandig, schwach schluffig, nass, GU, grau-braun
6.00	Sand, kleins, schluffig, nass, SU*, braun

TIEFE	BODENART
0.05	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach humos, Pflanzenspross), braun
0.45	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, Asphaltreste, Wurzelreste, Schotterreste), schwach feucht, [GU]
1.50	Auffüllung (Kies, stark sandig, organisch, steinig, schwach feucht, Splitt, braun-hellgrau)
2.25	Sand, kleins, schluffig, nass, SU*, braun
3.20	Kies, stark sandig, schwach schluffig, nass, GU, grau-braun
4.30	Ton, schluffig, schwach feinsandig, steil bis halbfest, TL, gelbbraun
5.70	Feinsand, tonig, sandig, nass, GT, gelbbraun
6.00	Kies, stark sandig, schwach schluffig, nass, SU*, braun

TIEFE	BODENART
0.10	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach humos, Pflanzenspross), braun
0.90	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, Asphaltreste, Wurzelreste, Schotterreste), schwach feucht, [GU]
1.80	Auffüllung (Kies, stark sandig, organisch, steinig, schwach feucht, Splitt, braun-hellgrau)
2.30	Sand, kleins, schluffig, nass, SU*, braun
3.20	Kies, stark sandig, schwach schluffig, nass, GU, grau-braun
4.30	Ton, schluffig, schwach feinsandig, steil bis halbfest, TL, gelbbraun
5.10	Feinsand, tonig, sandig, nass, GT, gelbbraun
6.00	Kies, stark sandig, schwach schluffig, nass, SU*, braun

TIEFE	BODENART
0.25	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach humos, Pflanzenspross), braun
0.50	Auffüllung (Kies, stark sandig, schwach schluffig, Asphaltreste, Wurzelreste, Schotterreste), schwach feucht, [GU]
0.80	Auffüllung (Kies, stark sandig, organisch, steinig, schwach feucht, Splitt, braun-hellgrau)
1.05	Sand, kleins, schluffig, nass, SU*, braun
2.30	Kies, stark sandig, schwach schluffig, nass, GU, grau-braun
4.30	Ton, schluffig, schwach feinsandig, steil bis halbfest, TL, gelbbraun
5.10	Feinsand, tonig, sandig, nass, GT, gelbbraun
6.00	Kies, stark sandig, schwach schluffig, nass, SU*, braun

DB Engineering & Consulting GmbH Umwelt-Geotechnik & Geodäsie Region Mitte Oskar-Sommer-Strasse 15 60596 Frankfurt am Main Tel. +49 69 6319-176 Fax. +49 69 6319-118 Frankfurt am Main, 09.03.2017		Anlage: 3 Blatt: 1 Auftragsnummer: U-G000668 bearbeitet: 03/2017 gezeichnet: 03/2017 geprüft: 03/2017 Name: Tang Hofmann Josenhans	
Maßstab: 1:100 Strecke 3730 Limburg - Altenkirchen BÜ 3 km 4,354 Bohr- und Sondierprofile		Reg.-Nr.: Ausgabe vom: Ersatz f.: Ursprung:	



Entnahmestelle: KRB 3-2

Entnahmetiefe: 2,2-3,9m
Bodenart: KiesArt der Entnahme: Kleinrammbohrung
Entnahme am: durch:

Bestimmung der Korngrößenverteilung

kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse

nach DIN 18123

Prüfungs-Nr.: 2017 / 679

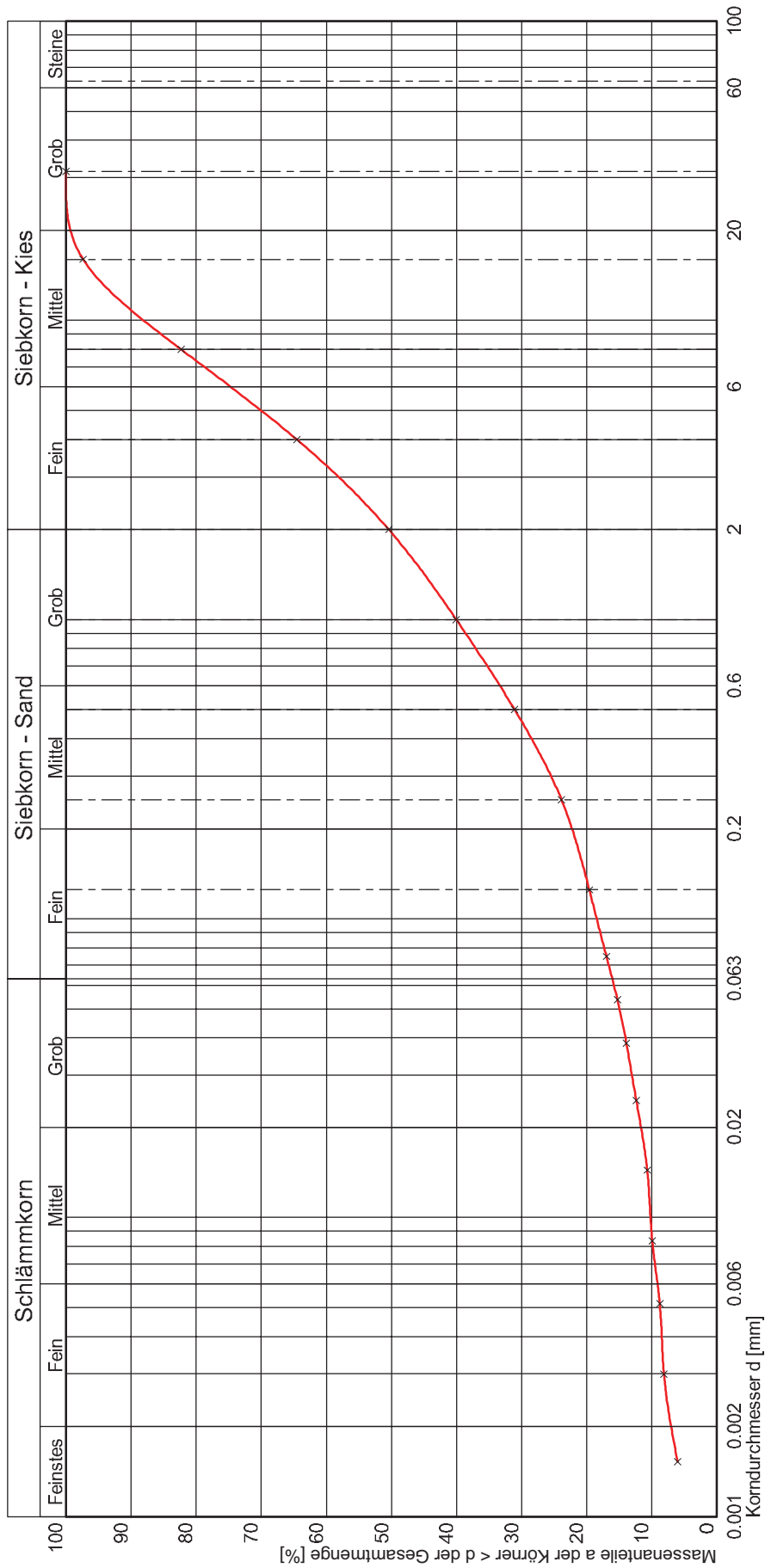
Bauvorhaben: Bahnübergänge OWB

Strecke 3730; Hessen BÜ 3

Ausgeführt durch: Meineck

am: 13.02.2017

Bemerkung:



Bemerkungen

Kurve Nr.: 679

Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse

 $C_{LL} = d_{60}/d_{10} / C_C / \text{Median}$ 377.76 7.11

Bodengruppe (DIN 18196) GU*

Geologische Bezeichnung

kf-Wert 3.556 * 10⁻⁵ [m/s] nach USBR/Bialas



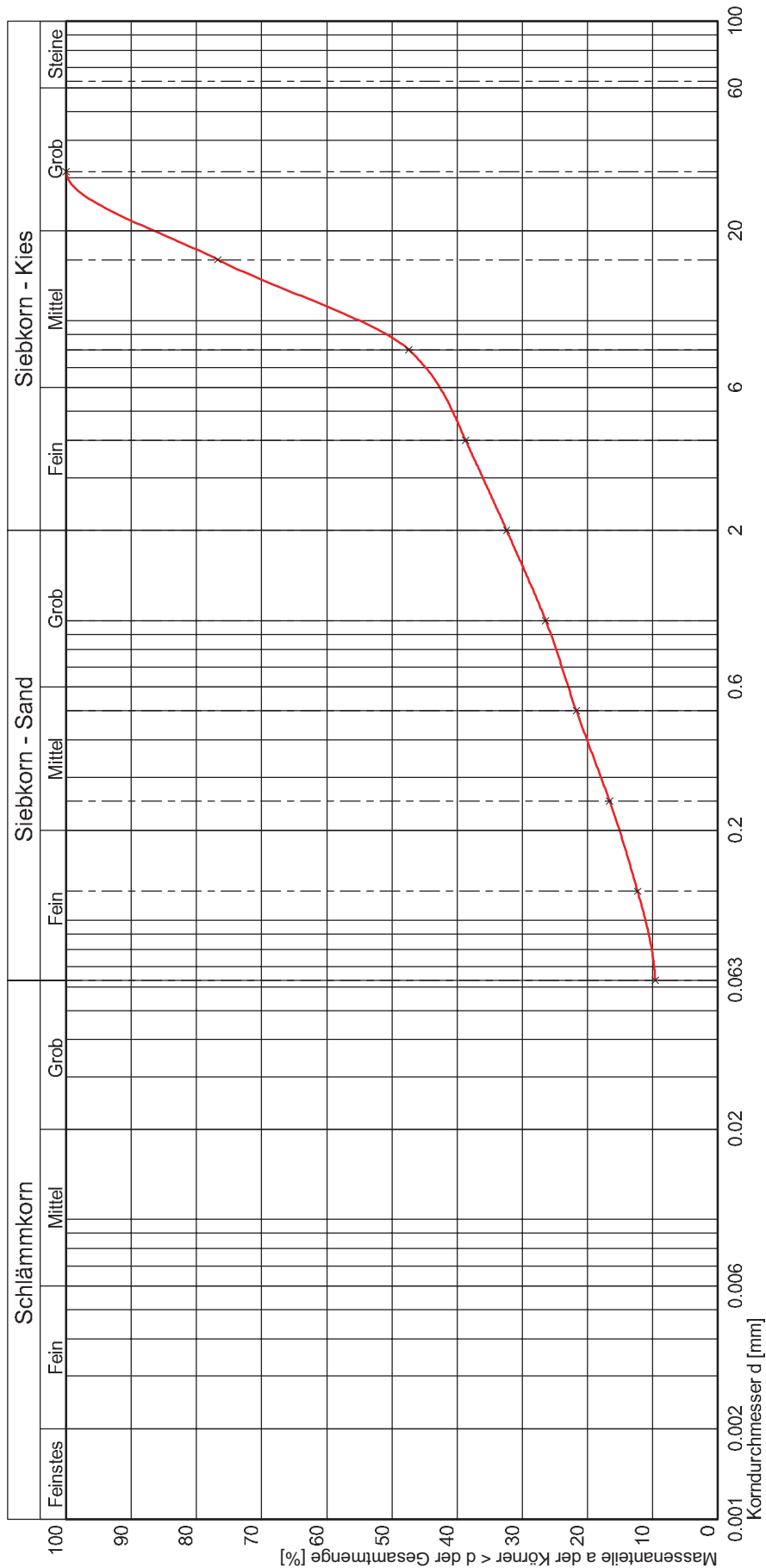
Entnahmestelle: KRB 3-2

Entnahmetiefe: 4,20-4,65m
Bodenart: KiesArt der Entnahme: Kleinrammbohrung
Entnahme am: 15.09.2016 durch:

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 18123

 Prüfungs-Nr.: 2017 / 680
 Bauvorhaben: Bahnübergänge OWB
 Strecke 3730; Hessen BÜ 3
 Ausgeführt durch: Keil/Meineck
 am: 06.02.2017
 Bemerkung:


Bemerkungen

Kurve Nr.:	680
Arbeitsweise	Naß-/Trockensiebung
$C_{u1} = d_{60}/d_{10} / C_c / \text{Median}$	146,37 2,68
Bodengruppe (DIN 18196)	GT
Geologische Bezeichnung	
kf-Wert	4,174 * 10 ⁻⁴ [m/s] nach USBR/Bialas



Entnahmestelle: KRB 3-3

Entnahmetiefe: 5,1-6,0m
Bodenart: SandArt der Entnahme: Kleinrammbohrung
Entnahme am: 15.09.2016 durch:

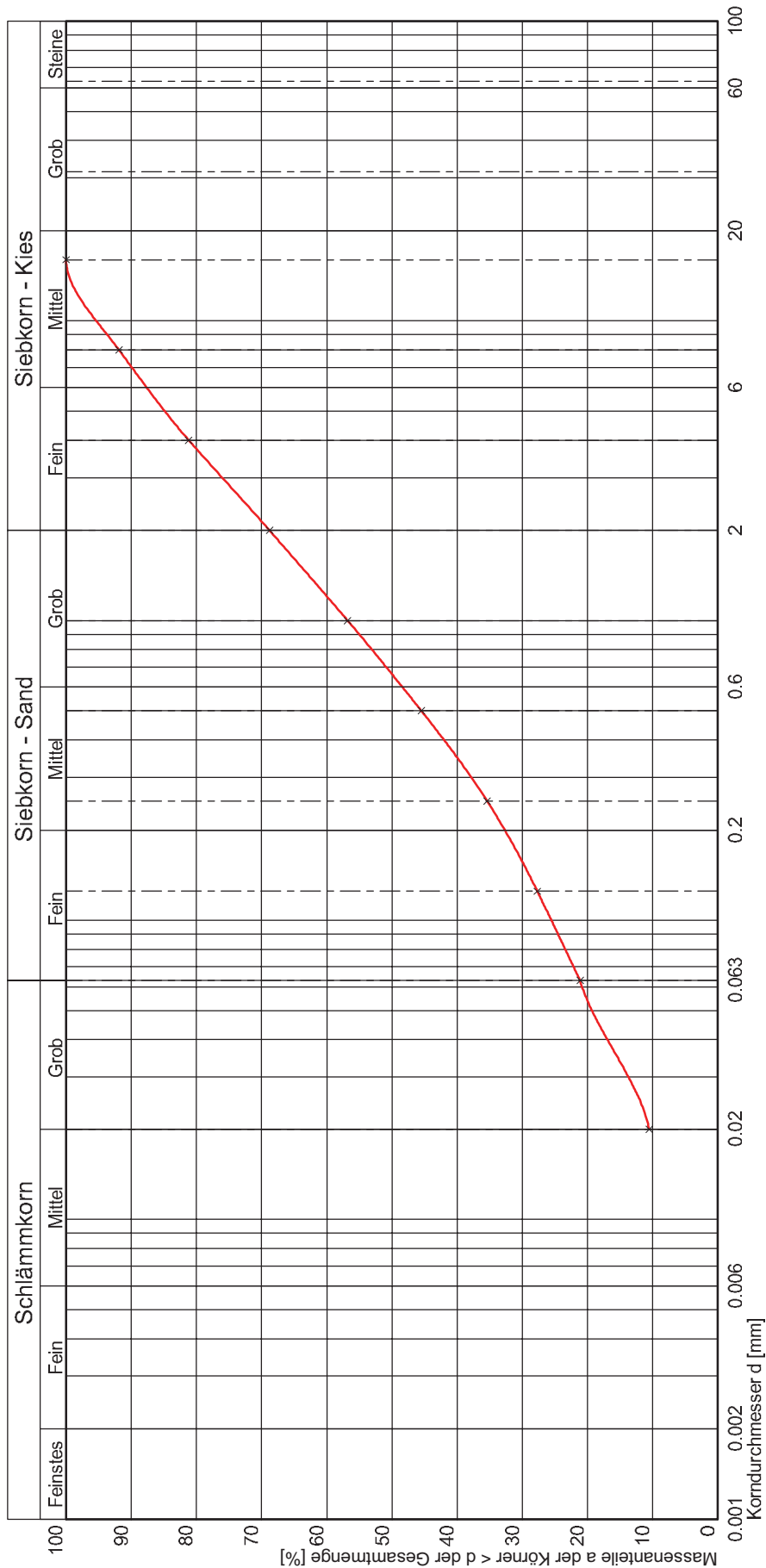
Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 18123

Prüfungs-Nr.: 2017 / 681
Bauvorhaben: Bahnübergänge OWB
Strecke 3730; Hessen BÜ 3Ausgeführt durch: Keil/Meineck
am: 06.02.2017

Bemerkung:



Bemerkungen

Kurve Nr.: 681

Arbeitsweise: Naß-/Trockensiebung

 $C_{LL} = d_{60}/d_{10} / C_C$ / Median

Bodengruppe (DIN 18196)

Geologische Bezeichnung

kf-Wert: $4.313 \cdot 10^{-6}$ [m/s] nach USBR/Bialas

Prüfungs-Nr.: 2017 / 682

Bauvorhaben: Bahnübergänge OWB

Strecke 3730; Hessen BÜ 3

Ausgeführt durch: Keil/Meineck

am: 06.02.2017

Bemerkung:

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 18123

Entnahmestelle: KRB 3-4

Entnahmetiefe: 1,1-2,3m
Bodenart: Sand

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung

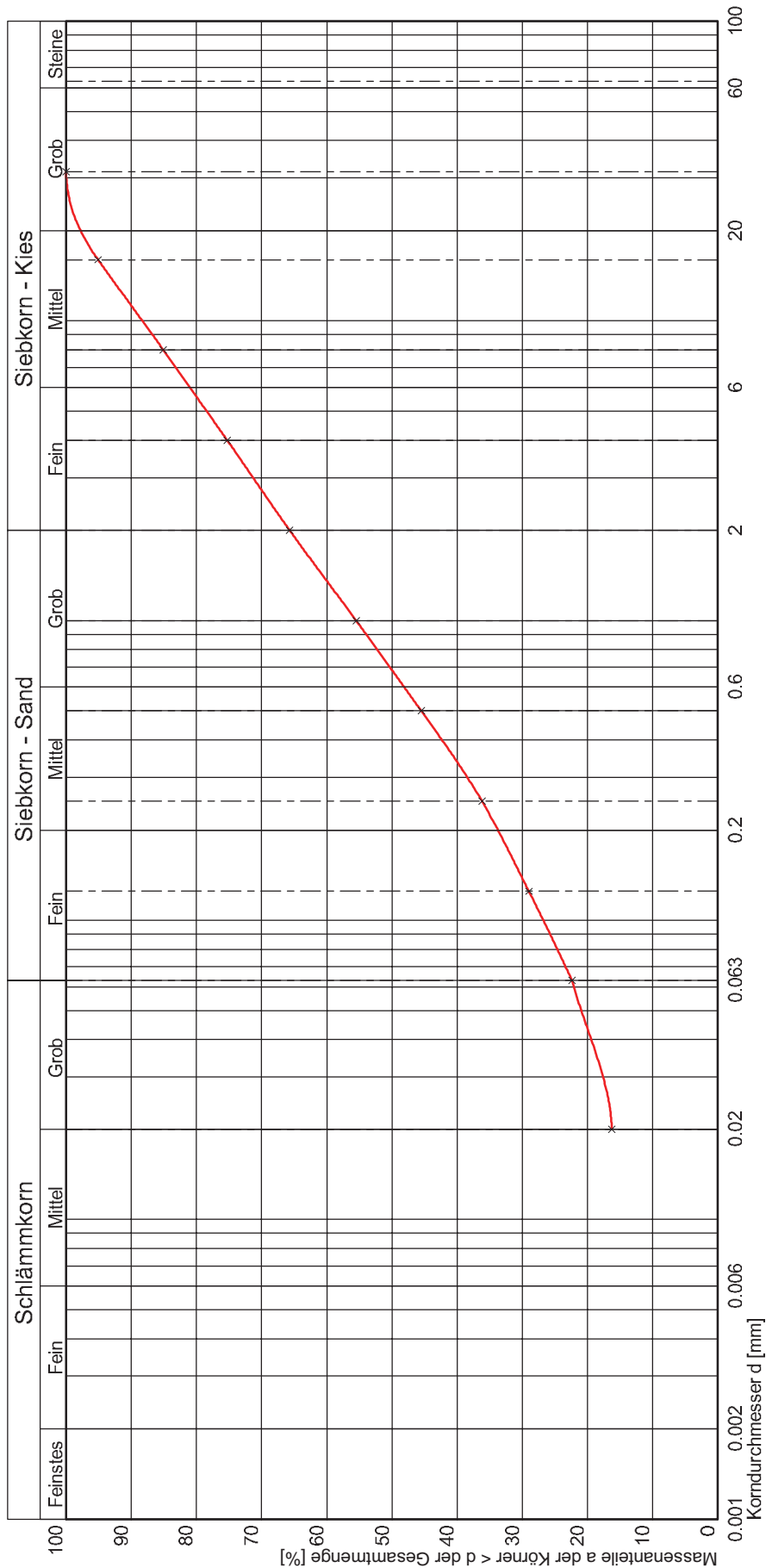
Entnahme am: 15.09.2016 durch:

DB Engineering&Consulting
UGG

Prüfungs-Nr.: 2017 / 682

Anlage: 4.1 Blatt 4

zu: U-G000608



Bemerkungen

Kurve Nr.: 682

Arbeitsweise: Naß-/Trockensiebung

 $C_{LL} = d_{60}/d_{10} / C_C$ / Median

Bodengruppe (DIN 18196): SU*

Geologische Bezeichnung:

kf-Wert: $2.604 \cdot 10^{-6}$ [m/s] nach USBR/Bialas



Entnahmestelle: KRB 3-4

Entnahmetiefe: 3,8-4,4m
Bodenart: SandArt der Entnahme: Kleinrammbohrung
Entnahme am: durch:

Bestimmung der Korngrößenverteilung

kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse

nach DIN 18123

Prüfungs-Nr.: 2017 / 683

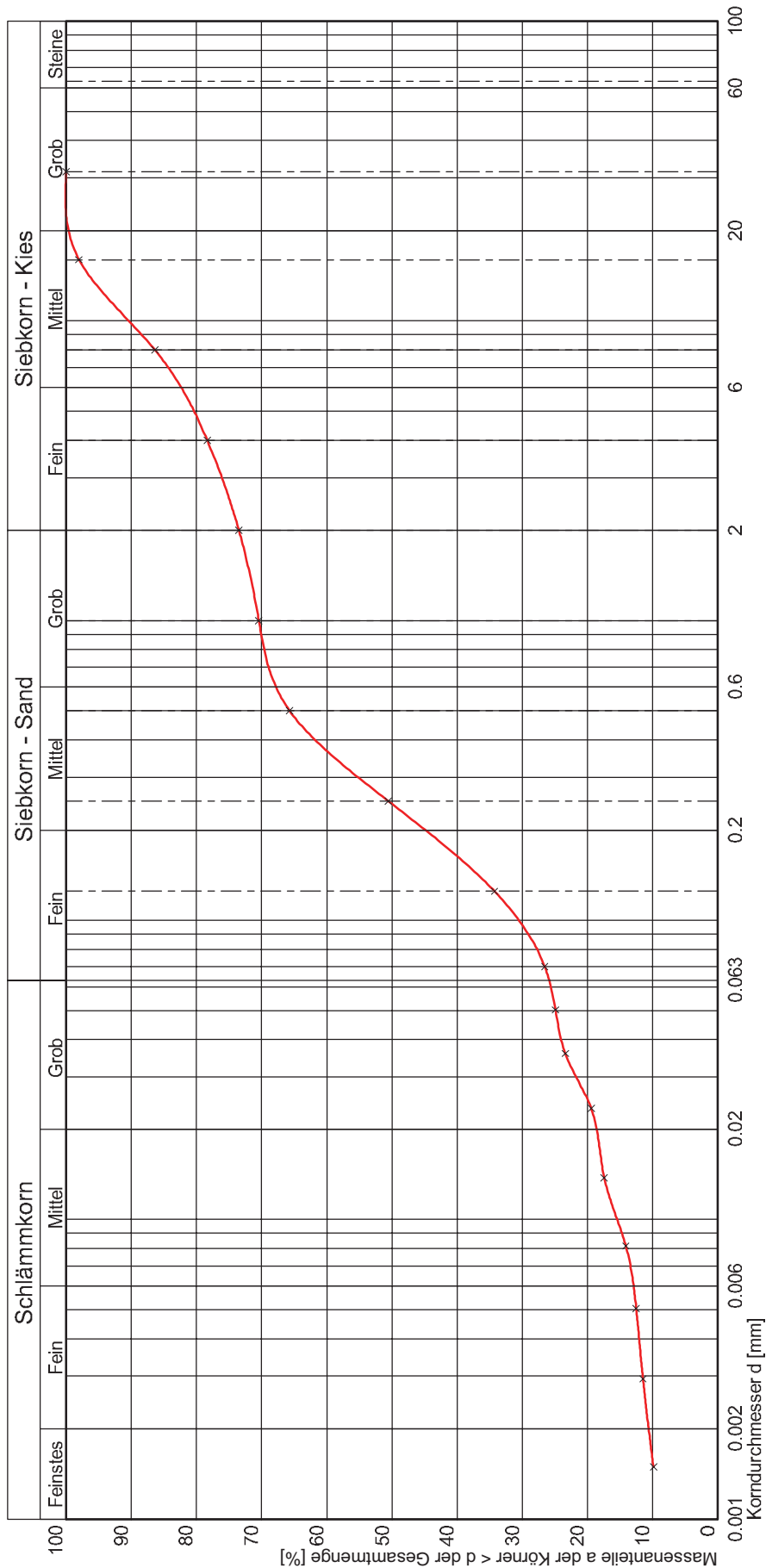
Bauvorhaben: Bahnübergänge OWB

Strecke 3730; Hessen BÜ 3

Ausgeführt durch: Meineck

am: 13.02.2017

Bemerkung:



Bemerkungen

Kurve Nr.: 683

Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse

 $C_{LL} = d_{60}/d_{10} / C_C$ / Median

230,85

16,07

Bodengruppe (DIN 18196)

ST*

Geologische Bezeichnung

7,272 * 10⁻⁷ [m/s] nach USBR/Bialas

kf-Wert



Entnahmestelle: KRB 3-6

Entnahmetiefe: 2,3-4,3m
Bodenart: SandArt der Entnahme: Kleinrammbohrung
Entnahme am: 08.09.2016 durch:

Bestimmung der Korngrößenverteilung

kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse

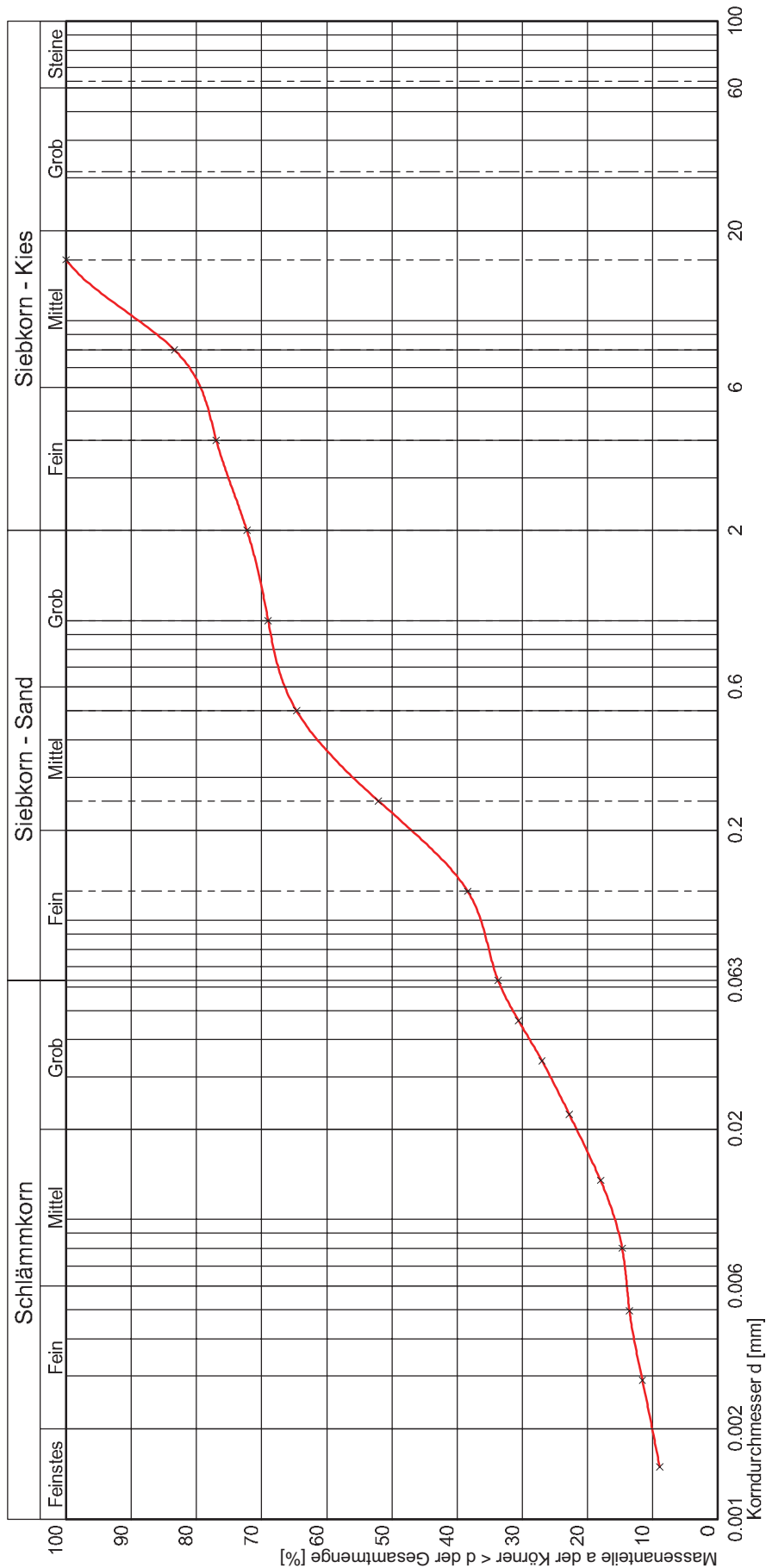
nach DIN 18123

Prüfungs-Nr.: 2017 / 684
Bauvorhaben: Bahnübergänge OWB
Strecke 3730; Hessen BÜ 3

Ausgeführt durch: Meineck

am: 13.02.2017

Bemerkung:



Bemerkungen

Kurve Nr.: 684

Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse

 $C_{LL} = d_{60}/d_{10} / C_C / \text{Median}$

185,38 2,63

Bodengruppe (DIN 18196)

ST*

Geologische Bezeichnung

kf-Wert

2,971 * 10⁻⁷ [m/s] nach USBR/Bialas



Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
nach DIN 18122 - LM

Prüfungsnr.: 2016 / 1645

Bauvorhaben: Bahnübergänge Oberwesterwaldbahn

BÜ 3

Ausgeführt durch: Walter

am: 23.11.2016

Bemerkung: $I_c=1,80$ bezogen auf Gesamtprobe

Entnahmestelle: KRB 3-5 Pr. 6

Entnahmetiefe: 4,30-4,70 m

Bodenart: TL(nach DIN 18196)

$<0,063\text{mm}=47,64\%$

Art der Entnahme: Kleinrammborung

Entnahme am: 08.09.2016

durch: Steinmetzer GmbH

Fließgrenze

Ausrollgrenze

Behälter Nr.:	10	27	28	26	11
Zahl der Schläge:	15	18	23	30	35
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	24,50	24,17	22,89	22,33	21,87
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	22,85	22,28	21,38	21,02	20,35
Behälter m_B [g]:	16,91	15,38	15,66	15,88	14,36
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	1,65	1,89	1,51	1,31	1,52
Trockene Probe m_d [g]:	5,94	6,90	5,72	5,14	5,99
Wassergehalt $m_w / m_d \cdot 100$ [%]:	27,78	27,39	26,40	25,49	25,38
Wert übernehmen	☒	☒	☒	☒	☐

22	50	6	
35,43	36,60	34,85	
34,50	35,65	33,98	
28,76	29,79	28,59	
0,93	0,95	0,87	
5,74	5,86	5,39	
16,20	16,21	16,14	

Natürlicher Wassergehalt: $w = 8,20 \%$

Bodengruppe = TL

Größtkorn: mm

Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 9,95 \%$

Masse des Überkorns: 33,09 g

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = \text{n.b.}$

Trockenmasse der Probe: 115,20 g

Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = \text{n.b.}$

Überkornanteil: $\bar{u} = 28,72 \%$

Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$

Anteil ≤ 0.4 mm: $m_d / m = 71,28 \%$

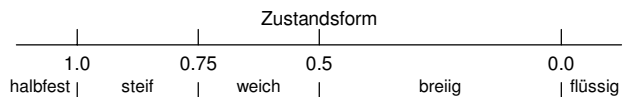
Anteil ≤ 0.002 mm: $m_T / m = \%$

Wassergehalt (Überkorn) $w_{\bar{u}} = 6,00 \%$

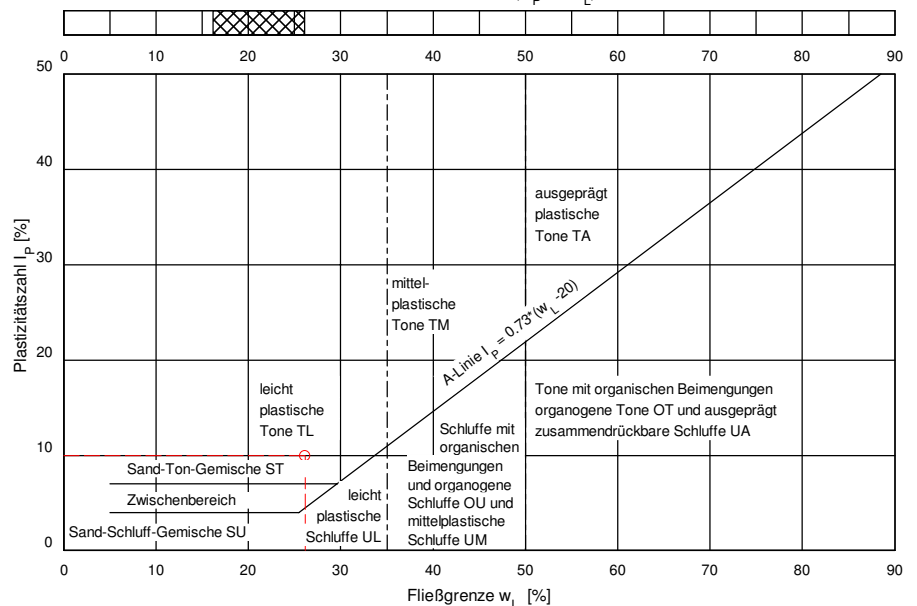
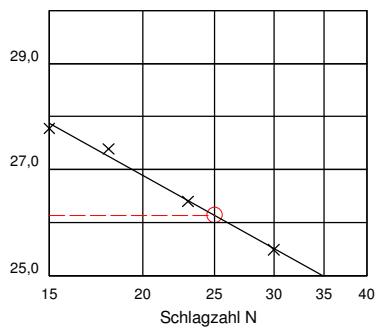
korr. Wassergehalt: $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}}}{1.0 - \bar{u}} = 9,09 \%$

Fließgrenze $w_L = 26,13 \%$

Ausrollgrenze $w_P = 16,18 \%$



Bildsamkeitsbereich (w_P bis w_L)



Bemerkungen: Probenbecher beschädigt, verfälschter w_n

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122 - LM

Prüfungsnr.: 2017 / 687

Bauvorhaben: Bahnübergänge OWB

Strecke 3730; Hessen BÜ 3

Ausgeführt durch: Meineck

am: 16.02.2017

Bemerkung: $I_c=0,97$ bezogen auf die Gesamtprobe

Entnahmestelle: KRB 3-6

Entnahmetiefe: 5,1-6,0m

Bodenart: TL (nach DIN 18196)

<0,063mm=77,9%

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung

Entnahme am: 08.09.2016

durch:

Fließgrenze

Ausrollgrenze

Behälter Nr.:					
Zahl der Schläge:	15	19	23	28	35
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	21,73	24,05	22,14	24,59	21,15
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	20,18	22,56	20,69	23,02	19,74
Behälter m_B [g]:	14,73	17,16	15,33	17,06	14,26
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	1,55	1,49	1,45	1,57	1,41
Trockene Probe m_d [g]:	5,45	5,40	5,36	5,96	5,48
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%]:	28,44	27,59	27,05	26,34	25,73
Wert übernehmen	☐	☐	☐	☐	☐

21,69	26,22	22,70	
20,91	25,40	21,90	
15,45	19,72	16,32	
0,78	0,82	0,80	
5,46	5,68	5,58	
14,29	14,44	14,34	

Natürlicher Wassergehalt: $w = 14,70 \%$

Bodengruppe = TL

Größtkorn: mm

$$\text{Plastizitätszahl} \quad I_P = w_L - w_P = 12,41 \%$$

Masse des Überkorns: 3,60 g

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,88 \triangleq \text{steif}$

Trockenmasse der Probe: 52,54 g

Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,12$

Überkornanteil: $\ddot{u} = 6,85 \%$

Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d}$

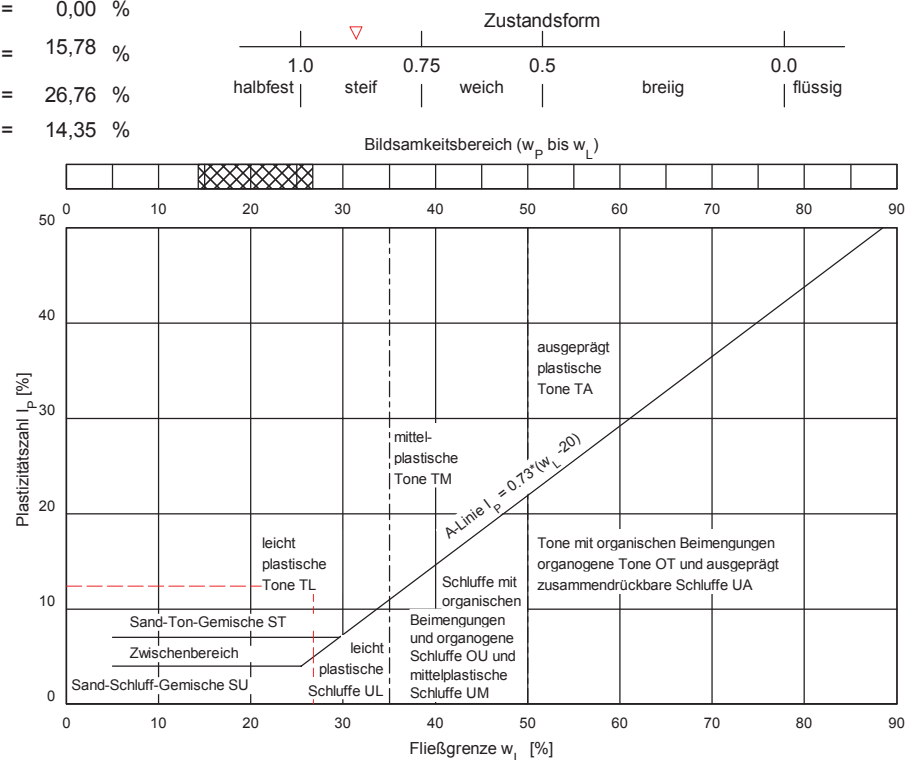
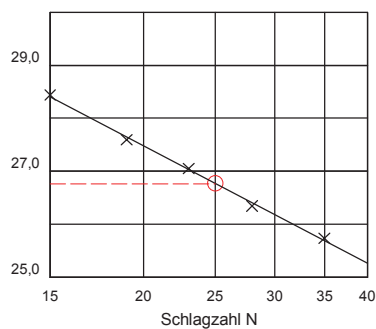
Anteil ≤ 0.4 mm: $m_d / m = 93,15 \%$

Anteil ≤ 0.002 mm: $m_T / m =$ %

Wassergehalt (Überkorn) $w_{\text{Ü}}$ = 0,00 %

$$\text{korr. Wassergehalt: } w_K = \frac{w - w_{\ddot{u}}^*}{1.0 - \ddot{u}} = 15,78 \%$$
$$\text{Fließgrenze} \quad w_{\text{Fl}} = 26,76 \%$$

Ausrollgrenze $w_P = 14,35 \%$



Bemerkungen:



Zusammenfassung aller bodenmechanischen Laborergebnisse

Homogenbereich ERD GK23	Homogenbereich RAM	Aufschl.-Nr	Tiefe von [m]	Tiefe bis [m]	Schicht-Nr	Korngrößenverteilung	Korngrößenverteilung	Korngrößenverteilung	Massenanteil an Steinen	Massenanteil Blöcke	Masseanteil große Blöcke	Ungleichförmigkeitsgrad	Krümmungszahl	Korndurchmesser	Korndurchmesser	Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	Fließgrenze	Ausrollgrenze	Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	Plastizität (DIN EN 14688-1)	kf-Wert nach Bialas	Bodengruppe (DIN 18196)	ortsübliche Bezeichnung
						T/U [%]	S [%]	G/X [%]	X [%]	Y [%]	Z [%]	U [-]	Cc [-]	d10 [mm]	d20 [mm]	wN [%]	wL [-]	wP [%]	IP [%]	IC [-]	[-]	[-]	[m/s]	[-]	[-]
B	B	KRB 3-1	2,7	3,6	2.2	11,4	20,5	68,9	0,00						0,4000								4,91E-04	GU	Kies
B	B	KRB 3-2	2,2	3,9	3.2	16,1	34,4	49,6	0,01			377,76	7,11	0,0100	0,1500								3,56E-05	GU*	Kies, schluffig
B	B	KRB 3-2	4,2	4,7	2.2	9,6	22,8	67,6	0,00			146,4	2,7	0,0630	0,4000								4,17E-04	GU	Kies
B	B	KRB 3-3	5,1	6,0	3.2	21,1	47,7	31,2	0						0,0630								4,31E-06	SU*	Sand, schluffig
A	A	KRB 3-4	1,1	2,3	1.1.1	22,4	43,3	34,2	0														2,60E-06	SU*	Sand, schluffig
B	B	KRB 3-4	3,8	4,4	3.2	25,9	47,6	26,5	0,01			230,9	16,1	0,0020	0,0200								7,27E-07	ST*	Sand, tonig
C	C	KRB 3-5	4,3	4,7	4.3	47,6										8,2	26,1	16,18	9,95			leicht		TL	Ton
C	C	KRB 3-6	5,1	6,0	4.3	77,9										14,7	26,8	14,35	12,41	0,88	steif	leicht		TL	Ton
B	B	KRB 3-6	2,3	4,3	3.2	33,7	38,6	27,6	0,1			185,4	2,6	0,0020	0,0200								2,97E-07	ST*	Sand, tonig

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

Bauvorhaben: BÜ Oberwesterwaldbahn

Teilobjekt:

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 2017 / 1455 Entnahmestelle: BÜ 3 km 4,354 MP 3 (SchH) Probennummer: aus KRB 3-3/3-4 Entnahmetiefe: 0,1-6,0m Entnahmedatum: Probenehmer: Probeneingang: 23.03.2017 Geländebeziehungen: Bemerkungen:	Reg.-Nr.: Auftrags-Nr.: U-G000608P Art des Bodens: Kies, Sand
--	---

2. Bodenanalyse

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

Bestandteil	Prüfergebnis	XA1	XA2	XA3
Sulfat (SO ₄ ²⁻) ^{1.)}	78 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.)}	< 0,02 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 mg S^{2-} / kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.

nb - nicht bestimmt

nn - nicht nachweisbar

3. Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke nach DIN 18 196

Bodengruppe (Handspezifizierung)	TL	Entnahmewassergehalt w	7,1 %
Kalkgehalt V_{Ca}	(+)	Fließgrenze w_L	n.b.
$d < 2$ mm	nb	Plastizitätsgrenze w_P	n.b.
$d < 0,063$ mm	nb	Plastizitätsindex I_P	n.b.
$d < 0,002$ 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 04.04.2017

Bearbeiter: Bischof

geprüft: Ehrhardt

Betonaggressivität Bodenaufschlammung

Anlage 4.4, Blatt 1

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

Bauvorhaben: BÜ Oberwesterwaldbahn
Teilobjekt: BÜ 3 km 4,354
Reg.-Nr.:
Auftrags-Nr.: U-G000608P
Prüfungs-Nr.: 2017 / 1455
Boden: Kies, Sand
Entnahmestelle: MP 3 (SchH) aus KRB 3-3/3-4 **Entnahmetiefe:** 0,1-6,0m

Nr.	Merkmal und Meßgröße	Einheit / Prüfergebnis	Meßwert- bereiche	Bewertungs- zahl
a) Beurteilung der Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %		Z₁
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlämbaren Bestandteilen (Kornanteil d _{≤0,063} mm)	~ 40,0	≤ 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
		7220	> 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
		7,1	≤ 20 > 20	0 -1
4	pH - Wert			Z₄
		7,7	> 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})	60	< 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 4.4

Blatt 2

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

Bauvorhaben: BÜ Oberwesterwaldbahn

Teilobjekt: BÜ 3 km 4,354

Reg.-Nr.:

Auftrags-Nr.: U-G000608P

Prüfungs-Nr.: 2017 / 1455

Boden: Kies, Sand

Entnahmestelle: MP 3 (SchH) aus KRB 3-3/3-4 Entnahmetiefe: 0,1-6,0m

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
		1,3	< 3	0
			3 bis 10	-1
			> 10 bis 30	-2
			> 30 bis 100	-3
8	Sulfat (SO_4^{2-}, salzsaurer Auszug)	mmol/kg		Z₈
		0,8	< 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$
	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$
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;		$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$
	Ermittlg. von $ \Delta Z_2 $ entsprechend Zeile 10		$ \Delta Z_2 > 3$
			-1
12	Objekt / Boden - Potential $U_{\text{Cu}} / \text{CuSO}_4$	V	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, 04.04.2017

Bearbeiter: Bischof

geprüft: Ehrhardt

Bauvorhaben: BÜ Oberwesterwaldbahn
Teilobjekt: BÜ 3 km 4,354
 Reg.-Nr. :
 Auftrags-Nr. : U-G000608P
 Prüfungs-Nr. : **2017 / 1455**
 Boden: **Kies, Sand**
 Entnahmestelle : MP 3 (SchH) aus KRB 3-3/3-4 Entnahmetiefe: 0,1-6,0m

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	0
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	-6 *)
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):

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

$$B_0 = 0 \rightarrow$$

Bodenklasse - Bodenaggressivität^{*)}

I a - praktisch nicht aggressiv

- 1.2 Freie Korrosion (mit Bezug auf umgebende Böden):

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

$$B_1 = -6 \rightarrow$$

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):

$$B_0 = 0 \rightarrow$$

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

$$B_1 = -6 \rightarrow$$

Abtragungsrate w (100 a) in mm/a	max. Eindring-tiefe $w_{L\text{max}}$ (30a) in mm/a
0,005	0,03
0,02	0,2

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

Bauvorhaben: BÜ Oberwesterwaldbahn
Teilobjekt: BÜ 3 km 4,354
Reg.-Nr. :
Auftrags-Nr. : U-G000608P
Prüfungs-Nr. : **2017 / 1455**
Boden: **Kies, Sand**
Entnahmestelle : MP 3 (SchH) aus KRB 3-3/3-4 Entnahmetiefe: 0,1-6,0m

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 $U_{\text{Cu}/\text{CuSO}_4}$ |

Bewertungsziffer für unlegierte u. niedriglegierte Eisenwerkstoffe			
Z_1	0 *)	Z_7	0
Z_2	0	Z_8	0
Z_3	0	Z_9	0 *)
Z_4	0	Z_{10}	0 *)
Z_5	0	Z_{11}	-6 *)
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, 04.04.2017

Bearbeiter: Bischof

geprüft: E Rudolph

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Gubener Str. 39 - 86156 Augsburg

DB Engineering & Consulting GmbH
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie (I.TPU(MI))
Frau Dipl.- Ing. M.Sc. Anna Ehrhardt
Oskar-Sommer-Straße 15
60596 Frankfurt a. Main

SYNLAB Umweltinstitut GmbH Umweltinstitut Augsburg

Telefon: 0821-56995-0
Telefax: 0821-56995-888
E-Mail: sui-augsburg@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 4

Datum: 10.02.2017

Prüfbericht Nr.: UAU-17-0015331/04-1
Auftrag-Nr.: UAU-17-0015331
Ihr Auftrag: vom 07.02.2017, 41480410
Projekt: U-G000608 OBW Büs
Eingangsdatum: 07.02.2017
Probenahme durch: DB E/C
Probenahmedatum: 06.02.2017
Prüfzeitraum: 07.02.2017 - 10.02.2017
Probenart: Boden



Probenbezeichnung: MP 3-2 (KRB 3-3, 3-4)

Probe Nr.

UAU-17-0015331-04

Original
Untersuchung aus der zerklein. Probe (Ausnahme: LHKW, AKW aus der Originalprobe)

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern (Backenbrecher)	--	nach Siebung	-
Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Siebung < 22,4 mm	--	ja	DIN 18123
Trockenmasse	%	97,9	DIN EN 14346
EOX	mg/kg TS	0,50	DIN 38414-S 17
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04
TOC	% TS	1,2	DIN EN 13137

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
Toluol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
Styrol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
Summe AKW	mg/kg TS	--	HLUG/Bd.7,T4

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Summe LHKW	mg/kg TS	--	HLUG/Bd.7,T4

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Phenanthren	mg/kg TS	0,19	DIN ISO 18287
Anthracen	mg/kg TS	0,06	DIN ISO 18287
Fluoranthren	mg/kg TS	0,48	DIN ISO 18287
Pyren	mg/kg TS	0,42	DIN ISO 18287
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,31	DIN ISO 18287
Chrysen	mg/kg TS	0,27	DIN ISO 18287
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,55	DIN ISO 18287
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 18287
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,19	DIN ISO 18287
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,09	DIN ISO 18287
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,28	DIN ISO 18287
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,24	DIN ISO 18287
Summe PAK EPA	mg/kg TS	3,26	DIN ISO 18287

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
Summe PCB	mg/kg TS	--	DIN EN 15308
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308

Metalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasserauflösung	--	ja	DIN EN 13657
Arsen	mg/kg TS	6,5	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	44	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	42	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/kg TS	33	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/kg TS	51	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/kg TS	0,11	DIN EN ISO 12846
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Zink	mg/kg TS	117	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN ISO 11262

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	ja	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	8,1	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	67,0	DIN EN 27888
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	mg/l	0,8	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, gesamt	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 14403
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37)

Metalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Blei	µg/l	11	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Cadmium	µg/l	<0,50	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chrom (Gesamt)	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Kupfer	µg/l	10	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Nickel	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Quecksilber	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 12846
Thallium	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Zink	µg/l	24	DIN EN ISO 11885 (E 22)

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Umweltinstitut GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. (DIN EN ISO 17025).

Der Prüfbericht wurde am 10.02.2017 um 15:13 Uhr durch Dipl.-Ing. (FH) Andreas Storr (Kundenbetreuer) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Gubener Str. 39 - 86156 Augsburg

DB Engineering & Consulting GmbH
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie (I.TPU(MI))
Frau Dipl.- Ing. M.Sc. Anna Ehrhardt
Oskar-Sommer-Straße 15
60596 Frankfurt a. Main

SYNLAB Umweltinstitut GmbH Umweltinstitut Augsburg

Telefon: 0821-56995-0
Telefax: 0821-56995-888
E-Mail: sui-augsburg@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 4

Datum: 10.02.2017

Prüfbericht Nr.: UAU-17-0015331/03-1
Auftrag-Nr.: UAU-17-0015331
Ihr Auftrag: vom 07.02.2017, 41480410
Projekt: U-G000608 OBW Büs
Eingangsdatum: 07.02.2017
Probenahme durch: DB E/C
Probenahmedatum: 06.02.2017
Prüfzeitraum: 07.02.2017 - 10.02.2017
Probenart: Boden



Probenbezeichnung: MP 3-1 (KRB 3-1, 3-2)

Probe Nr.

UAU-17-0015331-03

Original
Untersuchung aus der zerklein. Probe (Ausnahme: LHKW, AKW aus der Originalprobe)

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern (Backenbrecher)	--	nach Siebung	-
Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Siebung < 22,4 mm	--	ja	DIN 18123
Trockenmasse	%	98,7	DIN EN 14346
EOX	mg/kg TS	<0,50	DIN 38414-S 17
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04
TOC	% TS	1,6	DIN EN 13137

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
Toluol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
Styrol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	HLUG/Bd.7,T4
Summe AKW	mg/kg TS	--	HLUG/Bd.7,T4

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,1	HLUG/Bd.7,T4
Summe LHKW	mg/kg TS	--	HLUG/Bd.7,T4

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,14	DIN ISO 18287
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Fluoren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287
Phenanthren	mg/kg TS	0,34	DIN ISO 18287
Anthracen	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 18287
Fluoranthren	mg/kg TS	1,3	DIN ISO 18287
Pyren	mg/kg TS	1,0	DIN ISO 18287
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,85	DIN ISO 18287
Chrysen	mg/kg TS	0,80	DIN ISO 18287
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	1,6	DIN ISO 18287
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,51	DIN ISO 18287
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,51	DIN ISO 18287
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,26	DIN ISO 18287
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,87	DIN ISO 18287
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,80	DIN ISO 18287
Summe PAK EPA	mg/kg TS	9,15	DIN ISO 18287

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308
Summe PCB	mg/kg TS	--	DIN EN 15308
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308

Metalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasserauflösung	--	ja	DIN EN 13657
Arsen	mg/kg TS	7	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	59	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	mg/kg TS	0,39	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	54	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/kg TS	51	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/kg TS	72	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/kg TS	0,17	DIN EN ISO 12846
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Zink	mg/kg TS	160	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN ISO 11262

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	ja	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	8,1	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	43,0	DIN EN 27888
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	mg/l	0,6	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, gesamt	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 14403
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37)

Metalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Blei	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Cadmium	µg/l	<0,50	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Chrom (Gesamt)	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Kupfer	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Nickel	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Quecksilber	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 12846
Thallium	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Zink	µg/l	<10	DIN EN ISO 11885 (E 22)

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Umweltinstitut GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. (DIN EN ISO 17025).

Der Prüfbericht wurde am 10.02.2017 um 15:13 Uhr durch Dipl.-Ing. (FH) Andreas Storr (Kundenbetreuer) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Gubener Str. 39 - 86156 Augsburg

DB Engineering & Consulting GmbH
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie (I.TPU(MI))
Frau Dipl.- Ing. M.Sc. Anna Ehrhardt
Oskar-Sommer-Straße 15
60596 Frankfurt a. Main

SYNLAB Umweltinstitut GmbH Umweltinstitut Augsburg

Telefon: 0821-56995-0
Telefax: 0821-56995-888
E-Mail: sui-augsburg@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 2

Datum: 10.02.2017

Prüfbericht Nr.: UAU-17-0015331/09-1
Auftrag-Nr.: UAU-17-0015331
Ihr Auftrag: vom 07.02.2017, 41480410
Projekt: U-G000608 OBW Büs
Eingangsdatum: 07.02.2017
Probenahme durch: DB E/C
Probenahmedatum: 06.02.2017
Prüfzeitraum: 07.02.2017 - 10.02.2017
Probenart: Asphalt



Probenbezeichnung:
MP 3-3

Probe Nr.

UAU-17-0015331-09

Original
Untersuchung aus der zerklein. Probe (Ausnahme: LHKW, AKW aus der Originalprobe)

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern (Backenbrecher)	--	ja	-
Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	99,5	DIN EN 14346

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	0,06	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Phenanthren	mg/kg TS	0,16	DIN ISO 18287
Anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287
Fluoranthren	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287
Pyren	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 18287
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 18287
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287
Summe PAK EPA	mg/kg TS	0,694	DIN ISO 18287

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	ja	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	7,7	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	28,0	DIN EN 27888
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37)

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Umweltinstitut GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. (DIN EN ISO 17025).

Der Prüfbericht wurde am 10.02.2017 um 15:13 Uhr durch Dipl.-Ing. (FH) Andreas Storr (Kundenbetreuer) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Parameter		MP 3 - 1	MP 3 - 2	MP C							
Herkunft		KRB 3-1 und 3-2	KRB 3-3 und 3-4								
Feststoff	Dimension				Z0 (Sand)	Z0 (Lehm/Schluff)	Z0 (Ton)	Z0* [I]	Z1	Z2	Grenzwert gefährlicher Abfall [XX]
Arsen	mg/kg TS	7	6,5		10	15	20	15 (20) [II]	45	150	1000
Blei	mg/kg TS	59	44		40	70	100	140	210	700	2500
Cadmium	mg/kg TS	0,39	<0,3		0,4	1	1,5	1 (1,5) [III]	3	10	100
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	54	42		30	60	100	120	180	600	1000, hier Cr(VI)
Kupfer	mg/kg TS	51	33		20	40	60	80	120	400	2500
Nickel	mg/kg TS	72	51		15	50	70	100	150	500	2500
Thallium	mg/kg TS	<0,25	<0,25		0,4	0,7	1	0,7 (1) [IV]	2,1	7	1000
Quecksilber	mg/kg TS	0,17	0,11		0,1	0,5	1	1 [VI]	1,5	5	50
Zink	mg/kg TS	160	117		60	150	200	300	450	1500	2500
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,3	0,3		1				3	10	1000
TOC	Masse-%	1,6	1,2		0,5 (1,0) [V]	0,5 (1,0) [V]	0,5 (1,0) [V]	0,5 (1,0) [V]	1,5	5	
EOX	mg/kg TS	0,5	0,5		1	1	1	1	3 [VI]	10	
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TS	<50	<50		100	100	100	200 (400) [VII]	300 (600) [VII]	1000 (2000) [VII]	1000 (2500)
BTX	mg/kg TS	<0,05	<0,05		1	1	1	1	1	1	1000
LHKW	mg/kg TS	<0,1	<0,1		1	1	1	1	1	1	1000
PCB ₆	mg/kg TS	<0,005	<0,005		0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,5	50
PAK ₁₆	mg/kg TS	9,15	3,26		3	3	3	3	3 (9) [VIII]	30	100
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,51	0,19		0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	3	50
Eluat					Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	Grenzwert gefährlicher Abfall [XX]		
pH-Wert	-	8,1	8,1		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	5,5-13		
Leitfähigkeit	µS/cm	43	67		500	500	1000	1500			
Chlorid	mg/L	<0,5	<0,5		10	10	20	30			
Sulfat	mg/L	0,6	0,8		50	50	100	150			
Cyanide (ges.)	µg/L	<5	<5		5	5	10	20	500, hier l. freis.		
Arsen	µg/L	<5	<5		10	10	40	60	200		
Blei	µg/L	5	11		20	40	100	200	1000		
Cadmium	µg/L	<0,5	<0,5		2	2	5	10	100		
Chrom (gesamt)	µg/L	<5	<5		15	30	75	150	1000		
Kupfer	µg/L	5	10		50	50	150	300	5000		
Nickel	µg/L	<5	<5		40	50	150	200	1000		
Quecksilber	µg/L	<0,1	<0,1		0,2	0,2	1	2	20		
Thallium	µg/L	<1	<1		< 1	1	3	5			
Zink	µg/L	10	24		100	100	300	600	5000		
Phenolindex	µg/L	<10	<10		< 10	10	50	100	50000		
Gesamtbewertung		Z 2	Z 1		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	>Z2		
Parameter, maßgebend	-	TOC, PAK	Cyanid, TOC								

[I]: maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (Siehe "Ausnahme von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

[II]: Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenart Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg.

[III]: Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenart Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.

[IV]: Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenart Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1 mg/kg.

[V]: Bei einem C:N-Verhältnis >25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

[VI]: Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

[VII]: Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenstoffverbindungen mit der Kettenlänge von C₁₀ bis C₂₂. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C₁₀ bis C₄₀), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

[VIII]: Bodenmaterial mit den Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

[IX]: bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/L

[X]: bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 mg/L

[XX]: Schwellenwerte für Einstufung in gefährlichen Abfall nach Vollzugshinweise zur Zuordnung von Abfällen zu den Abfallarten eines Spiegeleintrages der Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (AVV), Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Saarbrücken, Stand Juni 2008

n.n.: nicht nachgewiesen: alle untersuchten Einzelsubstanzen kleiner Bestimmungsgrenze; * nach RIL 880.4010

* nach RIL 880.4010, Stand 01.02.2003

Untersuchungsbereich		BÜ 3 km 4,354 AP 3-7; 3-8	LAGA (Recyclingstoffe)			
Probebezeichnung						
Bereich						
Entnahmetiefe [m]			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Analyseergebnisse Feststoff						
PAK-Summe	mg/kg TS	0,694	1	3	15	75
Analyseergebnisse Eluat						
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	10	50	100

Analyseparameter [Einheit]		Analyseergebnis	Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01			
			A	A1	B	C
Art der Straßenausbaustoffe		Ausbaustoffe mit vorwiegend steinkohlenteer-typischen Bestandteilen	Ausbauasphalt		Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen	
					vorwiegend steinkohlenteer-typisch	vorwiegend braunkohlenteer-typisch
PAK-Summe im Feststoff	[mg/kg]	0,694	≤ 25	≤ 10	> 25	Wert ist anzugeben
Phenolindex im Eluat	[mg/l]	< 0,01	≤ 0,1	-	≤ 0,1	> 0,1

k. S. - keine Summenbildung, alle Einzelwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze

n.b. - nicht bestimmt

Bewertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01)

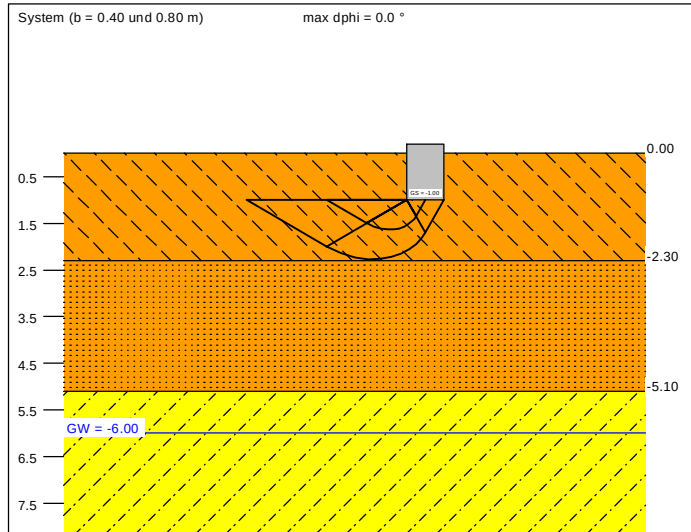
Probe	Gehalt PAK [mg/kg]	Phenolindex [mg / l]	Verwertungs-klasse nach RuVA-StB 01	Zuordnungs-klasse nach LAGA Recyclingstoffe
MP 3-3	0,694	< 0,01	A	Z 0

BÜ Oberwesterwaldbahn

Str. 3730 BÜ 3, km 4,354

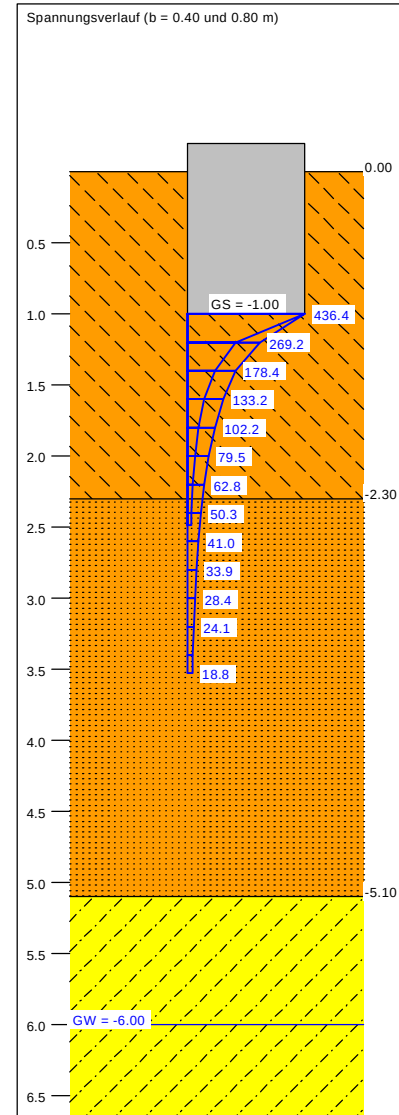
Betonschaltheus auf vier Einzelfundamenten

KRB 3-3 Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	9.0	30.0	1.0	12.0	0.00	1.1.1 Auffüllung
	19.0	9.5	32.5	0.0	20.0	0.00	2.2 GU, GT
	19.5	10.0	30.0	2.0	15.0	0.00	3.2 SU*



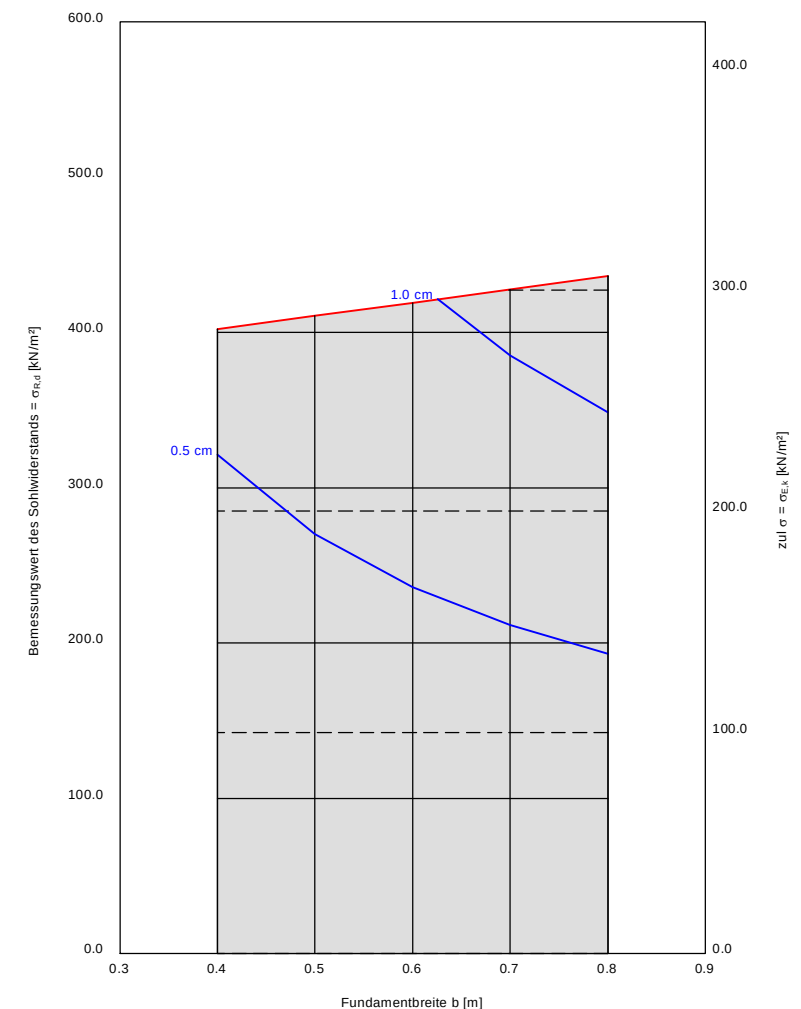
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	t ₀ [m]	UK LS [m]
0.40	0.40	402.2	64.4	282.3	0.64 *	30.0	1.00	17.00	17.00	2.48	1.63
0.50	0.50	410.8	102.7	288.3	0.80 *	30.0	1.00	17.00	17.00	2.76	1.79
0.60	0.60	419.3	151.0	294.3	0.96 *	30.0	1.00	17.00	17.00	3.03	1.95
0.70	0.70	427.9	209.6	300.2	1.12 *	30.0	1.00	17.00	17.00	3.28	2.11
0.80	0.80	436.4	279.3	306.2	1.29 *	30.0	1.00	17.00	17.00	3.53	2.27

* Vorbelastung = 17.0 kN/m²
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
 Betonschaltheus
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 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 = -1.00 m
 Grundwasser = -6.00 m
 Vorbelastung = 17.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohlendruck
 — Setzungen





Homogenbereich ERD GK23 =A			Laborversuche					Erfahrungswerte	
			von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von	bis
25	Korngrößenverteilung	T/U [%]	22,4	22,4	--	--	1	5	30
26		S [%]	43,3	43,3	--	--	1	35	65
27		G/X [%]	34,3	34,3	--	--	1	25	55
28	Massenanteil an Steinen	X [%]	0,0	0,0	--	--	1	0	10
29	Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	0	0	5
30	Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	0	--	--
36	Feuchtdichte (DIN EN ISO 17892-2 / DIN 18125-2)	r [t/m³]	--	--	--	--	0	1,7	1,9
42	undräßierte Scherfestigkeit (DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2)	c _u [MN/m²]	--	--	--	--	0	--	--
47	Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	w _N [%]	--	--	--	--	0	--	--
50	Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	I _p [%]	--	--	--	--	0	--	--
51	Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	I _c [-]	--	--	--	--	0	--	--
52	Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	--	--	--	--	0	--	--
58	bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--	0	locker	mitteldicht
59		I _D [%]	--	--	--	--	0	--	--
62	Organischer Anteil (DIN 18128)	V _{gl} [%]	--	--	--	--	0	0	< 5
66	ortsübliche Bezeichnung	[-]	Auffüllung (Sand, Kies)						
Schichten lt. Baugrundmodell:			1.1.1, 1.1.2						
Bodengruppen			[SU*, SU, ST, GU, GT, GW]						

Homogenbereich ERD-B

Homogenbereich ERD GK23 =B			Laborversuche					Erfahrungswerte	
			von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von	bis
25	Korngrößenverteilung	T/U [%]	47,6	77,9	--	--	2	40	85
26		S [%]	--	--	--	--	0	10	50
27		G/X [%]	--	--	--	--	0	0	25
28	Massenanteil an Steinen	X [%]	--	--	--	--	0	0	10
29	Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	0	0	5
30	Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	0	0	5
36	Feuchtdichte (DIN EN ISO 17892-2 / DIN 18125-2)	r [t/m³]	--	--	--	--	0	1,9	2,2
42	undränirierte Scherfestigkeit (DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2)	c _u [MN/m²]	--	--	--	--	0	0,025	0,150
47	Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	w _N [%]	8,2	14,7	--	--	2	7	30
50	Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	I _p [%]	10,0	12,4	--	--	2	9	35
51	Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	I _c [-]	0,88	0,88	--	--	1	0,75	1,4
52	Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	st	hf	--	--	2	steif	halbfest
58	bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--		--	--
59		I _D [%]	--	--	--	--	0	--	--
62	Organischer Anteil (DIN 18128)	V _{gl} [%]	--	--	--	--	0	0	5
66	ortsübliche Bezeichnung	[-]	Ton						
Schichten lt. Baugrundmodell:			4.3, 4.4						
Bodengruppen			TL						

Homogenbereich ERD-C

Homogenbereich ERD GK23 =C			Laborversuche					Erfahrungswerte	
			von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von	bis
25	Korngrößenverteilung	T/U [%]	9,6	33,7	19,7	8,4	6	5	35
26		S [%]	20,5	47,7	35,2	10,7	6	15	60
27		G/X [%]	26,5	68,9	45,2	18,0	6	25	75
28	Massenanteil an Steinen	X [%]	0,0	0,1	0,0	0,0	6	0	10
29	Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	0	0	5
30	Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	0	0	5
36	Feuchtdichte (DIN EN ISO 17892-2 / DIN 18125-2)	r [t/m³]	--	--	--	--	0	1,8	2,1
42	undränirierte Scherfestigkeit (DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2)	c _u [MN/m²]	--	--	--	--	0	--	--
47	Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	w _N [%]	--	--	--	--	0	--	--
50	Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	I _p [%]	--	--	--	--	0	--	--
51	Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	I _c [-]	--	--	--	--	0	--	--
52	Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	--	--	--	--	0	--	--
58	bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--	0	md	d
59		I _D [%]	--	--	--	--	0	--	--
62	Organischer Anteil (DIN 18128)	V _{gl} [%]	--	--	--	--	0	0	5
66	ortsübliche Bezeichnung	[-]	Kies, Sand						
Schichten lt. Baugrundmodell:			2.2, 2.3, 3.2, 3.3						
Bodengruppen			ST, GU, GT, GW, ST*, GU*, GT*, SU*						



Homogenbereich RAM-A

Homogenbereich RAM =A			Laborversuche					Erfahrungswerte	
			von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von	bis
25	Korngrößenverteilung	T/U [%]	22,4	22,4	--	--	1	5	30
26		S [%]	43,3	43,3	--	--	1	35	65
27		G/X [%]	34,3	34,3	--	--	1	25	55
28	Massenanteil an Steinen	X [%]	0,0	0,0	--	--	1	0	10
29	Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	0	0	5
30	Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	0	--	--
47	Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	w _N [%]	--	--	--	--	0	--	--
50	Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	I _p [%]	--	--	--	--	0	--	--
51	Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	I _c [-]	--	--	--	--	0	--	--
52	Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	--	--	--	--	0	--	--
58	bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--	0	lo	md
59		I _D [%]	--	--	--	--	0	--	--
66	ortsübliche Bezeichnung	[-]	Auffüllung (Sand, Kies)						
Schichten lt. Baugrundmodell:			1.1.1, 1.1.2						
Bodengruppen			[SU*, SU, ST, GU, GT, GW]						



Homogenbereich RAM-B

Homogenbereich RAM =B			Laborversuche				Erfahrungswerte	
			von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von bis
25	Korngrößenverteilung	T/U [%]	47,6	77,9	--	--	2	40 85
26		S [%]	--	--	--	--	0	10 50
27		G/X [%]	--	--	--	--	0	0 25
28	Massenanteil an Steinen	X [%]	--	--	--	--	0	0 10
29	Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	0	0 5
30	Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	0	0 5
47	Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	w _N [%]	8,2	14,7	--	--	2	7 30
50	Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	I _p [%]	10,0	12,4	--	--	2	9 35
51	Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	I _c [-]	0,88	0,88	--	--	1	0,75 1,4
52	Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	--	--	--	--	0	steif halbfest
58	bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--	0	-- --
59		I _D [%]	--	--	--	--	0	-- --
66	ortsübliche Bezeichnung	[-]	Ton					
Schichten lt. Baugrundmodell:			4.3, 4.4					
Bodengruppen			TL					



Homogenbereich RAM =C			Laborversuche					Erfahrungswerte	
			von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von	bis
25	Korngrößenverteilung	T/U [%]	9,6	33,7	19,7	8,4	6	5	35
26		S [%]	20,5	47,7	35,2	10,7	6	15	60
27		G/X [%]	26,5	68,9	45,2	18,0	6	25	75
28	Massenanteil an Steinen	X [%]	0,0	0,1	0,0	0,0	6	0	10
29	Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	0	0	5
30	Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	0	0	5
47	Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	w _N [%]	--	--	--	--	0	--	--
50	Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	I _p [%]	--	--	--	--	0	--	--
51	Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	I _c [-]	--	--	--	--	0	--	--
52	Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	--	--	--	--	0	--	--
58	bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--	0	md	d
59		I _D [%]	--	--	--	--	0	--	--
66	ortsübliche Bezeichnung	[-]	Auffüllung (Sand, Kies)						
Schichten lt. Baugrundmodell:			1.1.1, 1.1.2						
Bodengruppen			[SU*, SU, ST, GU, GT, GW]						

Fotodokumentation



Projekt: U-G000608P Oberwesterwald Bahnübergänge

Teilprojekt: BÜ 3, km 4,354

Leistungsphase:

Thema / Strecke: 3730

Bearbeiter / Stand: I. Orfanos / 04.08.2016

Inhaltsverzeichnis:

Bild 1:	[BÜ 03 - km 4,354_01.JPG]	3
Bild 2:	[BÜ 03 - km 4,354_02.JPG]	3
Bild 4:	[BÜ 03 - km 4,354_04.JPG]	4
Bild 6:	[BÜ 03 - km 4,354_06.JPG]	4
Bild 7:	[BÜ 03 - km 4,354_07.JPG]	5
Bild 8:	[BÜ 03 - km 4,354_08.JPG]	5
Bild 9:	[BÜ 03 - km 4,354_09.JPG]	6
Bild 10:	[BÜ 03 - km 4,354_10.JPG]	6
Bild 11:	[BÜ 03 - km 4,354_11.JPG]	7
Bild 12:	[BÜ 03 - km 4,354_12.JPG]	7
Bild 13:	[BÜ 03 - km 4,354_13.JPG]	8
Bild 15:	[BÜ 03 - km 4,354_15.JPG]	8
Bild 16:	[BÜ 03 - km 4,354_16.JPG]	9
Bild 17:	[BÜ 03 - km 4,354_17.JPG]	9
Bild 19:	[BÜ 03 - km 4,354_19.JPG]	10
Bild 20:	[BÜ 03 - km 4,354_20.JPG]	10
Bild 21:	[BÜ 03 - km 4,354_21.JPG]	11
Bild 22:	[BÜ 03 - km 4,354_22.JPG]	11
Bild 23:	[BÜ 03 - km 4,354_23.JPG]	12
Bild 24:	[BÜ 03 - km 4,354_24.JPG]	12
Bild 26:	[BÜ 03 - km 4,354_26.JPG]	13
Bild 27:	[BÜ 03 - km 4,354_27.JPG]	13
Bild 28:	[BÜ 03 - km 4,354_28.JPG]	14



Bild 1: [BÜ 03 - km 4,354_01.JPG]



Bild 2: [BÜ 03 - km 4,354_02.JPG]



Bild 3: [BÜ 03 - km 4,354_04.JPG]



Bild 4: [BÜ 03 - km 4,354_06.JPG]



Bild 5: [BÜ 03 - km 4,354_07.JPG]



Bild 6: [BÜ 03 - km 4,354_08.JPG]



Bild 7: [BÜ 03 - km 4,354_09.JPG]



Bild 8: [BÜ 03 - km 4,354_10.JPG]



Bild 9: [BÜ 03 - km 4,354_11.JPG]



Bild 10: [BÜ 03 - km 4,354_12.JPG]



Bild 11: [BÜ 03 - km 4,354_13.JPG]



Bild 12: [BÜ 03 - km 4,354_15.JPG]



Bild 13: [BÜ 03 - km 4,354_16.JPG]



Bild 14: [BÜ 03 - km 4,354_17.JPG]



Bild 15: [BÜ 03 - km 4,354_19.JPG]



Bild 16: [BÜ 03 - km 4,354_20.JPG]



Bild 17: [BÜ 03 - km 4,354_21.JPG]



Bild 18: [BÜ 03 - km 4,354_22.JPG]



Bild 19: [BÜ 03 - km 4,354_23.JPG]



Bild 20: [BÜ 03 - km 4,354_24.JPG]



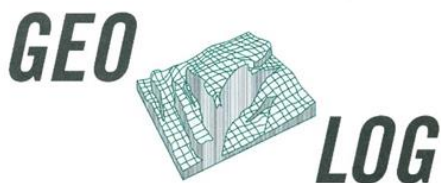
Bild 21: [BÜ 03 - km 4,354_26.JPG]



Bild 22: [BÜ 03 - km 4,354_27.JPG]



Bild 23: [BÜ 03 - km 4,354_28.JPG]



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

z. Hd. Frau Ehrhardt

Oskar-Sommer-Str. 15

60596 Frankfurt am Main

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht vom

anna.ehrhardt@db-international.de

Ihre Tel.:

0151 27705160

Ihre Fax.:

Durchwahl

08151/28070

Unser Zeichen

sh

Starnberg, den 22.08.2016

Kampfmittelerkundung von Bohransatzpunkten

BV Hessen / Oberwesterwald / BÜ Westerwald (Zeitraum: KW 29) – Limburg

Projektnr. U-G000608P Bahnübergänge Oberwesterwald

Bericht

Sehr geehrte Frau Ehrhardt,

sehr geehrter Herr Walter,

vom 18.07.2016 bis 21.07.2016 wurden bei oben genannten Projekt insgesamt 112 Bohransatzpunkte mittels Georadar untersucht.

Am 11.08. und 12.08.2016 wurden bei oben genannten Projekt insgesamt 50 Bohransatzpunkte mittels Georadar untersucht. Die Messungen dienten der Detektion möglicher Kampfmittel im Vorfeld der Eingriffe in den Untergrund. Die Lage der Bohransatzpunkte wurde von der DB Engineering & Consulting GmbH bestimmt.

Angewandte Messverfahren

Wir sondieren Bohransatzpunkte je nach Gegebenheiten vor Ort mittels Georadar und/oder Geomagnetik. Dabei verwenden wir Geräte der Firma *Sensors & Software Inc.* mit einer Arbeitsfrequenz von wahlweise 250 MHz oder 500 MHz und eine Auswertesoftware des Geräteherstellers (*Noggin* Messsystem, *Ekko_View* Software in der Version V2R1).

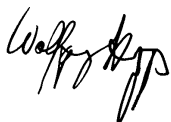
Für Geomagnetikmessungen setzen wir ein 1-kanaliges analoges oder digitales Magnetometersystem der Firma *Vallon GmbH* ein.

Ergebnis

Nach Auswertung der Radargramme vor Ort wurden die Bohransatzpunkte in Absprache mit der DB Engineering & Consulting GmbH entweder in geringem Umfang so verlegt, dass Kampfmittel am Ansatzpunkt ausgeschlossen oder keine kampfmittelrelevanten Indikationen festgestellt werden konnten. Die Kampfmittelfreigabe kann somit für alle gemessenen Punkte erteilt werden.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,



Wolfgang Hepp
Dipl. Geologe

Probenahmeprotokoll BÜ 3, Boden

Allgemeine Angaben

1. Veranlasser, Auftraggeber

Herr Jesko Atanaskovic, DB Netz AG, I.NG-MI-Z,
Am Hauptbahnhof 4, 66111 Saarbrücken

2. Landkreis / Ort / Straße / Objekt / Lage

Strecke 3730 Limburg-Altenkirchen, BÜ 3 km 4,354

3. Grund der Probenahme

Altlasterkundung, Erneuerung des Bahnübergangs

4. Probenahmetag / Uhrzeit:

08.09.2016

5. Probenehmer / Dienststelle / Firma

Steinmetzer, Wiesbaden / DB E&C GmbH

6. Anwesende Personen

7. Herkunft des Abfalls

Bodenproben aus KRB 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 (Auffüllung + Boden)

8. Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen

MKW, PAK, Schwermetalle

9. Untersuchungsstelle

Synlab GmbH, Augsburg

Vor-Ort-Gegebenheiten

10. Abfallart / Allgemeine Beschreibung

Sand und Kies(aufgefüllter und anstehender Boden)

11. Gesamtvolumen / Form der Lagerung

nicht bekannt

12. Lagerungsdauer

entfällt / in-situ – Beprobung

13. Einflüsse auf das Abfallmaterial (z.B. Witterung, Niederschläge)

entfällt / in-situ – Beprobung

14. Probenahmegerät und -material

Kernbohrgerät, Hammer, Schaufel

15. Probenahmeverfahren

Mischprobenbildung

16. Anzahl der Einzelproben: 12 Mischproben: 2 Sammelpuben:

Sonderproben (Beschreibung):

17. Anzahl der Einzelproben je Mischprobe

4 (Auffüllung), 8 (anstehender Boden)

18. Probenvorbereitungsschritte

Einzelproben zu Mischprobe vereinigt, homogenisiert
und durch alternierendes Schaufeln geteilt

19. Probentransport und -lagerung

Expressversand, dunkle, wärmeisolierte Transportbox

20. Vor-Ort-Untersuchung

– keine –



21. Beobachtungen bei der Probenahme / Bemerkungen

keine

22. Topographische Karte als Anhang?

ja ☐ nein ☒ Hochwert: Rechtswert:

23. Lageskizze

(Lage der Haufwerke, etc. und Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude u.s.w.)

Die Lage der Probenahmepunkte kann Anlage 2.2 des Geotechnischen Berichts entnommen werden

Ort: Frankfurt Unterschrift(en): Probenehmer: J. Ullrich

Datum: 06.02.2017 Anwesende / Zeugen:

.....
.....

Probenahmeprotokoll BÜ 3, Ausbauasphalt

Allgemeine Angaben

1. Veranlasser, Auftraggeber

Herr Jesko Atanaskovic, DB Netz AG, I.NG-MI-Z,
Am Hauptbahnhof 4, 66111 Saarbrücken

2. Landkreis / Ort / Straße / Objekt / Lage

Strecke 3730 Limburg-Altenkirchen, BÜ 3 km 4,354

3. Grund der Probenahme

Altlasterkundung, Erneuerung des Bahnübergangs

4. Probenahmetag / Uhrzeit:

08.09.2016

5. Probenehmer / Dienststelle / Firma

Steinmetzer, Wiesbaden / DB E&C GmbH, Frankfurt

6. Anwesende Personen

7. Herkunft des Abfalls

Asphaltproben im Bereich der aufzubrechenden Straße

8. Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen

PAK

9. Untersuchungsstelle

Synlab GmbH, Augsburg

Vor-Ort-Gegebenheiten

10. Abfallart / Allgemeine Beschreibung

Asphalt

11. Gesamtvolumen / Form der Lagerung

nicht bekannt

12. Lagerungsdauer

entfällt / in-situ – Beprobung

13. Einflüsse auf das Abfallmaterial (z.B. Witterung, Niederschläge)

entfällt / in-situ – Beprobung

14. Probenahmegerät und -material

Kernbohrgerät, Hammer, Schaufel

15. Probenahmeverfahren

Aufstemmen

16. Anzahl der Einzelproben: 2 Mischproben: 2 Sammelpuben:

Sonderproben (Beschreibung):

17. Anzahl der Einzelproben je Mischprobe

1

18. Probenvorbereitungsschritte

entfällt

19. Probentransport und -lagerung

Expressversand, dunkle, wärmeisolierte Transportbox

20. Vor-Ort-Untersuchung

– keine –

21. Beobachtungen bei der Probenahme / Bemerkungen

keine



22. Topographische Karte als Anhang?

ja ☐ nein ☒ Hochwert: Rechtswert:

23. Lageskizze

(Lage der Haufwerke, etc. und Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude u.s.w.)

Die Lage der Probenahmepunkte kann Anlage 2.2 des Geotechnischen Berichts entnommen werden

Ort: Frankfurt

Unterschrift(en): Probenehmer: [Signature]

Datum: 06.02.2017

Anwesende / Zeugen:

.....

.....



Übersicht Gründungsempfehlungen

Licht- zeichen /Signal	Erkundung	Lage E ... eben, Bö...Böschung	Baugrundverhältnisse	Rohrlänge nach Einbauanweisung [m]		Bemerkung
				kleine Bauform	große Bauform	
S1/ S5/ S7	KRB 3-2	E	gemischtkörniger und bindiger Boden (st-hf)	3,0	5,0	Rammrohrgründung nach Typenstatik möglich, kleine und große Bauform
A3	KRB 3-1	E	gemischtkörniger und bindiger Boden (st-hf)	3,0	5,0	Rammrohrgründung nach Typenstatik möglich, kleine und große Bauform
S2/A2	KRB 3-5	E	gemischtkörniger und bindiger Boden (st-hf)	3,0	5,0	Rammrohrgründung nach Typenstatik möglich, kleine und große Bauform
A4	KRB 3-6	E	gemischtkörniger und bindiger Boden (st-hf)	3,0	5,0	Rammrohrgründung nach Typenstatik möglich, kleine und große Bauform