

Baugrunderkundung

Barrierefreier Umbau der VBK Haltestelle

Waidweg

in 76189 Karlsruhe Daxlanden

(Geotechnischer Bericht)

im Auftrag von

Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH

Tullastraße 71

76131 Karlsruhe

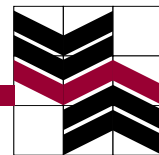
erstellt von

gbm

Gesellschaft für Baugeologie und –meßtechnik mbH, Baugrundinstitut
Pforzheimer Straße 126a, 76275 Ettlingen, Tel. : 07243/7632-0

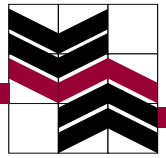
e-395616

Ettlingen, den 07.09.2016



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Verwendete Unterlagen	1
3	Örtlichkeit und Geologie	2
4	Erkundung und Baugrundmodell	3
4.1	<i>Durchgeführte Erkundungen</i>	3
4.2	<i>Schichtenaufbau</i>	3
4.3	<i>Grundwasser</i>	5
5	Laborversuche	5
5.1	<i>Bodenmechanische Laborversuche</i>	5
5.1.1	Allgemein	5
5.1.2	Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128	5
5.1.3	Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1	5
5.1.4	Korngrößenverteilung nach DIN 18123 und Wasserdurchlässigkeit.	6
5.1.5	Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122	7
5.2	<i>Umwelttechnische Laborversuche</i>	7
6	Geotechnische Kategorie, Homogenbereiche, Baugrundkenngößen	7
6.1	<i>Geotechnische Kategorie</i>	7
6.2	<i>Seismische Verhältnisse</i>	7
6.3	<i>Bodenklassifizierung und Homogenbereiche</i>	8
6.4	<i>Charakteristische Bodenkenngößen</i>	8
6.5	<i>Homogenbereiche</i>	9
7	Bautechnische Empfehlungen	10
7.1	<i>Planungsstand</i>	10
7.2	<i>Gründung</i>	11
7.2.1	Flachgründungen	11
7.2.2	Tiefgründung	13
7.3	<i>Baugruben</i>	14
7.4	<i>Entwässerung</i>	15
7.5	<i>Schutz vor Frost</i>	15
7.6	<i>Versickerungsfähigkeit</i>	15
8	Bodenaushub und Wiederverwertbarkeit	16
9	Ergänzende Hinweise	16

**Anlagen****Anlage 1****Pläne**

- Anlage 1.1 Lageplan mit Darstellung der Aufschlusspunkte, Maßstab 1:250
- Anlage 1.2 geologischer Querschnitt bei km 0+75, Maßstab 1:50
- Anlage 1.3 geologischer Querschnitt bei km 0+120, Maßstab 1:50

Anlage 2**Aufschlussprofile**

- Anlage 2.1 Bohrprofile KRB-3 u. KRB-4 Maßstab 1 : 50
- Anlage 2.2 Profil der schweren Rammsondierung DPH-3 u. DPH-4, Maßstab 1 : 50

Anlage 3**Laborversuche**

- Anlage 3.1 Glühverlust
- Anlage 3.2 Wassergehalt
- Anlage 3.3 Kornsummenkurve
- Anlage 3.4 Konsistenzgrenzen
- Anlage 3.5 chemische Laborergebnisse

Anlage 4**Datenblätter der Homogenbereiche**

- Anlage 4.1 Datenblatt Homogenbereich 1
- Anlage 4.2 Datenblatt Homogenbereich 2
- Anlage 4.3 Datenblatt Homogenbereich 3
- Anlage 4.4 Datenblatt Homogenbereich 4

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH planen den barrierefreien Umbau der VBK-Haltestellen zwischen der Eckenerstraße und Rappenwört in 76189 Karlsruhe Daxlanden.

Zur Absicherung der Planung für den südlichen Bahnsteig der Haltestelle Waidweg wurde das Ingenieurbüro gbm am 07.07.2016 mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen und der Erstellung eines geotechnischen Berichts, mit Auswertung der Erkundungs- und Laborergebnisse sowie Empfehlungen zur Gründung, Versickerung, Baugrubenausbildung und Wiederverwertung des Aushubmaterials beauftragt.

Entsprechend den zum Zeitpunkt der Berichterstellung vorliegenden Unterlagen verläuft der Bahnsteig aktuell von ca. Strecken-km 0+75 bis 0+139. Die geplante Umbaumaßnahme sieht vor den bestehenden Bahnsteig rückzubauen und anschließend den vollständigen Neubau des Bahnsteigs gemäß Planung herzustellen. Nach momentanem Planungsstand soll der Bahnsteig nach Abschluss der Umbaumaßnahmen von Strecken-km 0+74 bis 0+129 reichen und von km 0+83 bis 0+89 soll eine Rampe mit 6 % Gefälle entstehen sowie eine Treppe bei km 0+74. Zudem ist gemäß Planunterlagen eine Verbreiterung des Bahnsteigs in südlicher Richtung vorgesehen. Im Endzustand soll der Bahnsteig eine Breite von ca. 2,5 m, im Bereich der Wartehalle von 3,38 m, aufweisen.

Die Gründung der Bahnsteigkante ist bahnseitig durchgehend in einer Tiefe von ca. 0,80 m unter Schienenoberkante geplant, was einem geodätischen Höhenniveau von ca. 106,70 mNN entspricht. Bedingt durch die Böschungsgeometrie liegt die Gründungssohle der als Stützwand geplanten Bahnsteigaußenkante auf der gleisabgewandten Seite tiefer, auf ca. 106,30 mNN. Aufgrund der größeren Breite des Bahnsteigs im Bereich der Wartehalle kommt die Gründung der Stützwand hier weiter außerhalb inmitten der Böschung zu liegen, und das Gründungsniveau liegt entsprechend tiefer auf 105,5 mNN, d.h. ca. 2,0 m unter SO.

2 Verwendete Unterlagen

Es standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Lageplan und Schnitte, Transport Technologie Consult Karlsruhe GmbH, Stand 15.04. 2016
- [2] Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 – September 2009
- [3] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe-Speyer, Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg und Ministerium für Umwelt und Gesundheit Rheinland-Pfalz, Stuttgart-Mainz, 1988
- [4] Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben
- [5] Geologische Karte von Baden-Württemberg mit Erläuterungen, Blatt 6916 Karlsruhe Nord 1 : 25000, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Stuttgart 1985
- [6] Arbeitsblatt DWA-A 138, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2005

3 Örtlichkeit und Geologie

Die Haltestelle Waidweg befindet sich in 76198 Karlsruhe Daxlanden und liegt zwischen der Herrmann-Schneider Allee im Westen und der Pfarrstraße im Osten. Bestandteil der Untersuchung ist ausschließlich der südliche Bahnsteig.

Das Baufeld setzt sich aus befestigten Flächen, teils Asphalt und teils Betonsteine sowie Grünflächen zusammen. Die Geländeoberfläche im Untersuchungsgebiet ist eben und die Baustelle kann radgebunden angedient werden. Direkt südlich des bestehenden Bahnsteigs fällt das Gelände über eine mit ca. 30° - 40° geneigte Böschung um ca. 3 m in Richtung Süden ab.



Abbildung 3-1: Darstellung des Bahnsteigs und des Bauareals

Geologisch betrachtet, liegt das Untersuchungsgebiet im rechtsrheinischen Niedergestade des Rheins. Bei den mittel- bis spätpleistozänen Rheinsedimenten handelt es sich um Sande und Kiese. Örtlich können Ton- und Schlufflinsen auftreten. Im Untersuchungsgebiet können die Rheinsande und -kiese von feinkörnigen Hochflutsedimenten überdeckt sein. [5].

Im Zuge vorangegangener Baumaßnahmen wurde der Untergrund stark anthropogen überprägt.

4 Erkundung und Baugrundmodell

4.1 Durchgeführte Erkundungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Untersuchungsgebiet wurden am 12.07.2016 zwei Kleinrammbohrung (KRB-3 u. KRB-4) nach DIN EN ISO 22475-1 sowie 2 Sondierung (DPH-3 u. DPH-4) mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 durch das Ingenieurbüro gbm ausgeführt.

Die Lage der Aufschlüsse wurde seitens gbm in Absprache mit dem AG festgelegt. Die Aufschlüsse KRB-3 und DPH-3 liegen innerhalb einer Grünfläche westlich des bestehenden Bahnsteigs. Die Aufschlüsse KRB-4 und DPH-4 liegen östlich des bestehenden Bahnsteigs in einer Grünfläche. Alle Aufschlüsse erreichten ihre geplanten Endteufen.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist Anlage 1.1 zu entnehmen, Tabelle 4-1 zeigt die Ansatzpunkte und Endteufen der Aufschlüsse sowie die entnommenen Bodenproben. Die Erkundungsergebnisse sind in Anlage 1.2 und 1.3 in geologischen Querschnitten dargestellt.

Tabelle 4-1: Aufschlüsse und Bodenproben

Aufschluss-Nr.	Ansatzpunkt [mNN]	Endteufe [m]	Proben (Entnahmetiefe u. SO)
KRB-3	107,50	5,0	KRB1-P1 (0,20-1,00m) KRB1-P2 (0,20-1,00m) KRB1-P3 (2,00-2,90m) KRB1-P4 (3,50-3,80m) KRB1-P5 (4,20-5,00m)
KRB-4	107,50	5,0	KRB2-P1 (0,20-1,00m) KRB2-P2 (0,20-1,00m) KRB2-P3 (2,00-3,00m) KRB2-P4 (3,00-3,50m) KRB2-P5 (3,50-3,90m) KRB2-P6 (3,90-4,50m) KRB2-P7 (4,50-5,00m)
DPH-3	107,50	9,0	-
DPH-4	107,50	5,0	-

4.2 Schichtenaufbau

Die Oberfläche des bestehenden Bahnsteigs ist aus Betonpflastersteinen aufgebaut. Der Unterbau des Bahnsteigs ist nicht bekannt. Ober- und Unterbau des Bahnsteigs waren nicht Gegenstand der Erkundung und werden nicht im nachfolgenden Schichtenmodell repräsentiert.

Der durch die beiden Kleinrammbohrungen aufgeschlossene Untergrund zeigte unterhalb einer ca. 0,20 m mächtigen Oberbodenschicht einen Aufbau wie folgt:

Schicht 1: Auffüllung (yA)

In den Kleinrammbohrungen KRB3 und KRB4 wurden bis in Teufen zwischen 2,90 m (KRB-3) und 3,50 m (KRB4) unter SO anthropogene Auffüllungen angetroffen.

Es handelt sich hierbei um Sande mit wechselnden Beimengungen an Kies und Schluff.

Das Farbspektrum ist entsprechend weitreichend von grau, rosa bis braun.

Schicht 1 ist in die Bodengruppen enggestufte Sande (SE) und Sand-Schluff-Gemische (SU) nach DIN 18 196 einzuteilen. Gemäß DIN 14688-1 ist der Boden als nicht schluffiger bis schluffiger, kiesiger Sand anzusprechen (sigrSa).

Dementsprechend reicht das Spektrum der Wasserdurchlässigkeit innerhalb der Schicht 1 von $k_f = 10^{-4}$ m/s bis 10^{-6} m/s.

Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen DPH-3 und DPH-4 zeigten über den vollständigen Teufenabschnitt von Schicht 1 sehr lockere bis lockere Lagerungsverhältnisse mit Schlagzahlen $N_{10} = 1$ bis 2.

Schicht 2: Auesedimente: Schluffe und Sande (qu)

Bei Schicht 2 handelt es sich um unterschiedliche Varietäten gemischtkörniger bis feinkörniger Bodenarten. Den Hauptanteil der Korngrößenzusammensetzung bildet die Sandfraktion. Da die Feinkornfraktion $\leq 0,063$ mm jedoch das bodenmechanische Verhalten des Bodens bestimmt, ist Schicht 2 gemäß DIN 14688-1 als Schluff anzusprechen.

Gemäß den durchgeführten Siebanalysen handelt es sich nach DIN 14688-1 um einen schwach kiesigen, stark sandigen, tonig bis stark tonigen Schluff.

Schicht 2 ist in die Bodengruppen Sand-Ton-Gemische (ST*) und Sand-Schluff-Gemische (SU*) nach DIN 18 196 einzuteilen. Im Aufschluss KRB 4 wurden hohe Anteile an organischen Beimengungen festgestellt, so dass hier ein Übergang zu den Bodengruppen OT und OU nach DIN 18 196 möglich ist. Ein korrelierender Schichtverlauf zwischen den einzelnen Bodengruppen konnte in den Aufschlüssen nicht beobachtet werden, so dass eine klare Abgrenzung nicht möglich ist.

Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen DPH-3 und DPH-4 zeigten über den vollständigen Teufenabschnitt von Schicht 2 breiige bis weiche Konsistenzen mit Schlagzahlen $N_{10} = 1$ bis 4. Schicht 2 reicht in beiden Kleinrammbohrungen bis in die Endteufen von 5,0 m. Im Aufschluss KRB-3 zeigte sich innerhalb der gemischtkörnigen Sedimente in einer Tiefe von 4,40 m bis 4,50 m unter SO eine Kieslage.

Erst ab einer Tiefe von 6,0 m unter SO wurden bei DPH-4 Schlagzahlen $N_{10} \geq 8$ erreicht. Anhand der Sondiererergebnisse von DPH-4 lässt sich vermuten, dass ab dieser Tiefe die rolligen Niederter-rassensedimente des Rheins anstehen.

Schicht 3: Rheinsande und -kiese (qu)

Die benötigten Schlagzahlen der schweren Rammsondierung DPH-4 zeigen ab einer Tiefe von 6,0 m unter GOK einen markante Anstieg, auf überwiegend $N_{10} = 7-8$. Im Rammdiagramm (Anlage 2) ist erkennbar, dass die benötigten Schlagzahlen sehr gleichmäßig verlaufen. Die erhöhten Schlagzahlen weisen darauf hin, dass der Anteil feinkörniger Bestandteile geringer ist. Die Gleichmäßigkeit der Schlagzahlen lässt vermuten, dass es sich hier um gleichförmige, eng gestufte Sande (SE) nach DIN 18196 handelt. Bei Kiesen oder stark kiesigen Sanden würden sich, bedingt durch das Antreffen der Kieskomponenten, deutlichere Abweichungen in den Schlagzahlen der Rammsondierung ergeben. Dieser Bild der Rammergebnisse setzt sich bis in eine Tiefe von 8,0 m unter SO fort.

Ab 8,00 m bzw. 8,50 m zeigt sich erneut ein deutlicher Anstieg in den benötigten Schlagzahlen der schweren Rammsondierung DPH-4 auf $N_{10} \geq 9$. Das Rammprofil zeigt ab diesem Tiefenbereich ausgeprägtere Sprünge in den benötigten Schlagzahlen. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass ab 8,00 m die Kiese des Oberen Kieslagers anstehen.

4.3 Grundwasser

Gemäß [3] wird der gemittelte Flurabstand im Bereich des Untersuchungsgebiets mit 1 m - 2 m angegeben. Der Grundwasserstand liegt folglich auf einem Höhenniveau von ca. 105 mNN bis 106 mNN angegeben.

Im Zuge der Baugrunderkundung vom 14.07.2016 konnte der Tagwasserstand nicht gemessen werden da die unverrohrten Bohrlöcher zugefallen sind. Ab Teufen von 4,40 m unter SO ging der Sättigungsgrad der Sedimente von teilgesättigt zu vollständig gesättigt über.

Am Grundwasserpegel „Waidweg“ (T327) der Stadt Karlsruhe werden seit 1975 kontinuierlich Grundwasserstandsmessungen durchgeführt. Der maximale Grundwasserstand wurde 1983 auf 105,2 mNN festgestellt. Die aktuelle Grundwasserstandsmessung vom 08.08.2016 ergab einen Grundwasserhöhe von 104,13 mNN.

Der Bemessungswasserstand wird auf Basis des Höchstwasserstandes und unter Berücksichtigung von Tages- und Monatsschwankungen auf 106,0 mNN angegeben.

5 Laborversuche

5.1 Bodenmechanische Laborversuche

5.1.1 Allgemein

In untenstehender Tabelle 5-1 sind die untersuchten Bodenproben mit den jeweiligen durchgeführten Laborversuchen aufgeführt. Eine vollständige Auflistung der genommenen Proben ist in Tabelle 4-1 enthalten.

Tabelle 5-1: Zusammenstellung der Laborversuche

Bodenprobe (Entnahmetiefe u. SO)	Schicht-Nr.	Versuch
KRB3-P2 (0,20 – 1,00)	1	Siebung, Wassergehalt
KRB3-P3 (2,00 – 2,90)	1	Siebung, Wassergehalt
KRB3-P4 (3,50 – 3,80)	2	kombinierte Sieb-/Schlämmlung, Atterberg, Wassergehalt
KRB4-P4 (3,00 – 3,50)	1	Siebung, Wassergehalt
KRB4-P7 (4,50 – 5,00)	2	kombinierte Sieb-/Schlämmlung, Wassergehalt, Glühverlust

5.1.2 Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128

An der gestörten Bodenprobe der KRB4-P7 wurde mittels Muffeltrocknung nach DIN 18 128 der Gehalt an organischen Bestandteilen ermittelt.

Das Ergebnis des Laborversuchs zeigt einen Gehalt an organischen Komponenten von 37 %.

Das Ergebnis des durchgeführten Laborversuches ist in Anlage 3.1 enthalten.

5.1.3 Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1

An den in Tabelle 5-2 aufgeführten gestörten Bodenproben aus den relevanten Bodenhorizonten (Schicht 1 und 2) wurde jeweils der natürliche Wassergehalt mittels Offentrocknung gemäß DIN EN ISO 17892-1 bestimmt. Tabelle 5-2 zeigt die Ergebnisse der durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen.

Tabelle 5-2: Darstellung der natürlichen Wassergehalte

Bodenprobe (Entnahmetiefe u. SO)	Schicht-Nr.	natürlicher Wassergehalt [%]
KRB3-P2 (0,20 – 1,00)	1	4,6
KRB3-P3 (2,00 – 2,90)	1	3,3
KRB3-P4 (3,50 – 3,80)	2	21,4
KRB4-P4 (3,00 – 3,50)	1	13,9
KRB4-P7 (4,50 – 5,00)	2	161,5

Die Versuchsergebnisse ergeben für die Auffüllungen (Schicht 1) einen mittleren natürlichen Wassergehalt von ca. 7,3 %.

Für die Böden der Schicht 2 zeigt sich rechnerisch ein mittlerer natürlicher Wassergehalt von 91,5 %. Dieser Wert ergibt sich aus dem hohen Wassergehalt der Probe KRB4-P7. Der Wassergehalt von 161,5 % ergibt sich aus dem hohen Anteil organischen Materials in der Probe KRB4-P7. Derart hohe Wassergehalte sind für die stärker organischen Schichtglieder wie sie im Aufschluss KRB-4 angetroffen wurden, plausibel. Für die im Aufschluss KRB-3 angetroffenen bindigen und gemischtkörnigen Böden der Schicht 2 mit geringem Anteil an organischen Komponenten ist ein Wassergehalt von 20 bis 30 % anzusetzen.

Die Ergebnisse zu den durchgeführten Laborversuchen sind in Anlage 3.2 enthalten.

5.1.4 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 und Wasserdurchlässigkeit.

An den gestörten Bodenproben KRB3-P4 und KRB4-P7 wurde jeweils eine kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123 durchgeführt. An den gestörten Bodenproben KRB3-P2, KRB3-P3 und KRB4-P4 wurde jeweils eine Siebanalyse nach DIN 18123 durchgeführt. Die Kornsummenkurven sind in Anlage 3.3 abgebildet.

Entsprechend den an den Proben durchgeführten Korngrößenanalysen handelt es sich bei Schicht 1 gemäß DIN 14688-1 um einen nicht schluffigen bis schluffigen, kiesigen Sand (sigrSa). Der rollige Boden ist gemäß DIN 18196 als enggestufter Sand (SE) bis Sand-Schluff-Gemisch (SU) zu bezeichnen. Anhand der vorliegenden Kornsummenkurven wurde der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) nach BEYER, KAUBISCH bzw. USBR rechnerisch ermittelt. Hierbei ergibt sich für Schicht 1 ein k_f -Wert von ca. 10^{-4} m/s (KRB4-P4, KRB3-P3) bis ca. 10^{-6} m/s (KRB3-P2). Für hydrogeologische Berechnungen ist ein mittlerer k_f -Wert von 10^{-5} m/s anzusetzen.

Gemäß den an den Proben KRB3-P4 und KRB4-P7 durchgeführten Korngrößenanalysen handelt es sich bei Schicht 2 nach DIN 14688-1 um ein nicht kiesigen bis kiesigen, stark sandigen, tonigen bis stark tonigen Schluff (gr'sa*cl-cl*SI). Aufgrund des hohen Feinkornanteils ist eine rechnerische Ableitung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus der Kornsummenkurve nicht zulässig. Auf Basis von Erfahrungswerten kann als mittlere k_f -Wert ca. $5 \cdot 10^{-7}$ m/s angesetzt werden. Die Ergebnisse der Korngrößenverteilungen sind in Tab. 5-3 zusammengefasst.

Tabelle 5-3: Ergebnisse der Korngrößenanalysen u. k_f -Werte

Bodenprobe (Entnahmetiefe u. SO)	Schicht-Nr.	Bodenart nach DIN 14688-1	Bodengruppe nach DIN 18196	k_f -Wert [m/s]
KRB3-P2 (0,20 – 1,00)	1	si`grSa	SU	$3 \cdot 10^{-5}$
KRB3-P3 (2,00 – 2,90)	1	grSa	SE	$9 \cdot 10^{-4}$
KRB3-P4 (3,50 – 3,80)	2	gr'sa*clSI	ST*	$1 \cdot 10^{-6}$
KRB4-P4 (3,00 – 3,50)	1	grSa	SE	$9 \cdot 10^{-4}$
KRB4-P7 (4,50 – 5,00)	2	sa*cl*SI	OT	$1 \cdot 10^{-7}$

5.1.5 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

An der gestörten Bodenprobe KRB3-P4 aus der Schicht 2 wurden nach DIN 18 122 die Zustandsgrenzen ermittelt.

Entsprechend der Versuchsergebnisse handelt es sich um ein Sand-Ton-Gemisch (ST*) gemäß DIN 18 196. Der Boden zeigte im Laborversuch eine breiige bis weiche Konsistenz mit einer Konsistenzzahl $I_c = 0,5$

5.2 Umwelttechnische Laborversuche

Für die umwelttechnische Vorab-Deklaration der anfallenden Aushubmassen wurden 2 Bodenproben des Auffüllungsmaterials in einem akkreditierten Umweltlabor gemäß des in der Verwaltungsvorschrift Baden-Württemberg geforderten Parameterumfangs im Feststoff und Eluat untersucht.

Die Untersuchungsergebnisse der Probe KRB4-P2 führen aufgrund eines Gehalts an Chrom (gesamt) von 32 mg/kg im Feststoff zu einer Einstufung des Materials in die Zuordnungsklasse Z0*IIIA. Nach den in Baden-Württemberg gültigen Spiegeleinträgen kann der Boden nach den vorliegenden Ergebnissen als nicht gefährlicher Abfall eingestuft werden und entspricht der AVV-Nr. 17 05 04.

Die Untersuchungsergebnisse der Probe KRB4-P3 zeigten keine Grenzwertüberschreitungen und können demnach in die Zuordnungsklasse Z0-Sand eingestuft werden. Nach den in Baden-Württemberg gültigen Spiegeleinträgen kann der Boden nach den vorliegenden Ergebnissen als nicht gefährlicher Abfall eingestuft werden und entspricht der AVV-Nr. 17 05 04.

6 Geotechnische Kategorie, Homogenbereiche, Baugrundkenngroßen

6.1 Geotechnische Kategorie

Das geplante Bauvorhaben ist gemäß EC-7 Band 1 in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen.

6.2 Seismische Verhältnisse

Nach der im EC 8 [4] veröffentlichten Karte sowie der Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg, M 1:350.000 des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg liegt das Projektareal in der Erdbebenzone 1. Der Bauwerksbereich ist entsprechend den bezeichneten Unterlagen der Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung) zuzuordnen. Des Weiteren ist der Baugrund gemäß DIN 4149:2005-04 der Baugrundklasse C (grobkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung) zuzuordnen.

Die Erdbebenzonen beruhen auf der Berechnung der Erdbebengefährdung auf dem Niveau einer Nicht-Überschreitungswahrscheinlichkeit von 90 % innerhalb von 50 Jahren für die Erdbebenzonenspezifischen Intensitätswerte (EMS-Skala).

In der Erdbebenzone 1 sind gemäß Tabelle 2 des EC 8 rechnerisch die Intensitäten $6,5 < I < 7$ zu erwarten. Dies bedeutet, dass für die Bemessung von solchen, durch den Anwendungsbereich der DIN 4149:2005-04 erfassten Bauwerke des Hochbaus, der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung mit $0,4 \text{ m/s}^2$ anzusetzen ist.

6.3 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Nach dem ermittelten Untergrundaufbau und den bodenmechanischen Untersuchungen werden die Schichten entsprechend Tabelle 6-1 klassifiziert.

Tabelle 6-1: Übersicht über vorhandene Bodenklassen,- gruppen und Frostempfindlichkeit

Schicht Nr.	Bezeichnung	Bodengruppe DIN 18916/ Konsistenz / Lagerungs- dichte	Bodenklasse DIN 18300 (alt)	Bohrbarkeitsklassen DIN 18301 (alt)	Frostempfindlichkeit ZTVE StB 12
[1]	Auffüllung	SE-SU locker	3	BN1 – BN2	F1-F2
[2]	Auesedimente	ST*, SU*, OT, UT breiig-weich	4	BB1 – BB2 BO1 – BO2	F3
[3a]	Sande	SE mitteldicht	3	BN1 – BS1	F1
[3b]	Kiese	GW mitteldicht-dicht	3	BN1 – BS1	F1

6.4 Charakteristische Bodenkenngößen

Auf Grundlage der Versuchsergebnisse, nach Erfahrungswerten und den Angaben der DIN 1055-2:2010-11 können für geotechnische Berechnungen die in Tabelle 6-2 dargestellten charakteristischen Bodenkenngößen für die relevanten Bodenschichten angesetzt werden. Die angegebenen charakteristischen Bodenkennwerte bzw. Verdichtbarkeitsklasse für Schicht 1: Auffüllungen sind nur anzuwenden, wenn diese einen überwiegend rolligen Charakter aufweisen und die sandigen Auffüllungen von Fremdbestandteilen wie etwa Betonbruch und/oder bindigen bzw. organischen Komponenten befreit werden.

Tabelle 6-2: Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Werte nach EAU 2012)

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]	kf-Wert [m/s]
[1]	Auffüllung	18/10,0	30,0	0	20	$1 \cdot 10^{-5}$
[2]	Auesedimente	15,5 – 16,5/ 5,5 – 9,5	22,5	2	3	$5 \cdot 10^{-7}$
[3a]	Sande	17,0/9,5	30,0	0	40	$1 \cdot 10^{-4}$
[3b]	Kiese	16,5/9	32,5	0	80	$5 \cdot 10^{-3}$

Die Verdichtbarkeit der beim Bau anfallenden Erdstoffe (Schichten) im Hinblick auf die Verwendung für Baugruben- und Grabenverfüllungen wird entsprechend ZTV A-StB 12 wie folgt eingestuft:

Schicht 1: Verdichtbarkeitsklasse V1

Schicht 2: Verdichtbarkeitsklasse V3

Schicht 3: Verdichtbarkeitsklasse V1

Für die Bemessung von Großbohrpfählen oder Mikropfählen können die in nachfolgender Tabelle 6-3 aufgelisteten charakteristischen Bodenkennwerte verwendet werden.

Tabelle 6-3: charakteristische Kennwerte bzgl. Mantelreibung und Spitzenwiderstand (EA-Pfähle, 2. Auflage)

Schicht Nr.	Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18 196	Großbohrpfähle		Micropfähle	
			Bruchwert der Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]	Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]	Bruchwert der Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]	Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]
[1]	Auffüllung	SE-SU	0,04	0	0	0
[2]	Auesedimente	ST*, SU*, OT, UT	0,02	0	0	0
[3a]	Sande	SE	0,07	0	0,12	0
[3b]	Kiese	GW	0,13	1,5	0,17	0

Für Großbohrpfähle kann ein horizontaler Bettungsmodul angesetzt werden. Dieser ergibt sich wie folgt:

- Horizontaler Bettungsmodul $k_s = E_s / D$ in MN/m³ (für $D > 1,0\text{m}$ gilt $k_s = E_s / 1$ [MN/m³])

Eine Bettungsreaktion kann nur unterhalb der Fußpunkte der Böschung (ca. 105,1 mNN) in Ansatz gebracht werden. Dabei ist eine lineare Zunahme des Bettungsmoduls von $k_s = 0$ im Niveau von 105,1 mNN auf $k_s = E_s / D$ im Niveau ca. 104 mNN anzunehmen.

Für Mikropfähle darf aufgrund der fehlenden Biegesteifigkeit kein horizontaler Bettungsmodul angesetzt werden.

6.5 Homogenbereiche

Gemäß den gültigen ATV-Normen der VOB-Teil C Ergänzungsband 2015 ist der Baugrund in Bezug auf Bauleistungen in Homogenbereiche einzuteilen. Die Einteilung der Homogenbereiche ergibt sich aus den in den einzelnen Normen geforderten Angaben zu geomechanischen und umwelttechnischen Parametern. Seitens des Baugrundgutachters kann zum jetzigen Zeitpunkt nur bedingt abgeschätzt werden, welche Bauleistungen anfallen und welche ATV-Normen bzgl. der Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche zur Anwendung kommen. Hierbei handelt es sich voraussichtlich um:

- DIN 18300: Erdarbeiten
- DIN 18301: Bohrarbeiten

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen ist der Baugrund in vier Homogenbereiche gemäß VOB-Teil C einzuteilen. Die Auffüllungen der Schicht 1 wurden aufgrund ihrer umwelttechnischen Belastungen in 2 Homogenbereiche unterteilt. Eine im Sinne der aktuellen DIN 18300 und DIN 18301 umfassende Charakterisierung der Homogenbereiche ist in der Anlage 4 zu finden. Zur Orientierung für die praktische Anwendung wurde zusätzlich auch eine Einstufung nach der „alten“ Normung vorgenommen (siehe Tabelle 6-1).

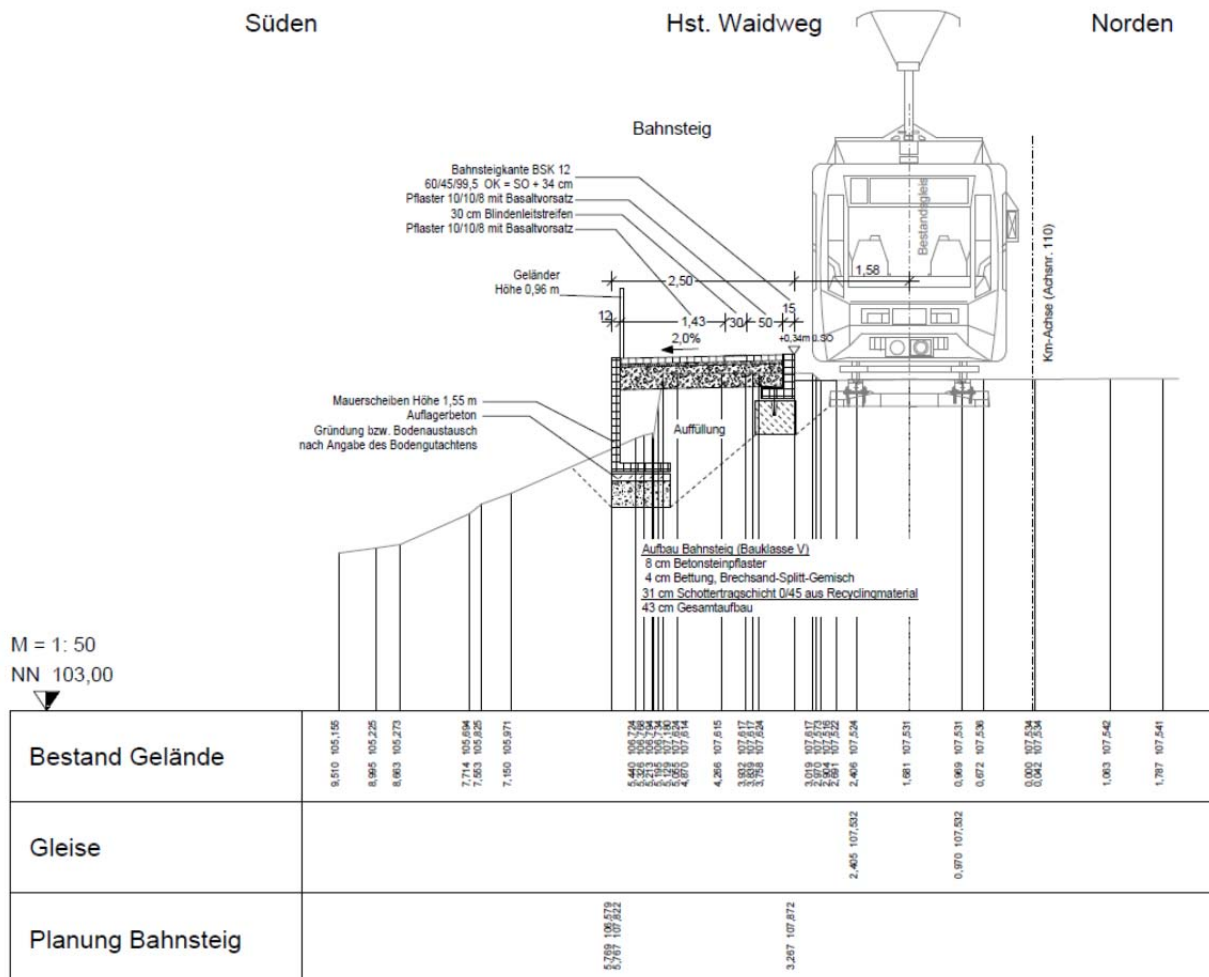


Abbildung 7-2: Querschnitt bei km 40 der Planung, unmaßstäblich

7.2 Gründung

7.2.1 Flachgründungen

Entsprechend den Planunterlagen soll die gleisseitige Bahnsteigkante des neu zu bauenden Bahnsteigs mittels 0,5m tiefen Streifenfundamenten aus unbewehrtem Beton außerhalb des Druckbereichs der Verkehrslasten flach gegründet werden. Auf der bahnabgewandten Seite des Bahnsteigs ist geplant, die Stützwand auf geodätisch entsprechend tieferem Niveau ebenfalls flach zu gründen und ggf. einen Bodenaustausch unter der Gründungssohle vorzunehmen.

Gemäß der vorliegenden Planung soll die Gründungssohle der bahnseitigen Bahnsteigkante auf 106,70 mNN liegen. Die Gründungssohle der hangseitigen Stützwand soll mit Ausnahme des Bereiches der Wartehalle auf ca. 106,30 mNN zu liegen kommen; im Bereich der Wartehalle soll die Gründungssohle auf der gleisabgewandten Seite auf 105,50 mNN liegen. Die Gründungen der Bahnsteigkante und der Stützwand werden dem entsprechend in der Schicht 1 zu liegen kommen. Die Höhendifferenz zwischen den beiden Gründungen beträgt ca. 0,40 m bzw. 1,20 m.

Gleiszugewandte Bahnsteigkante

Die Gründung der gleiszugewandten Bahnsteigkante muss in frostfreier Tiefe, mind. 0,8m unter GOK erfolgen. Grundsätzlich ist eine Flachgründung mittels unbewehrtem Beton möglich, sofern diese außerhalb des äußeren Druckbereichs der Bahnlasten zu liegen kommt. Da die im Gründungsbereich anstehenden Auffüllungen der Schicht 1 locker bis sehr locker gelagert sind, wird es erforderlich, die Gründungssohle mittels geeigneten Gerätschaften, beispielsweise einer Vibrationsplatte, zu verdichten. Weiche bindige Sedimente müssen entfernt und durch gut abgestufte Korngemische ersetzt werden. Für die Ausbildung und den Schutz des Erdplanums sind die Anforderungen der ZTVE-StB-09 Kap. 4.4. zu erfüllen. Auf dem verdichtetem Erdplanum ist mittels Lastplattenversuchen ein E_{v2} -Wert $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ bzw. E_{vd} -Wert $\geq 23 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Gleisabgewandte Stützwand

Die Flachgründung der gleisabgewandten Stützwand muss ebenso in frostfreier Tiefe erfolgen. Die hangseitig verlaufenden Streifenfundamente liegen aufgrund ihres tieferen Gründungsniveaus in dem Einflussbereich der stark setzungsfähigen Böden der Schicht 2. Da die im Gründungsbereich anstehenden Auffüllungen und die darunter liegenden Aue-Sedimente voraussichtlich normal konsolidiert sind, eine geringe Steifigkeit aufweisen und durch den Bau des neuen Bahnsteiges eine Zusatzbelastung entsteht, sind Setzungen in der Größenordnung mehrerer Zentimeter zu erwarten. Die erforderliche Fundamentbreite und Gründungstiefe ist auf der Grundlage von Setzungsrechnungen, Grundbruchnachweisen, Geländebruchnachweisen und Gleitsicherheitsnachweisen zu ermitteln. Eigene überschlägige Berechnungen mit den geometrischen Vorgaben der vorliegenden Planung und den in Kap. 6.2 zusammengestellten Kennwerten ergaben keine ausreichenden Sicherheiten bzw. unzulässige Ausnutzungsgrade im Hinblick auf Geländebruch und Grundbruch. Durch den Einbau eines Gründungspolsters mit einer Stärke von 0,5m können die Setzungen geringfügig reduziert und die Standsicherheit geringfügig, jedoch nicht entscheidend erhöht werden. Günstigere Ergebnisse im Hinblick auf die Standsicherheit ergeben sich durch eine Verbreiterung des rückseitigen Sporns der Stützwand von 1 m auf z.B. 2 m. Der Einfluss auf die Setzungen durch eine Verbreiterung des Sporns ist jedoch vergleichsweise gering.

Es wird deshalb empfohlen, die Verträglichkeit der Bahnsteigkonstruktion und Wartehalle im Hinblick auf Setzungsunterschiede zwischen der gleisseitigen Bahnsteigkante und der gleisabgewandten Stützmauer zu überprüfen. Sofern Setzungsunterschiede in der Größenordnung von 2 cm bis 3 cm tolerierbar sind, bietet sich eine Verbreiterung des Sporns der Stützwand sowie der Einbau eines Gründungspolsters unter dem Gründungsniveau in einer Stärke von mind. 0,5m an.

Dabei werden die nicht ausreichend tragfähigen Auffüllungen durch eine qualifiziert eingebaute güteüberwachte mineralische Tragschicht ersetzt. Der Bodenaustauschkörper ist mit einem seitlichen Überstand so breit auszuführen, dass eine Ausbreitung der Bodenpressungen der Stützwand innerhalb des Polsters mit einem 45° -Winkel möglich ist. Das Erdplanum ist mittels geeigneter Gerätschaften, beispielsweise einer Vibrationsplatte, zu verdichten. Für die Ausbildung und den Schutz des Erdplanums sind die Anforderungen der ZTVE-StB-12 Kap. 4.4. zu erfüllen.

Der Bodenaustausch sollte mit einem weitgestuften Kies oder Schottergemisch beispielsweise der Körnung 0/32 mm oder 0/56 mm aus Brechkorn hergestellt werden. Hierbei ist ausschließlich güteüberwachtes und verifiziertes Material zu verwenden. Der Einbau der mineralischen Tragschicht hat lagenweise und mit einer Verdichtung der einzelnen Lagen auf $D_{Pr} \geq 98 \%$ zu erfolgen. Die zulässige Stärke der einzelnen Einbaulagen ist abhängig vom Größtkorn des Einbaumaterials und den verwendeten Gerätschaften zur Verdichtung zu wählen (siehe hierfür ZTVE-StB-09). Für Kiesmaterial sind Einbaustärken von $\leq 0,3 \text{ m}$ vorzusehen. Der Bodenaustausch sollte über die vollständige Länge des Bahnsteigs unterhalb der Fundamente erfolgen.

Bei der Herstellung des Bodenaustausches ist die Hangsituation zu beachten (siehe Kap. 7.3).

Es wird empfohlen, im Bereich der Streifenfundamente eine Sauberkeitsschicht mit einer Stärke $\geq 0,1$ m aus Beton C8/10 auf die verdichtete Austauschschicht aufzutragen.

7.2.2 Tiefgründung

Varianten

Falls die Setzungsdifferenzen zwischen gleisseitiger Bahnsteigkante und der hangseitigen Stützwand nicht tolerierbar sind, wäre z.B. auch ein Bodenaustausch der Schicht 2 unter der Gründung der Stützwand in Erwägung zu ziehen. Dazu wäre es notwendig, die Böden der Schicht 2 vollständig auszubauen und durch geeignete Materialien zu ersetzen. Dies würde jedoch umfangreiche Erdarbeiten in Verbindung mit Wasserhaltungsmaßnahmen und Baugrubenverbauten erfordern und wäre demzufolge nicht wirtschaftlich.

Als zusätzliche Variante des Bodenaustausches kämen Brunnengründungen in Frage, die z.B. durch das Absenken von Schachtringen bis auf die Schicht 3b bei gleichzeitiger Entnahme des nicht tragfähigen Bodens im Ring hergestellt werden und anschließend mit Kies oder Beton verfüllt werden. Auf den in aufgelöster Reihe niedergebrachten Brunnengründungen könnten Fundamentbalken aufbetoniert und darauf die Stützwand errichtet werden.

Eine weitere Möglichkeit, die Gründungslasten in den tragfähigen Untergrund der Schicht 3b abzutragen, bieten Pfahlgründungen. Bei dieser Gründungsform kann - bei ausreichend biegesteifer Ausbildung der Pfähle - die für den neuen Bahnsteig erforderliche Stützwand integriert werden. Andernfalls muss eine ausreichend mächtige Ausgleichsschicht aus Beton oder Kies-/Schottermaterial auf die Pfahlköpfe aufgebracht werden um einen gleichmäßigen Lasteintrag von der flach gegründeten Stützwand in die Pfähle und den Untergrund zu erzielen und ein Durchstanzen der Pfähle zu verhindern.

Der Einsatz von Spundwänden im Bereich des Böschungsfußes wird aufgrund der zu erwartenden Behinderung der Grundwasserzirkulation nicht empfohlen.

Aufgrund des Grundwassereinflusses und des hohen Organikgehaltes im Untergrund ist für alle Arten der Tiefgründung ausreichend korrosionsbeständiger Stahl und Beton zu verwenden. Der Pfahldurchmesser, das Pfahlraster und die erforderliche Einbindetiefe in den tragfähigen Untergrund sind vom Tragwerksplaner zu ermitteln. Statische Nachweise sind zu führen. Dazu können die geotechnischen Kennwerte in Kap. 6.2 verwendet werden.

Bei der Herstellung der Pfähle sind die geltenden technischen Regelwerke zu beachten.

Bohrpfähle

Die Gründung des Bahnsteigs kann mittels Bohrpfählen erfolgen. Hierbei wird von der Geländeoberfläche aus, im Schutz einer vorrauseilenden Verrohrung, der vorhandene Untergrund entweder mittels Greifer- oder Schneckenbohrung gelöst und gefördert. Anschließend wird der Bewehrungskorb in das Bohrloch eingebracht. Abschließend erfolgt die Betonierung des Pfahls von unten nach oben, gleichzeitig wird die Verrohrung des Bohrlochs gezogen.

Aufgrund der eher geringen Lasteinwirkung ist vermutlich eine aufgelöste Pfahlreihe mit Pfahlabständen von 2,0 m bis 3,0 m ausreichend. Eine Bewehrung der Pfähle ist aufgrund der auftretenden Horizontalkräfte notwendig. Horizontalkräfte müssen über Bettung der Pfähle in den Baugrund abgetragen werden.

Als Gründungshorizont können nur die Rheinkiese (Schicht 3b) unterhalb der Aueablagerungen der Schicht 2 fungieren.

Mikropfähle (GEWI)

Generell handelt es sich bei Mikropfählen um Bohrpfähle mit einem Durchmesser $< 0,3$ m oder Verpresspfähle mit einem Durchmesser $< 0,15$ m.

Für die Gründung des Bahnsteigs bieten sich Mikropfähle in Form von Gewindestäben an.

Bei dieser Form der Mikropfähle werden Bohrlöcher hergestellt, in die anschließend ein Stahltragglied eingebracht wird. Im nächsten Schritt erfolgt die Verpressung des Bohrlochs mit Zement-/Mörtelsuspension.

Als Gründungshorizont können nur die Rheinkiese (Schicht 3b) unterhalb der Aueablagerungen der Schicht 2 fungieren. Da Mikropfähle biegeweich sind, müssen die vertikalen und horizontalen Lastanteile der Stützwandgründung durch vertikale und geneigte Pfahlanordnungen über Mantelreibung im tragfähigen Baugrund abgetragen werden.

7.3 Baugruben

Grundsätzlich ist die DIN 4124:2012-1 zu beachten. Die Baugruben werden eine Aushubtiefe von 1,25 m überschreiten. Dementsprechend können Baugruben bis zu 5 m Tiefe mit ausreichend bemessenen Zwischenbermen und Böschungsneigungen von 45° ohne Standsicherheitsnachweis frei geböscht angelegt werden, vorausgesetzt, die in Abs. 4.2.5 der DIN 4124:2012-1 genannten Mindestabstände von Verkehrslasten werden eingehalten und die in Abs. 4.2.6 genannten besonderen Einflüsse sind nicht maßgebend. Dies ist auf der Gleisseite nur dann gegeben wenn der Fuß der Baugrubenböschung außerhalb des Druckausbreitungsbereiches der Bahnlasten liegt.

Sollte der Bahnverkehr während der Bauphase aufrechterhalten bleiben, ist die bahnseitige Baugrubenwand verformungsarm zu verbauen. Hierfür eignet sich z.B. der Einsatz eines Spundwandverbaus. Aufgrund der Nähe zum Gleis ist schlagendes Rammen erforderlich. Es ist auf eine ausreichende Einbindetiefe der Spunddielen zu achten. Alternativ kann auch ein Trägerverbau mit Stahlbetonfertigelementen erfolgen.

Generell ist die Art und Dimensionierung des Verbaus in Abhängigkeit der auftretenden Lasten vom Statiker festzulegen und rechnerisch nachzuweisen.

Falls gleisseitig kein statisch bemessener Baugrubenverbau eingesetzt werden kann oder soll, kann der Mehraushub und der Bodenaustausch nur abschnittsweise in ausreichend langen Sperrpausen durchgeführt werden. Hierbei können Teilabschnitte von ca. 2 bis 3 m Länge bis auf das geplante Niveau des Erdplanums ausgehoben und der Beton eingebracht werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass Bahnverkehr erst dann wieder aufgenommen werden kann, wenn im Lastausbreitungsbereich des Bahnverkehrs die Aushubbereiche wieder verfüllt sind und ausreichende Schotterbettung vorhanden ist. Diese Vorgehensweise ist nur dann möglich, wenn die Sohle der des Fundamentbalkens der Bahnsteigkante außerhalb des Lastausbreitungsbereichs der Bahnlasten liegt.

Wird diese Bedingung erfüllt, genügt ein Verbau, der Materialverlagerung aus dem Gleisunterbau in den Aushubbereich verhindert (Schotterhalterung).

Falls der Aushub und Einbau der bahnseitigen Gründungsbalkens und der Aushub der restlichen Baugrube in getrennten Arbeitsschritten erfolgen soll und zwischen dem hangseitigen und bahnseitigen Fundament und der hangseitigen Baugrube auf Baugrubenverbau verzichtet werden soll, ist die Standsicherheit der Baugrubenböschung rechnerisch nachzuweisen.

Falls hangseitig auf einen Baugrubenverbau verzichtet wird, ist der durch die geböschte Baugrubenwand erhöhte Platzbedarf der Baugrube zu berücksichtigen. Die in der DIN 4124:2012-1 geforderten Mindestabstände von Fahrzeugen und Baugeräten zur Baugrube sind einzuhalten.

Nach derzeitigem Kenntnisstand verlaufen im Bereich der geplanten Baugrube diverse Kabel und Leitungen. Die exakte Lage aller Sparten ist vor dem Aushub, ggf. mit Suchschürfe zu klären. Bestehende Sparten sind beim Aushub zu berücksichtigen und mit geeigneten Maßnahmen zu schützen. Durch den Verlauf von Kabeln und Leitungen und deren Hinterfüll- bzw. Bettungsmaterial können sich im Zuge des Aushubs lokal besondere Problemstellungen ergeben.

Beim Aushub ist darauf zu achten, dass bei den abzuholenden Bäumen auch das Wurzelwerk vollständig entfernt wird. Im Baugrund verbleibendes Wurzelwerk kann Setzungen verursachen und zu Schäden am Bauwerk führen. Entsprechende Genehmigungen zum Abholzen des Baumbestands sollten rechtzeitig bei den zuständigen Ämtern und Behörden eingeholt werden.

Im geplanten Aushubbereich am Böschungsfuß befinden sich Abspannmasten der Bahnoberleitung. Es wird davon ausgegangen, dass diese Masten erhalten bleiben und bauzeitlich nicht rückgebaut werden. Deshalb sind die Maststandorte sowohl beim Aushub der Baugrube als auch beim Bau der Stützmauer zu berücksichtigen. Beim Aushub ist darauf zu achten, dass durch das Abgraben der Erdmassen bauzeitlich die Fußeinspannung und die bahnseitige Bettung der Masten nicht verloren geht und somit ausreichend Widerstand für die aus den Abspannungen der Oberleitung resultierenden Zugkräfte aktiviert werden kann. Es wäre auch denkbar, die Böschung im Bereich der Masten örtlich mit Spunddielen zu sichern.

7.4 Entwässerung

Bei der geplanten Flachgründung ist bei der Herstellung der Baugrube nur untergeordnet mit Schichtwassereinfluss zu rechnen. Dennoch sollte eine bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahme mit einer ausreichend leistungsstarken Pumpe und einem Pumpensumpf vorgesehen werden.

7.5 Schutz vor Frost

Die Erdbau- und Gründungsarbeiten sollten auf jeden Fall in einer stabilen, frostfreien Witterungsperiode erfolgen. Bauzeitlich ist darauf zu achten, dass sich kein Oberflächenwasser im Bereich der Gründungssohle sammeln und den Boden auffrieren lassen kann.

Entsprechend EC 7 muss die Sohlfläche von dauerhaft genutzten Bauwerken frostsicher sein. Hierfür ist eine Mindestdiefe der Sohlfläche von 0,8 m unter GOK vorgeschrieben, sofern die Frostsicherheit nicht auf andere Weise nachgewiesen wird.

Die angetroffenen Böden der Schichten 1 sind in die Frostempfindlichkeitsklassen F1 bis F2 einzuteilen. Das Untersuchungsgebiet liegt in der Frosteinwirkungszone I. Die Gründung des Bahnsteigs kommt unterhalb der Frosteindringtiefe zu liegen.

7.6 Versickerungsfähigkeit

Die Versickerungsfähigkeit eines Bodens wird maßgebend vom Flurabstand des Grundwasserspiegels und von der Durchlässigkeit des Sickerraums beeinflusst, welche durch den $k_{f,u}$ -Wert dargestellt wird. Dieser wiederum wird unter Verwendung des k_f -Werts ermittelt und entspricht $0,5 \cdot k_f$.

Für alle Aspekte der Planung und des Baus für Versickerungsanlagen ist das Arbeitsblatt DWA-A 138 zu beachten.

**gbm**

Da zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts von planerischer Seite noch keine Angaben zur vorgesehenen Regenwasserversickerung und deren Dimensionierung vorlagen, konnten keine detaillierten Angaben und Empfehlungen getroffen werden. Bei den ermittelten Wasserdurchlässigkeiten des anstehenden Bodens ist eine Versickerung von Niederschlagswasser prinzipiell möglich.

8 Bodenaushub und Wiederverwertbarkeit

Der angetroffene Oberboden ist getrennt auszubauen und wieder zu verwerten (§202 BauG). Die im Zuge des Rückbaus und Aushubs anfallenden Baustoffe und Erdmassen sind zu separieren und auf getrennten Haufwerken zwischenzulagern.

Bei einer Abfuhr oder einem Wiedereinbau des Materials ist eine Beprobung entsprechend LAGA PN 98 durchzuführen und den Ergebnissen gemäß VwV–Baden–Württemberg wiederzuverwenden oder gemäß DepV zu entsorgen.

9 Ergänzende Hinweise

Die Aussagen und Bewertungen in diesem Gutachten dürfen nur im Zusammenhang mit dem vollständigen Gutachten (einschließlich Anlagen) verwendet werden. Es wird darauf hingewiesen, dass die anstehenden Böden und Gesteine natürlichen faziellen Schwankungen unterworfen sind, die bereichsweise unterschiedliche geotechnische Eigenschaften hervorrufen. Bei auftretenden signifikanten Abweichungen von den hier beschriebenen Verhältnissen oder in Zweifelsfällen ist der Gutachter zur Klärung des Sachverhaltes hinzuziehen. Bei wesentlichen Änderungen der geplanten Baumaßnahme gegenüber den zugrunde gelegten Unterlagen zum Zeitpunkt der Begutachtung sind die entsprechenden Aussagen des Gutachtens durch den Baugrundgutachter zu überprüfen und ggf. zu modifizieren.

Ettlingen, 07.09.2016

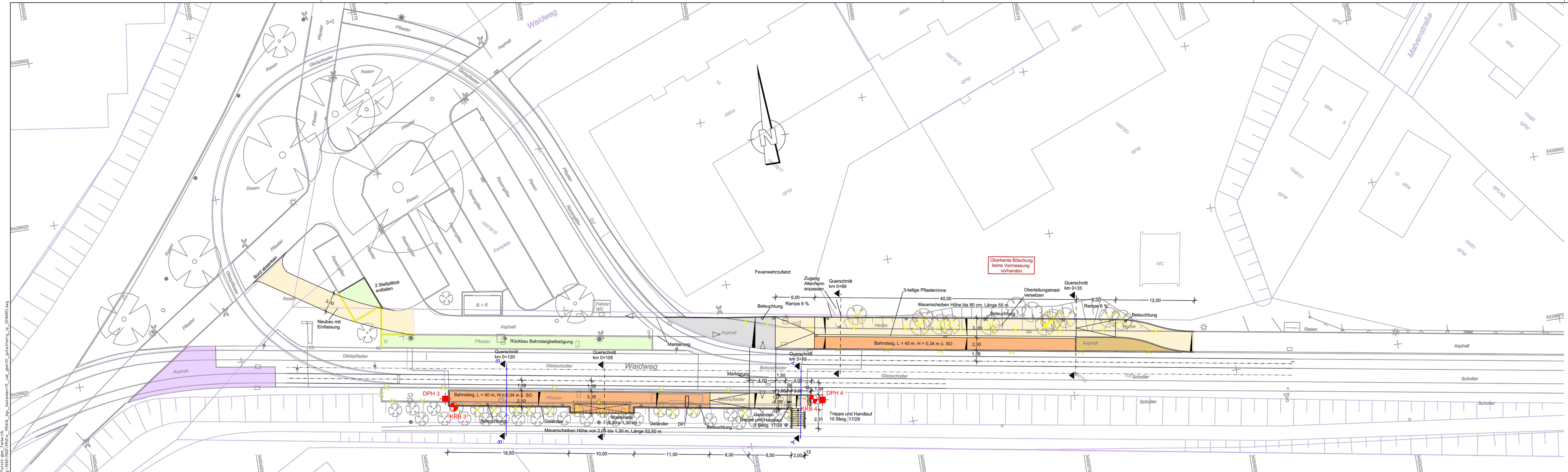
gbm Gesellschaft für Baugeologie und
–meßtechnik mbH • Baugrundinstitut

Dr. W. Rahn




Sachbearbeiter
M. Sc. Michael Piduch

Anlage 1

P:\daxland\17.09.2016
e:\32000\3900\3950\16_gbm_daxland\15_cad_gbm\01_gutachten\lg_20160812.dwg




LEGENDE

-  KRB 1 Rammkernsondierung, mit Nr.
-  DPH 1 Rammsondierung, mit Nr.
-  Schnittlinie

Plangrundlage: Transport Technologie-Consult Karlsruhe GmbH, Lageplan Hst Waidweg (Ausführungsplanung); Stand: 14.04.2016

Auftraggeber:
Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH
Tullastr. 71
76131 Karlsruhe

Planverfasser: 	Projekt-Nr. e-395616	
	Datum	Name
	Bearbeitet 08/2016	Pd
	Gezeichnet 08/2016	VI
Geprüft 09/2016		Kk

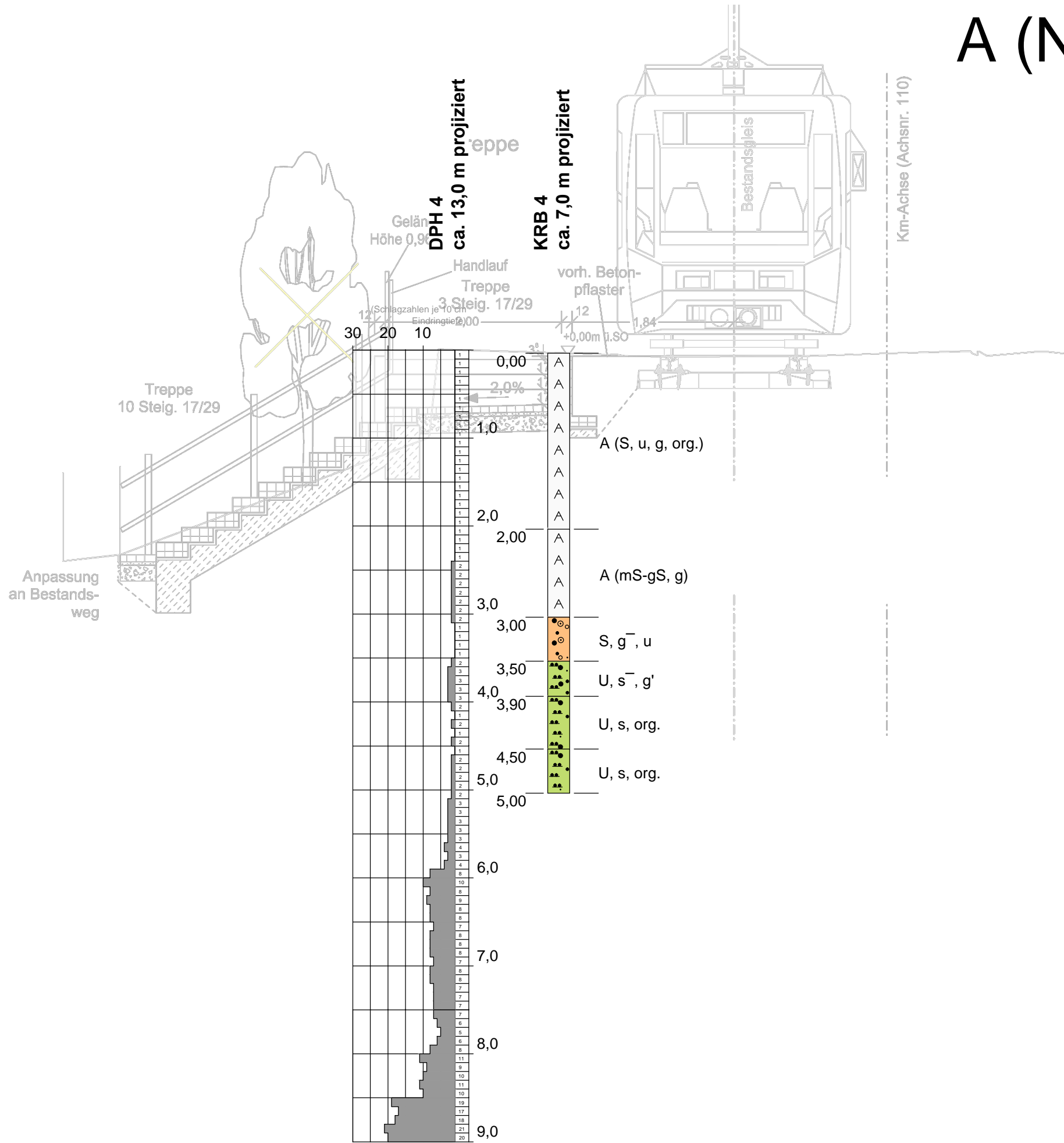
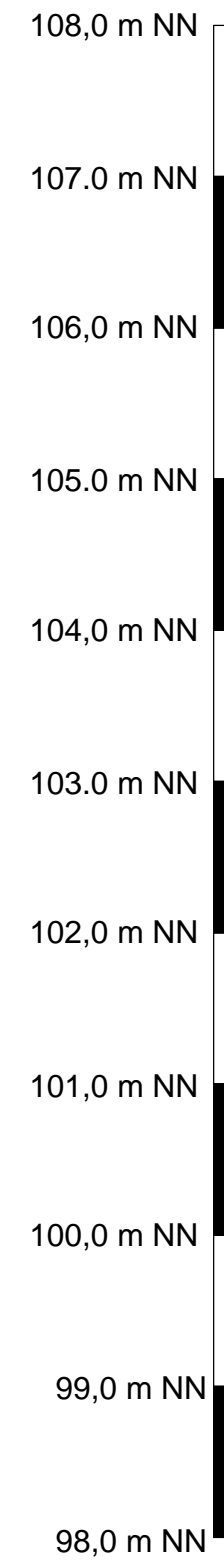
Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Waidweg in
Karlsruhe Daxlanden - Baugrunduntersuchung


Lageplan
mit Darstellung der Aufschlußpunkte

Plan-Nr.
Anlage 1.1
Maßstab:
1: 250

A (S)

A (N)

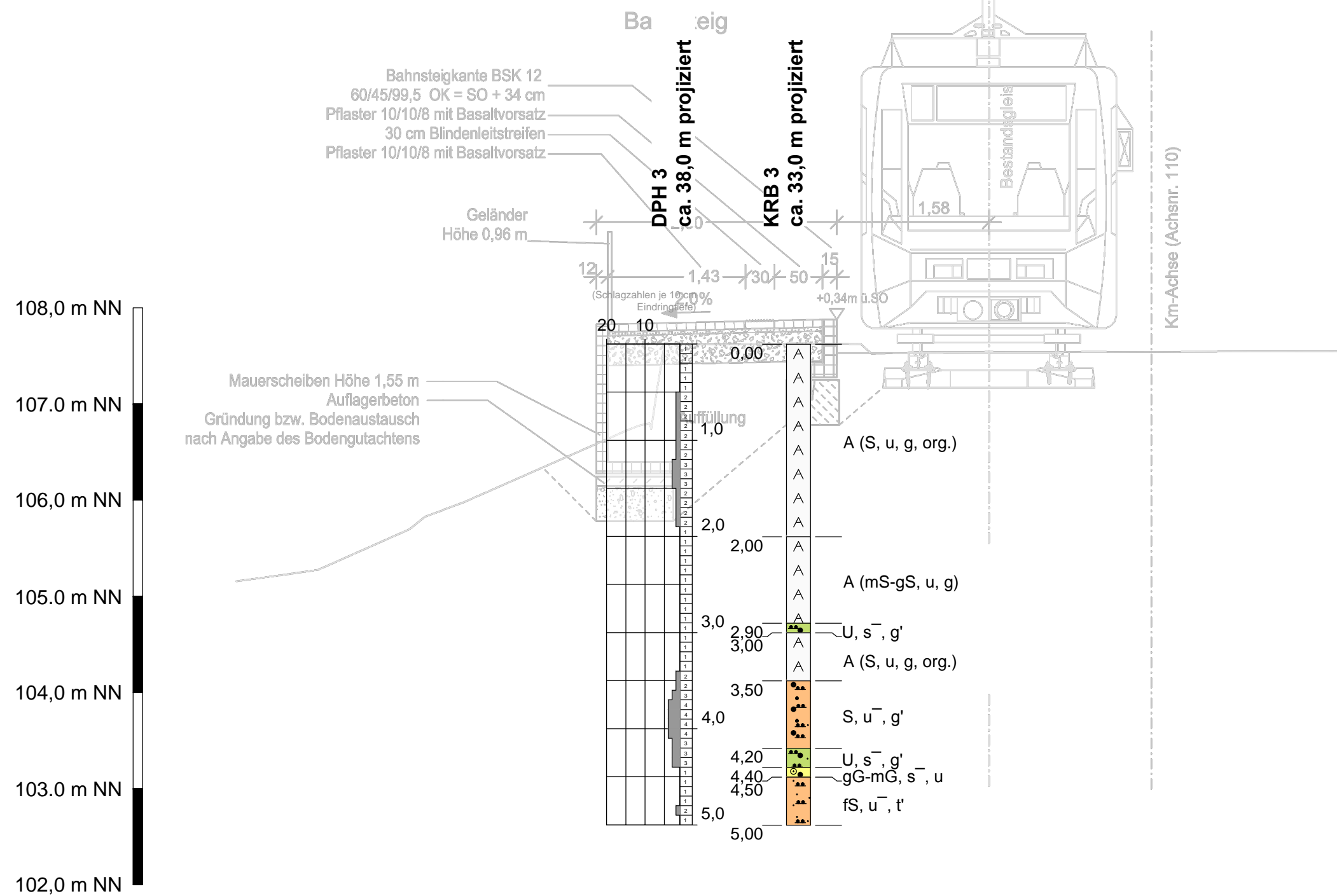


Plangrundlage: Transport Technologie-Consult Karlsruhe GmbH, Querprofil km 0+75 Hst Waidweg; Arbeitsstand: 15.04.2016)				
Auftraggeber:		Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH Tullastr. 71 76131 Karlsruhe		
Planverfasser: 	Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut Pforzheimer Str. 126a 76275 Ettlingen		Projekt-Nr. e-395616	
			Datum	Name
			Bearbeitet	08/2016 Pd
			Gezeichnet	08/2016 VI
		Geprüft	09/2016 Kk	
Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Waidweg in Karlsruhe Daxlanden - Baugrunduntersuchung				Plan-Nr. Anlage 1.2
Querprofil A-A bei km 0+75 mit Darstellung der Aufschlüsse				Maßstab: 1: 50


Plotdatum: 07.09.2016
Plotstil: gbm_Farbe.ctb
g:\3000\3900\3950\3950_e_395616_bgu_daxlanden\15_cad_gbm\01_gutachten\g_w_qp_20160906.dwg

B (S)

B (N)



Plangrundlage: Transport Technologie-Consult Karlsruhe GmbH, Querprofil km 0+120 Hst Waidweg; Arbeitsstand: 15.04.2016)

Auftraggeber:				
Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH Tullastr. 71 76131 Karlsruhe				
Planverfasser:  Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut Pforzheimer Str. 126a 76275 Ettlingen		Projekt-Nr. e-395616		
			Datum	Name
		Bearbeitet	08/2016	Pd
		Gezeichnet	08/2016	VI
		Geprüft	09/2016	Kk
Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Waidweg in Karlsruhe Daxlanden - Baugrunduntersuchung			Plan-Nr. Anlage 1.3	
Querprofil B-B bei km 0+120 mit Darstellung der Aufschlüsse			Maßstab: 1: 50	

Anlage 2

KRB 3

GOK

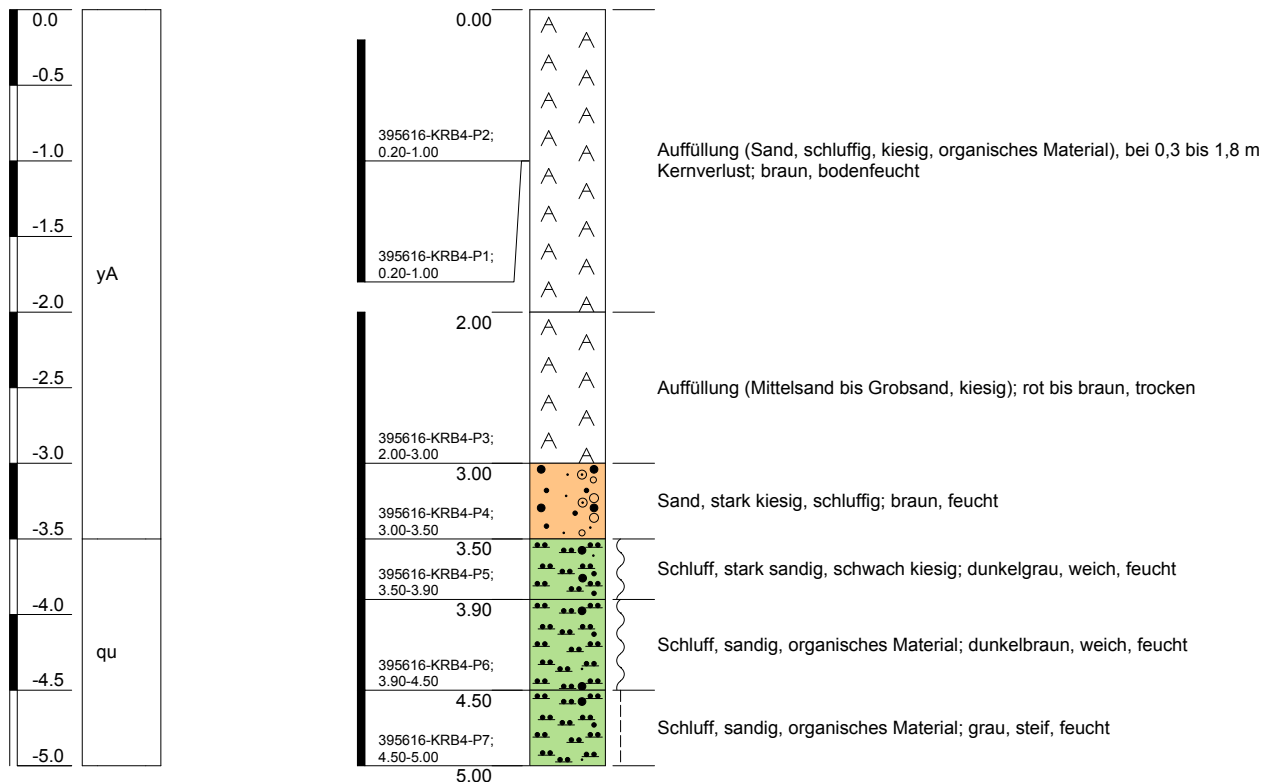

**Projekt: Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Waidweg in Karlsruhe
Daxlanden - Baugrunduntersuchung (e-395616)**

Auftraggeber: Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH				
Ort: Karlsruhe				
Aufschluss: KRB 3				
Ansatzhöhe:	GOK	Bearbeitet:	Kraul	12.07.2016
Endteufe:	5.00 m	Gezeichnet:	Vlasek	15.07.2016
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Piduch	28.07.2016



KRB 4

GOK


**Projekt: Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Waidweg in Karlsruhe
Daxlanden - Baugrunduntersuchung (e-395616)**

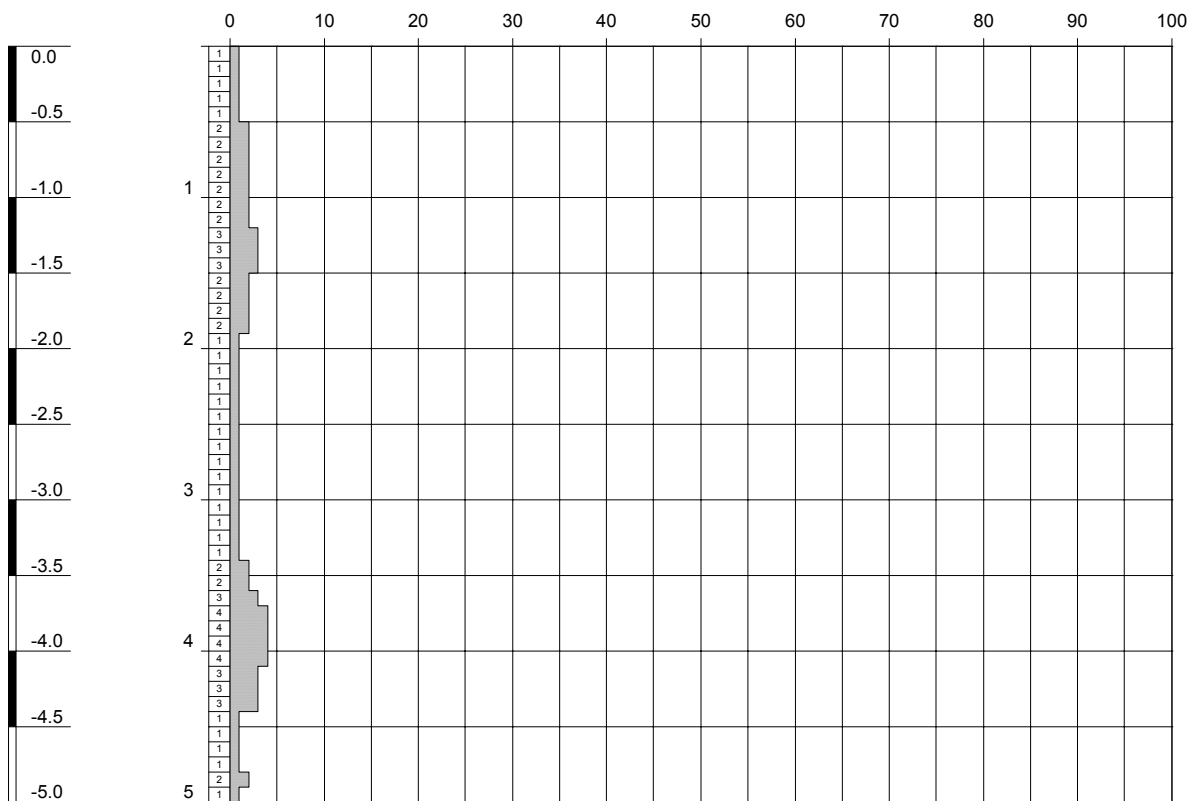
Auftraggeber:	Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH			
Ort:	Karlsruhe			
Aufschluss:	KRB 4			
Ansatzhöhe:	GOK	Bearbeitet:	Kraul	12.07.2016
Endteufe:	5.00 m	Gezeichnet:	Vlasek	15.07.2016
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Piduch	28.07.2016



DPH 3

GOK

(Schlagzahl je 10 cm Eindringtiefe)



**Projekt: Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Waidweg in Karlsruhe
Daxlanden - Baugrunduntersuchung (e-395616)**

Auftraggeber: Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH

Ort: Karlsruhe

Aufschluss: DPH 3

Ansatzhöhe: GOK Bearbeitet: Lied 12.07.2016

Endteufe: 5.00 m Gezeichnet: Vlasek 15.07.2016

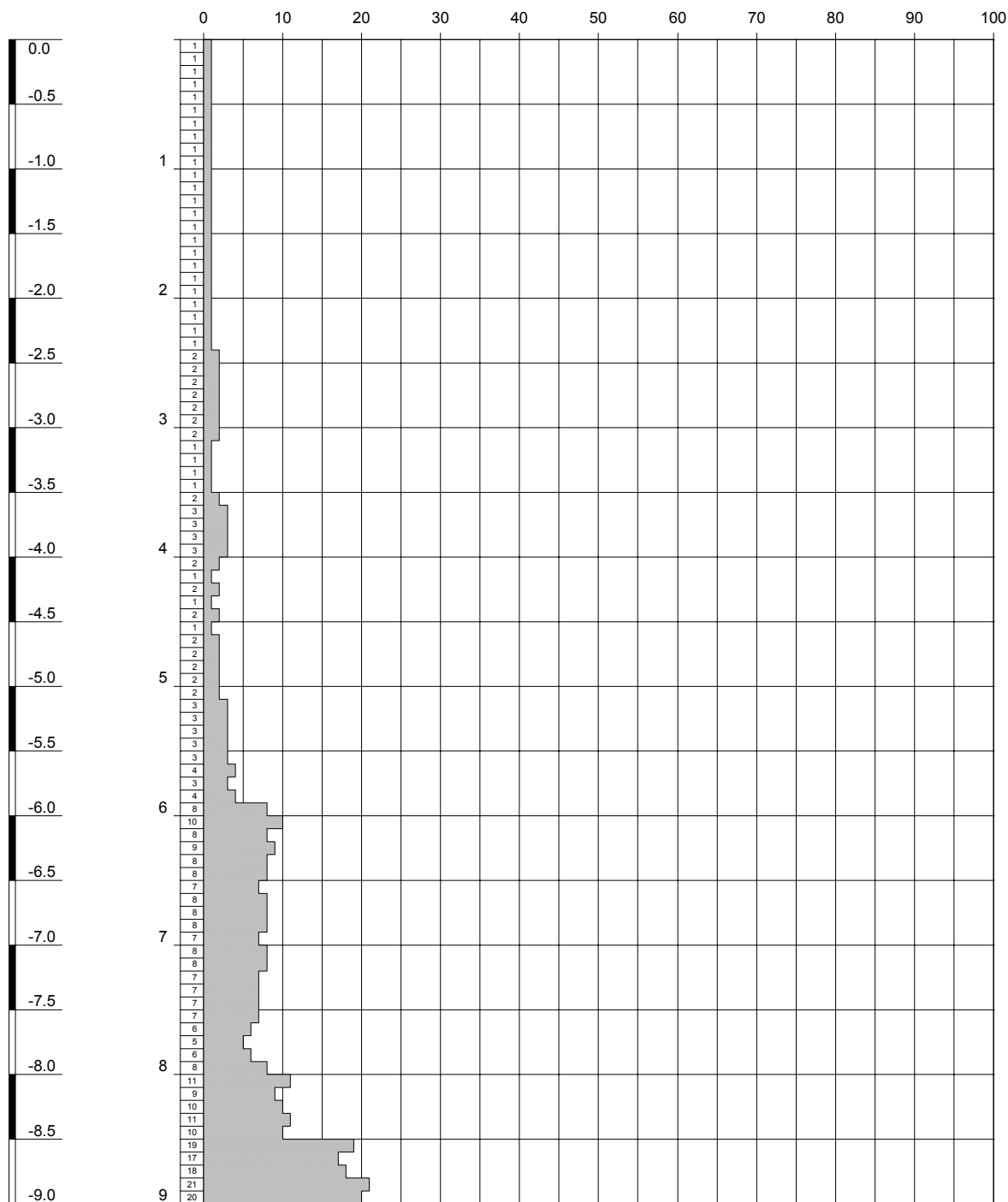
Maßstab: 1:50 Geprüft: Piduch 28.07.2016



DPH 4

GOK

(Schlagzahl je 10 cm Eindringtiefe)



**Projekt: Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Waidweg in Karlsruhe
Daxlanden - Baugrunduntersuchung (e-395616)**

Auftraggeber: Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH

Ort: Karlsruhe

Aufschluss: DPH 4

Ansatzhöhe: GOK Bearbeitet: Lied 12.07.2016

Endteufe: 9.00 m Gezeichnet: Vlasek 15.07.2016

Maßstab: 1:50 Geprüft: Piduch 28.07.2016



Anlage 3



**Bestimmung des Glühverlustes durch Muffelofentrocknung
nach DIN 18128**

Labornummer:	3257-08	Entnahmestelle:	KRB4-P7
Projektnummer:	e-395616	Tiefe:	4,5-5,0m
Bearbeiter:	WS	Bodenart:	U,s*t*,org.
Datum:	29.07.2016	Datum Probenahme:	12.07.2016

Tara Nr.	G1	G2	G3		
Behälter – Nr.	1	2	3		
ungeglühte Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	29,20	28,37	28,25		
geglühte Probe + Behälter $m_{gl} + m_B$ [g]	26,63	25,90	26,17		
Behälter m_B [g]	19,94	19,24	20,63		
Massenverlust $\Delta m_{gl} = m_d - m_{gl}$ [g]	2,57	2,47	2,08		
Trockmasse des Bodens m_d [g]	6,69	6,66	5,54		
Glühverlust $V_{gl} = (\Delta m_{gl} / m_d) \cdot 100$ [%]	38,42	37,08	37,55		

Glühverlust Mittelwert [%]	37,7
----------------------------	------

Bemerkungen:

Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN EN ISO 17892-1

Projekt:	BGU Daxlanden	Anlage:	3.2
Labornummer:	3257-04	Entnahmestelle:	KRB3-P2
Projektnummer:	e-395616	Tiefe:	0,0-0,2m
Bearbeiter:	KG	Bodenart:	S,g
Datum:	18.07.2016	Datum Probenahme:	12.07.2016

Proben - Nr.					
Behälter – Nr.	C02	C08			
Feuchte Probe + Behälter <div>m + m_B [g]</div>	523,72	866,53			
Trockene Probe + Behälter <div>m_D+ m_B [g]</div>	504,83	845,15			
Behälter <div>m_B [g]</div>	130,51	332,92			
Wasser <div>m_W = m - m_D [g]</div>	18,79	21,38			
Trockene Probe <div>m_D [g]</div>	374,42	512,23			
Wassergehalt <div>w = (m_W / m_D) · 100 [%]</div>	5,02	4,17			
Wassergehalt Mittelwert <div>[%]</div>	4,6				
Bemerkungen:					

Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN EN ISO 17892-1

Projekt:	BGU Daxlanden	Anlage:	3.2
Labornummer:	3257-05	Entnahmestelle:	KRB3-P3
Projektnummer:	e-395616	Tiefe:	2,0-2,9m
Bearbeiter:	KG	Bodenart:	S,g
Datum:	18.07.2016	Datum Probenahme:	12.07.2016

Proben - Nr.					
Behälter – Nr.	B07	B10			
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	528,38	540,65			
Trockene Probe + Behälter $m_D + m_B$ [g]	516,26	524,09			
Behälter m_B [g]	94,87	72,61			
Wasser $m_W = m - m_D$ [g]	12,12	16,56			
Trockene Probe m_D [g]	421,39	451,48			
Wassergehalt $w = (m_W / m_D) \cdot 100$ [%]	2,88	3,67			
Wassergehalt Mittelwert [%]	3,3				
Bemerkungen:					

Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN EN ISO 17892-1

Projekt:	BGU Daxlanden	Anlage:	3.2
Labornummer:	3257-06	Entnahmestelle:	KRB3-P4
Projektnummer:	e-395616	Tiefe:	3,5-3,8m
Bearbeiter:	KG	Bodenart:	S,g
Datum:	27.07.2016	Datum Probenahme:	12.07.2016

Proben - Nr.	1	2			
Behälter – Nr.	A18	A05			
Feuchte Probe + Behälter <div>m + m_B [g]</div>	60,35	60,68			
Trockene Probe + Behälter <div>m_D+ m_B [g]</div>	56,59	57,12			
Behälter <div>m_B [g]</div>	39,70	39,79			
Wasser <div>m_W = m - m_D [g]</div>	3,76	3,56			
Trockene Probe <div>m_D [g]</div>	16,89	17,33			
Wassergehalt <div>w = (m_W / m_D) · 100 [%]</div>	22,26	20,54			
Wassergehalt Mittelwert <div>[%]</div>	21,4				
Bemerkungen:					

Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN EN ISO 17892-1

Projekt:	BGU Daxlanden	Anlage:	3.2
Labornummer:	3257-07	Entnahmestelle:	KRB4-P4
Projektnummer:	e-395616	Tiefe:	3,0-3,5m
Bearbeiter:	KG	Bodenart:	S,g
Datum:	18.07.2016	Datum Probenahme:	12.07.2016

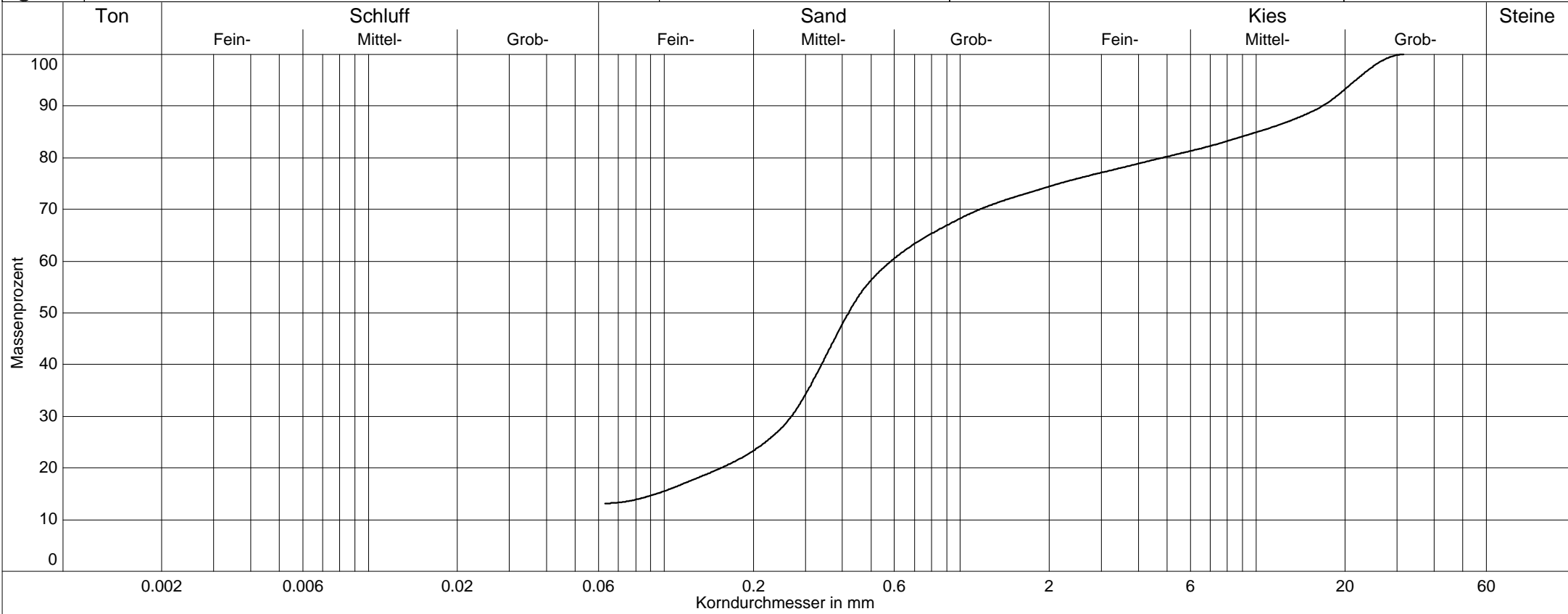
Proben - Nr.					
Behälter – Nr.	B11	B12			
Feuchte Probe + Behälter <div>$m + m_B$ [g]</div>	414,09	453,52			
Trockene Probe + Behälter <div>$m_D + m_B$ [g]</div>	369,00	411,67			
Behälter <div>m_B [g]</div>	75,89	76,29			
Wasser <div>$m_W = m - m_D$ [g]</div>	45,09	41,85			
Trockene Probe <div>m_D [g]</div>	293,11	335,38			
Wassergehalt <div>$w = (m_W / m_D) \cdot 100$ [%]</div>	15,38	12,48			
Wassergehalt Mittelwert <div>[%]</div>	13,9				
Bemerkungen:					

Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN EN ISO 17892-1

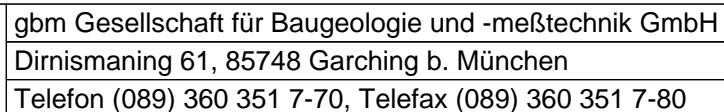
Projekt:	BGU Daxlanden	Anlage:	3.2
Labornummer:	3257-08	Entnahmestelle:	KRB4-P7
Projektnummer:	e-395616	Tiefe:	4,5-5,0m
Bearbeiter:	LG	Bodenart:	U,s*,t*
Datum:	27.07.2016	Datum Probenahme:	12.07.2016

Proben - Nr.	1	2			
Behälter – Nr.	A10	A14			
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	58,45	53,09			
Trockene Probe + Behälter $m_D + m_B$ [g]	47,48	44,46			
Behälter m_B [g]	39,90	39,62			
Wasser $m_W = m - m_D$ [g]	10,97	8,63			
Trockene Probe m_D [g]	7,58	4,84			
Wassergehalt $w = (m_W / m_D) \cdot 100$ [%]	144,72	178,31			
Wassergehalt Mittelwert [%]	161,5				
Bemerkungen: Probe enthält torfige Anteile/ zersetzte Pflanzenfasern					

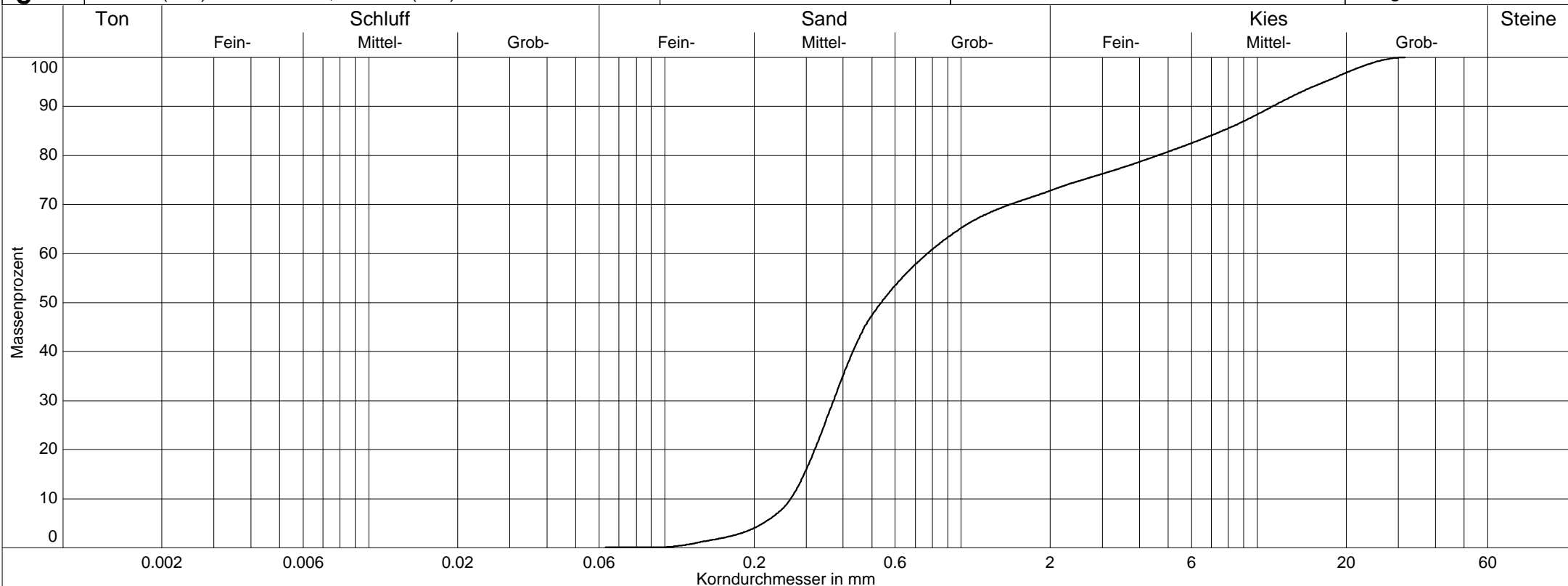
	gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik GmbH		<h1>Kornverteilung</h1> <p>DIN 18 123-5</p>	Projekt: BGU Daxlanden	
	Dirnismaning 61, 85748 Garching b. München			Projektnr.: e-395616	
	Telefon (089) 360 351 7-70, Telefax (089) 360 351 7-80			Datum: 12.07.2016	
			Anlage: 3.3		



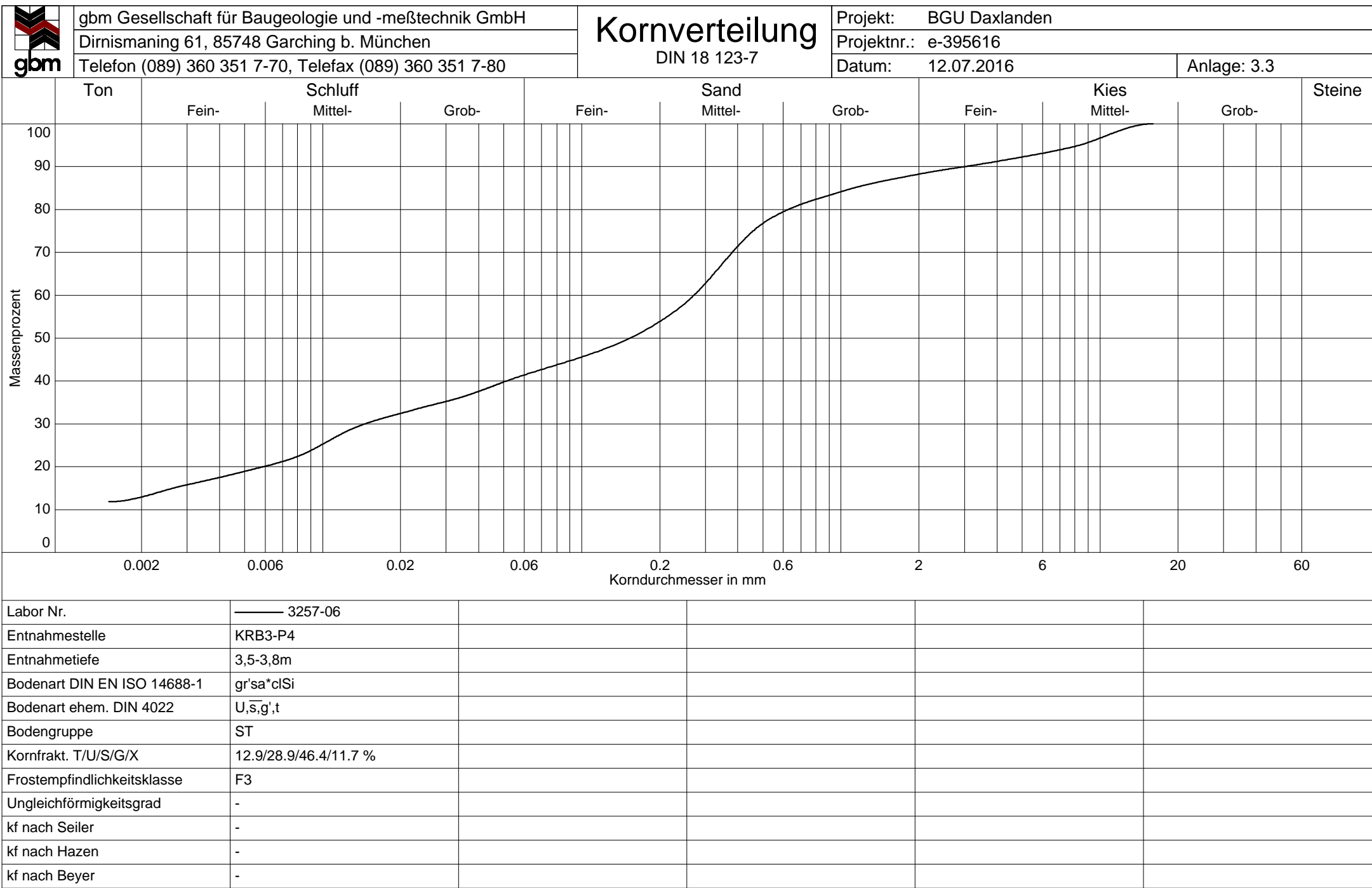
Labor Nr.	—— 3257-04			
Entnahmestelle	KRB3-P2			
Entnahmetiefe	0,0-0,2m			
Bodenart DIN EN ISO 14688-1	sigrSa			
Bodenart ehem. DIN 4022	S,g,u			
Bodengruppe	SU			
Kornfrakt. T/U/S/G/X	0.0/13.2/61.3/25.6 %			
Frostempfindlichkeitsklasse	-			
Ungleichförmigkeitsgrad	-			
kf nach Kaubisch	8.3E-006 m/s			
kf nach USBR	5.0E-005 m/s			

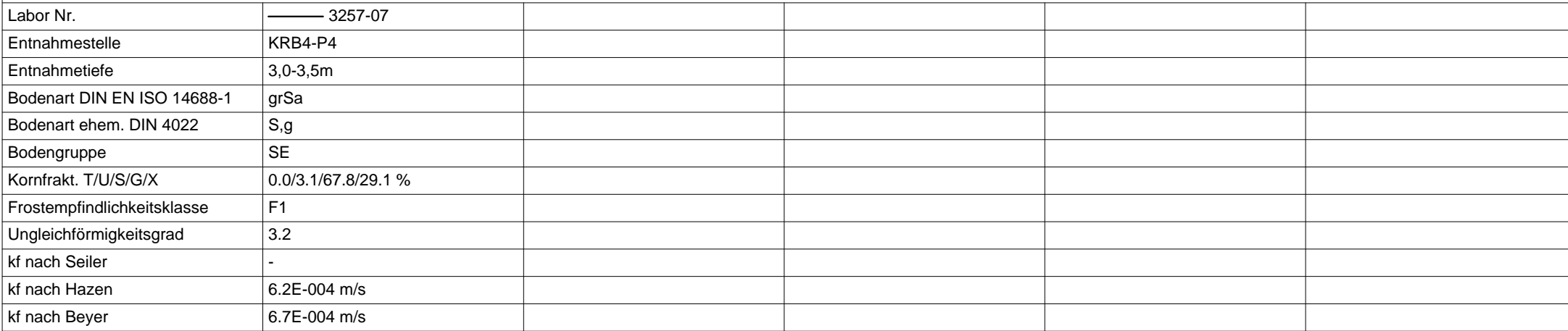
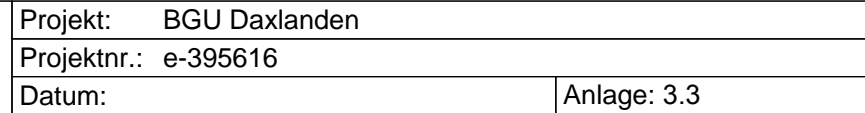


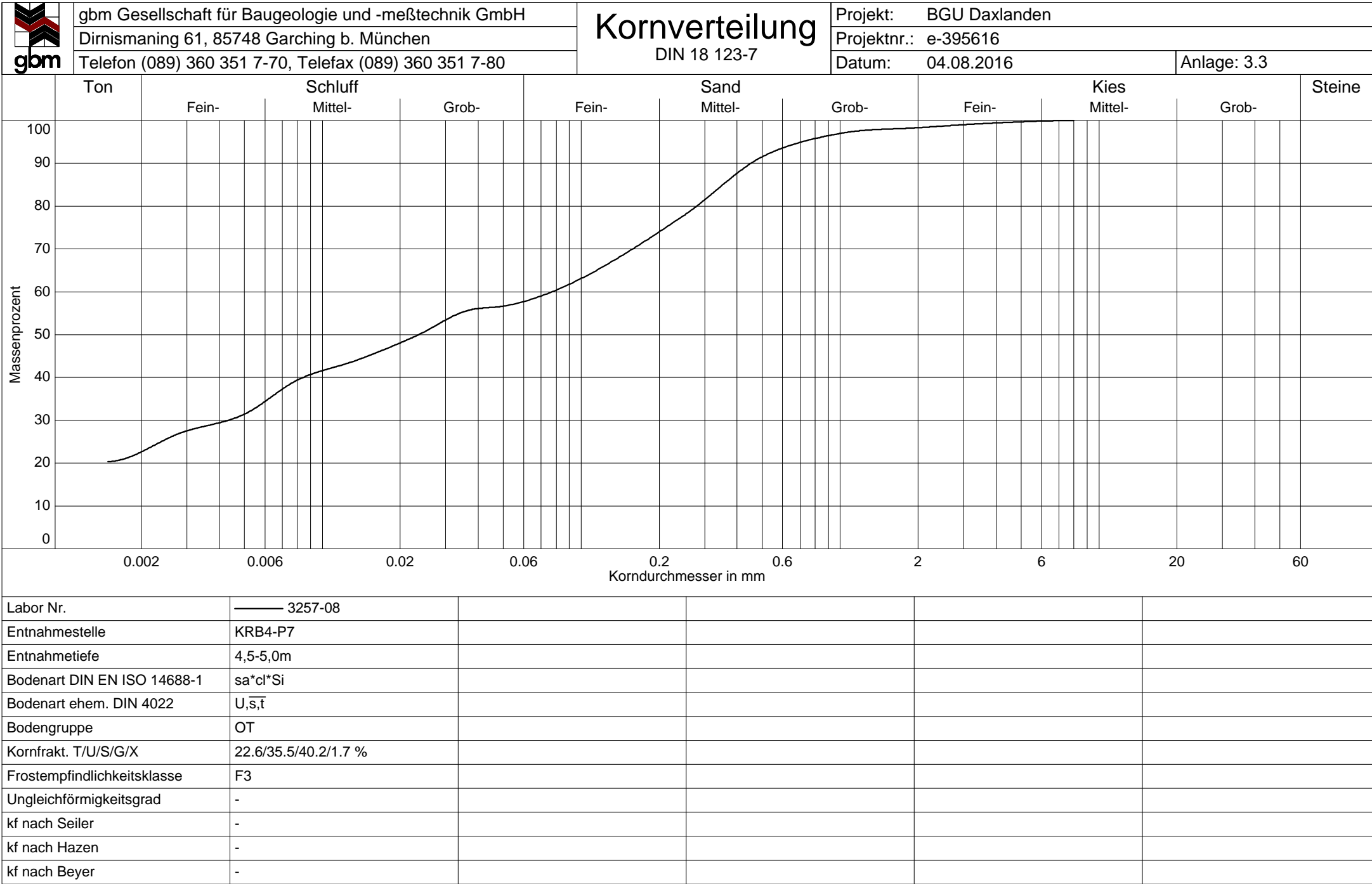
Projekt: BGU Daxlanden	
Projektnr.: e-395616	
Datum:	Anlage: 3.3



Labor Nr.	3257-05				
Entnahmestelle	KRB3-P3				
Entnahmetiefe	2,0-2,9m				
Bodenart DIN EN ISO 14688-1	grSa				
Bodenart ehem. DIN 4022	S,g				
Bodengruppe	SE				
Kornfrakt. T/U/S/G/X	0.0/0.1/72.7/27.2 %				
Frostempfindlichkeitsklasse	F1				
Ungleichförmigkeitsgrad	2.9				
kf nach Seiler	-				
kf nach Hazen	8.2E-004 m/s				
kf nach Beyer	8.9E-004 m/s				







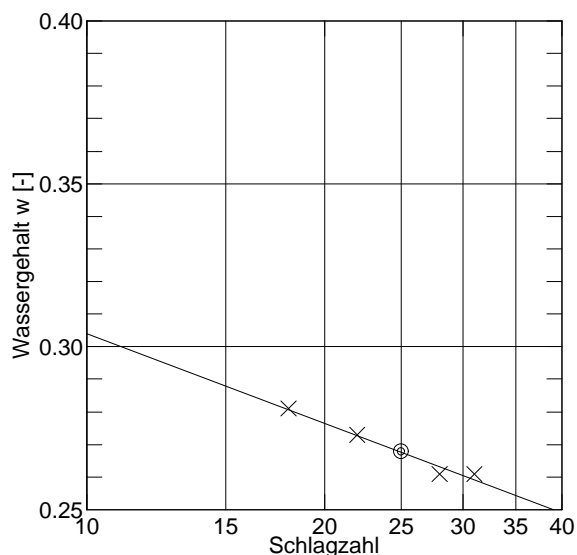
Labornr.:	3257-06
Datum:	27.07.2016
Anlage:	3.4
Entn.stelle:	KRB3-P4
Entn.tiefe:	3,5-3,8m
Entn. am:	12.07.2016
Bodenart:	U,s*,g',t'
Ausgef.:	Lg
Probentyp:	GP

Zustandsgrenzen

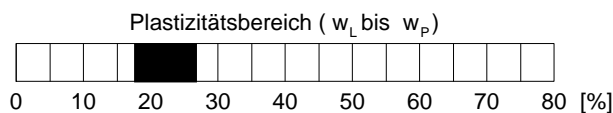
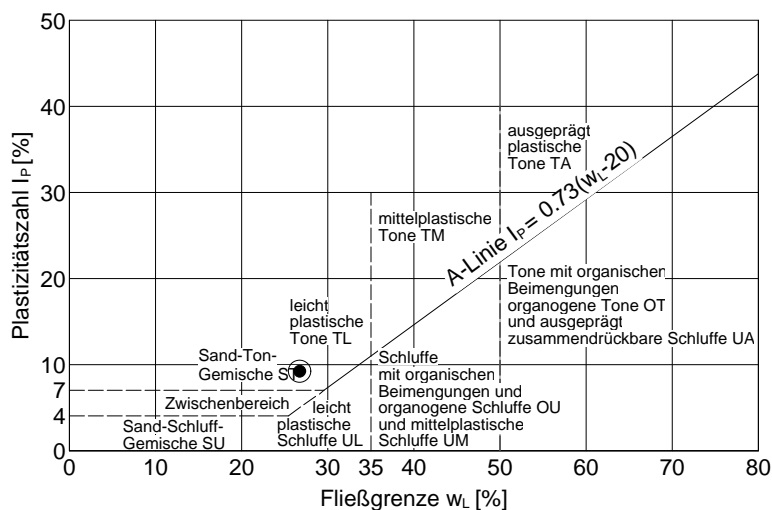
DIN 18 122

Projekt:	BGU Daxlanden
Projektnr.:	e-395616

		Fließgrenze					Ausrollgrenze				
Behälter-Nr.		A09	A08	A03	A11		K05	K14	K15		
Zahl der Schläge		31	28	22	18						
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	89.23	93.66	91.34	95.81		34.81	33.77	36.83		
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	79.10	82.43	80.25	83.55		34.35	33.11	36.26		
Behälter	m_B [g]	40.26	39.42	39.68	39.93		31.67	29.57	32.92		
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	10.13	11.23	11.09	12.26		0.46	0.66	0.57		
Trockene Probe	m_t [g]	38.84	43.01	40.57	43.62		2.68	3.54	3.34	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[-]	0.261	0.261	0.273	0.281		0.172	0.186	0.171	0.176	



Überkornanteil	\ddot{u}	= 0.040	
Wassergeh. Überkorn	$w_{\ddot{u}}$	= 0.015	
Wassergehalt	w_N	= 0.214,	$w_{N\ddot{u}} = 0.222$
Fließgrenze	w_L	= 0.268	
Ausrollgrenze	w_P	= 0.176	

Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.092$
$$\text{Liquiditätsindex } I_L = \frac{W_{NÜ} - W_P}{I_P} = 0.500$$
$$\text{Konsistenzzahl } I_C = \frac{W_L - W_{N\bar{U}}}{I_D} = 0.500$$


Stand: 07.09.2016 Seite 1 von 3 U:\3000\3900\3950\le_395616_Bgu_Daxlanden\7_Bericht\Waidweg\ArbOrd\Anlagen\20160729_LabTab_395616\Boden Original

Zuordnung: "1" nach VwV Baden-Württemberg, "2" nach DepV, "3" nach Erlass Recyclingbaustoffe Baden-Württemberg, "4" Ril 880/Handlungshilfe Gleisschotter LUBW

Stand: 07.09.2016 Seite 2 von 3 U:\3000\3900\3950\le_395616_Bgu_Daxlanden\7_Bericht\Waidweg\ArbOrd\Anlagen\20160729_LabTab_395616\Boden Eluat



Zuordnung: "1" nach VwV Baden-Württemberg, "2" nach DepV, "3" nach Erlass Recyclingbaustoffe Baden-Württemberg, "4" Ril 880/Handlungshilfe Gleisschotter LUBW

Entnahme und Untersuchung von Aushubmaterialien							Zuordnung			Relevante Schadstoffe > Z 0 bzw. > DK 0 und Schadstoffkonzentration (ausschlaggebende Parameter für Zuordnung gesamt <u>unterstrichen</u>)												
Zusammenfassung der Laborergebnisse (Feststoff / Eluat)							Feststoff				Eluat			Gesamt								
Proben- bezeichnung	Entnahme- Datum	Station / Miete	Entnahme- ort	Petrographische Beschreibung	Stratigraphie	Labor- Nummer	1	Z 0 Sand														
								Z 0 Lehm/Schluff														
								Z 0 Ton														
								Z 0* IIIA														
								Z 0*														
								Z 1.1														
								Z 1.2														
								Z 2														
								> Z 2														
							2	DK 0														
								DK I														
								DK II														
							3	DK III														
								Z 1.1														
								Z 1.2														
							Z 2															
							e-395616 - KRB4 - P2	11.07.2016	KRB 4	Waidweg	S,g,u`	yA	UET-16-008010903	Z 0* IIIA			Z 0 Sand			Z 0* IIIA		
							e-395616 - KRB4 - P3	11.07.2016	KRB 4	Waidweg	S,g,u`	yA	UET-16-008010904	Z 0 Sand			Z 0 Sand			Z 0 Sand		

synlab Umweltinstitut GmbH - Otto-Hahn-Straße 18 - 76275 Ettlingen

gbm Gesellschaft für Baugeologie und
Meßtechnik mbH Baugrundinstitut
Herr Michael Piduch
Pforzheimerstr. 126 a
76275 Ettlingen

Niederlassung Ettlingen

Durchwahl: +49 (0)7243 939-1288
Telefax: +49 (0)821 22780-604
E-Mail: sui-ettlingen@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 6

Datum: 28.07.2016

Prüfbericht Nr.:	UET-16-0080109/01-1
Auftrag-Nr.:	UET-16-0080109
Ihr Auftrag:	vom 21.07.2016
Projekt:	e-395616
Probenahme durch:	Auftraggeber
Eingangsdatum:	21.07.2016
Prüfzeitraum:	21.07.2016 - 28.07.2016
Probenart:	Boden



Untersuchungsergebnisse

Probe-Nr.:		UET-16-0080109-01	UET-16-0080109-02	UET-16-0080109-03	UET-16-0080109-04
Bezeichnung:		e-395616 - KRB2 - P 1	e-395616 - KRB2 - P 4	e-395616 - KRB4 - P 2	e-395616 - KRB4 - P 3

Probenvorbereitung

Probenvorbereitungsprotokoll		s. Anlage	s. Anlage	s. Anlage	s. Anlage
------------------------------	--	-----------	-----------	-----------	-----------

Original

Zerkleinern / Homogenisieren		ja	ja	ja	ja
Trockenmasse	%	89,8	94,2	98,7	91,3
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
EOX	mg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Chromatogramm		n	n	n	n
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	<50	<50	53
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	<50	130	120

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toluol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Styrol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe AKW	mg/kg TS	--	--	--	--

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	--	--	--

Probe-Nr.:		UET-16-0080109-01	UET-16-0080109-02	UET-16-0080109-03	UET-16-0080109-04
Bezeichnung:		e-395616 - KRB2 - P 1	e-395616 - KRB2 - P 4	e-395616 - KRB4 - P 2	e-395616 - KRB4 - P 3

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	0,081	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,086	0,13	<0,05	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	0,41	<0,05	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	0,33	<0,05	<0,05
Phenanthren	mg/kg TS	0,37	4	<0,05	<0,05
Anthracen	mg/kg TS	0,11	1,2	<0,05	<0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	1,2	11	<0,05	<0,05
Pyren	mg/kg TS	1	11	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,7	6,3	<0,05	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	0,56	5,3	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,95	7,8	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,3	2,6	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,74	6,3	<0,05	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,15	1,1	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,43	3,2	<0,05	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,44	3,4	<0,05	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	7,0	64,4	--	--

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	--	--	--

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		ja	ja	ja	ja
Arsen	mg/kg TS	8,7	10	6,4	3,4
Blei	mg/kg TS	91	190	15	4,1
Cadmium	mg/kg TS	0,42	0,96	<0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	13	16	32	7,8
Kupfer	mg/kg TS	28	91	18	5
Nickel	mg/kg TS	15	32	14	8,8
Quecksilber	mg/kg TS	0,35	0,24	<0,1	<0,1
Zink	mg/kg TS	300	830	36	14
Thallium	mg/kg TS	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25

Probe-Nr.:		UET-16-0080109-01	UET-16-0080109-02	UET-16-0080109-03	UET-16-0080109-04
Bezeichnung:		e-395616 - KRB2 - P 1	e-395616 - KRB2 - P 4	e-395616 - KRB4 - P 2	e-395616 - KRB4 - P 3

Eluat

Eluat		ja	ja	ja	ja
pH-Wert		8,8	8,3	8,1	8,7
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	46	503	115	38
Chlorid	mg/l	<0,5	7,4	0,9	<0,5
Sulfat	mg/l	1,0	224	4,3	0,7
Cyanid, gesamt	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Phenol-Index	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Schwermetalle

Arsen	mg/l	0,006	<0,005	<0,005	<0,005
Blei	mg/l	0,020	<0,005	<0,005	<0,005
Cadmium	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Chrom (Gesamt)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Kupfer	mg/l	<0,005	<0,005	0,013	<0,005
Nickel	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Quecksilber	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zink	mg/l	0,067	<0,010	0,017	<0,010

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der synlab Umweltinstitut GmbH.

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

Der Prüfbericht wurde am 28.07.2016 um 17:35 Uhr durch Dr. Michael Jarmer (Niederlassungsleiter) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

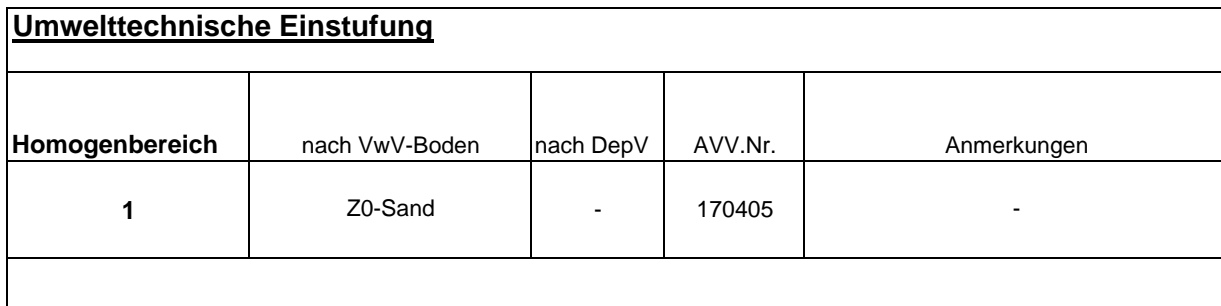
Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Probenvorbereitungsprotokoll	DepV, Anh.4, Nr. 3.1.1 (UAU)
Zerkleinern / Homogenisieren	- (UAU)
Trockenmasse	DIN EN 14346 (UAU)
Cyanid, gesamt	DIN ISO 11262 (UAU)
EOX	DIN 38414-S 17 (UAU)
Chromatogramm	DIN ISO 16703 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)
Benzol	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Toluol	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Ethylbenzol	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
m,p-Xylol	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
o-Xylol	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Styrol	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Isopropylbenzol (Cumol)	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Summe AKW	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Dichlormethan	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
trans-1,2-Dichlorethen	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
cis-1,2-Dichlorethen	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Trichlormethan	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
1,1,1-Trichlorethan	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Tetrachlormethan	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Trichlorethen	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Tetrachlorethen	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Summe LHKW	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Naphthalin	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthylen	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthen	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoren	DIN ISO 18287 (UAU)
Phenanthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Anthracen	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoranthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Pyren	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287 (UAU)
Chrysen	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(ghi)perylene	DIN ISO 18287 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN ISO 18287 (UAU)
Summe PAK EPA	DIN ISO 18287 (UAU)
PCB Nr. 28	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 52	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 101	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 118	DIN EN 15308 (UAU)

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
PCB Nr. 138	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 153	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 180	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	DIN EN 15308 (UAU)
Königswasseraufschluss	DIN ISO 11466 (UAU)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU)
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (UAU)
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU)
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU)
Eluat	DIN EN 12457-4 (UAU)
pH-Wert	DIN 38 404-C 5 (UAU)
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888 (UAU)
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (UAU)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (UAU)
Cyanid, gesamt	DIN EN ISO 14403 (UAU)
Phenol-Index	DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU)
Blei	DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU)
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (UAU)
Zink	DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU)
Benzol OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Toluol OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Ethylbenzol OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Dichlormethan OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
m,p-Xylol OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
o-Xylol OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
trans-1,2-Dichlorethen OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Styrol OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Isopropylbenzol (Cumol) OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
cis-1,2-Dichlorethen OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Trichlormethan OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
1,1,1-Trichlorethan OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Tetrachlormethan OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Trichlorethen OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)
Tetrachlorethen OS	HLUG/Bd.7,T4 (UAU)

Anlage 4

Geotechnische Schicht Nr:	1
Bezeichnung:	Auffüllung

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	1-10 %
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (T/U/S/G)	0-5/2-20/20-40/10-40
Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	bis ca. 5% Co, bis ca. 2% Bo
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2	1,8 - 2,1 g/cm³
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	locker - mitteldicht
Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SU
undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4	-
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
organischer Anteil nach DIN 18128	0-10%

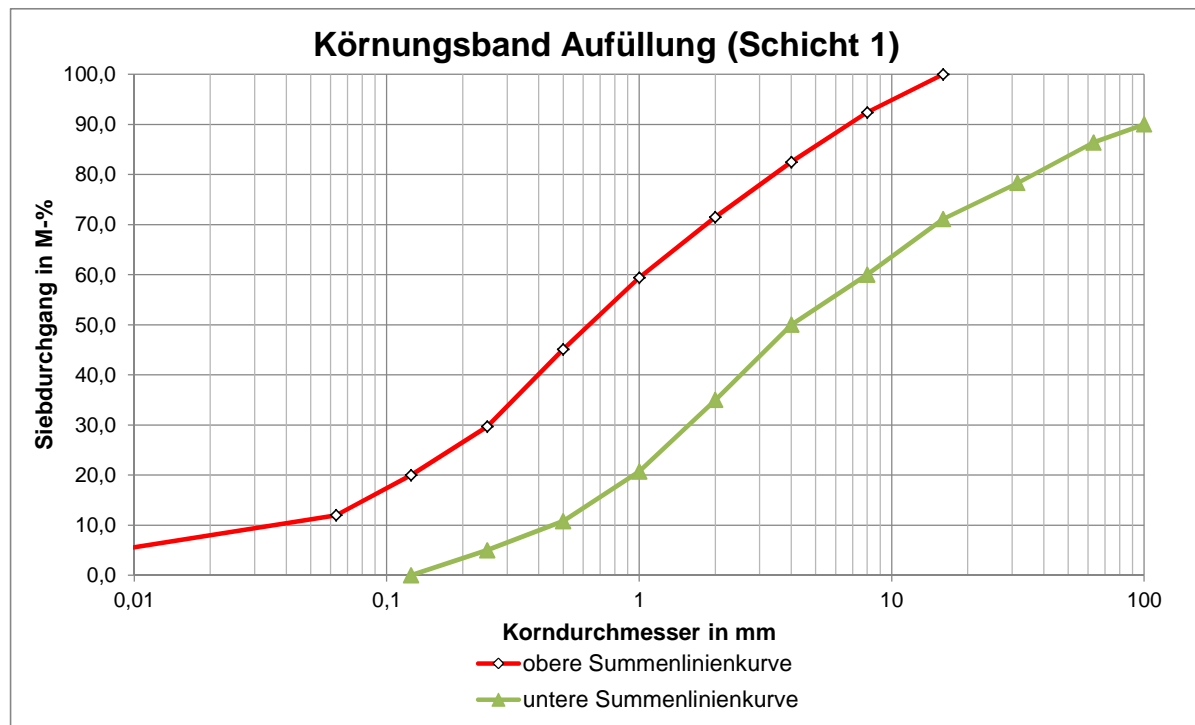


Datenblatt Homogenbereich 2

Geotechnische Schicht Nr:	1
Bezeichnung:	Auffüllung

Geotechnische Parameter

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	1-10 %
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (T/U/S/G)	0-5/2-20/20-40/10-40
Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	bis ca. 5% Co, bis ca. 2% Bo
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2	1,8 - 2,1 g/cm ³
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	locker - mitteldicht
Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SU
undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4	-
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
organischer Anteil nach DIN 18128	0-10%



Umwelttechnische Einstufung

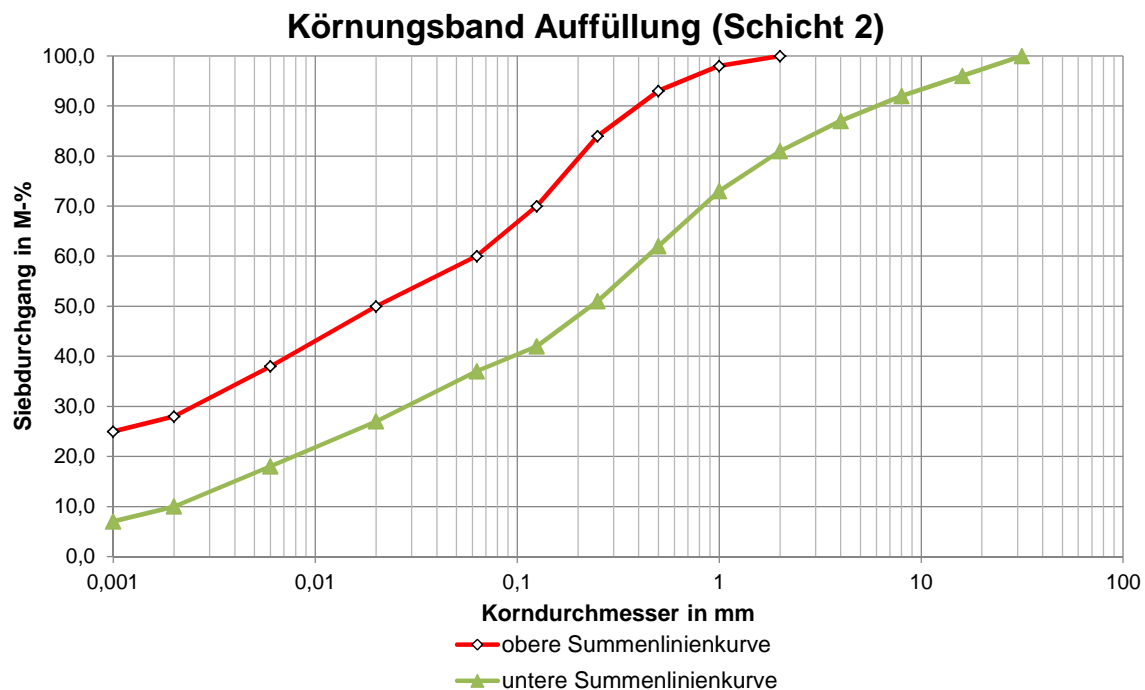
Homogenbereich	nach VwV-Boden	nach DepV	AVV.Nr.	Anmerkungen
2	Z0*IIIA	-	170405	-

Datenblatt Homogenbereiche 3

Geotechnische Schicht Nr:	2
Bezeichnung:	Auesedimente

Geotechnische Parameter

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	1-10 %
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (T/U/S/G)	10-25/20-40/40-60/1-15
Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	bis ca. 5% Co, bis ca. 1% Bo
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2	1,8 - 2,1 g/cm ³
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	-
Bodengruppe nach DIN 18196	ST*, SU*, OT, OU
undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4	5 - 15
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	0,05 - 0,1
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	0,3 - 0,5
organischer Anteil nach DIN 18128	5 - 40



Umwelttechnische Einstufung

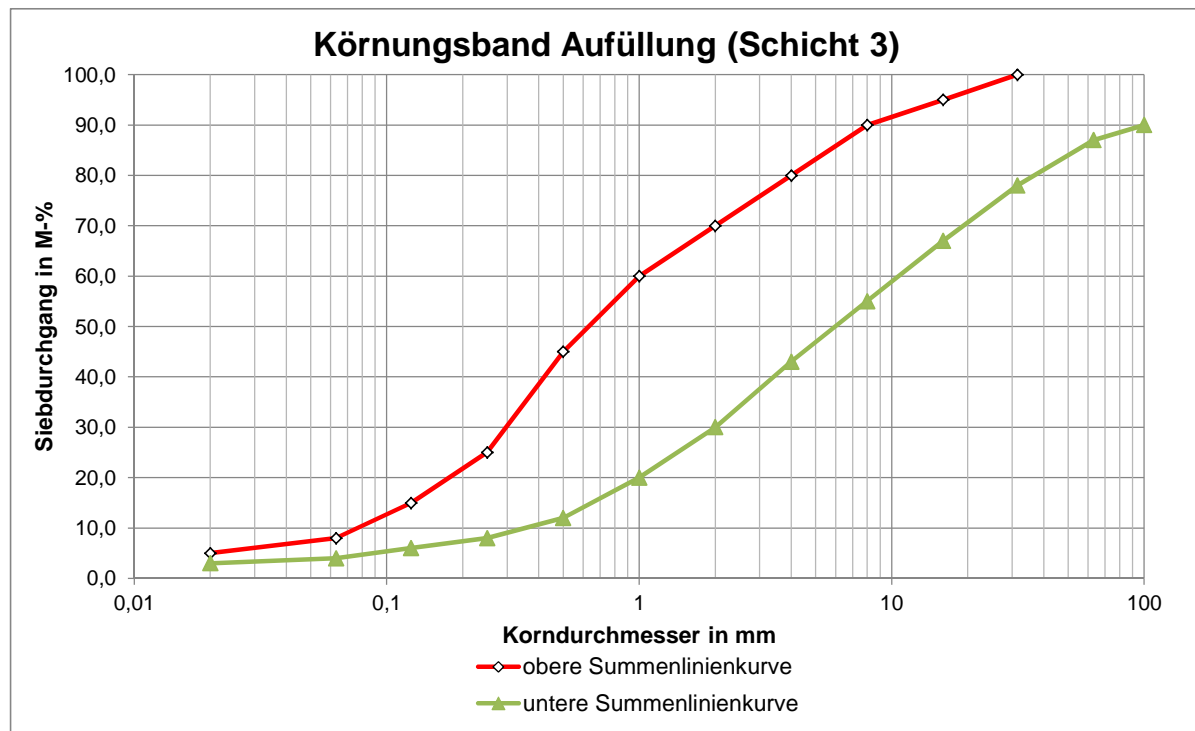
Homogenbereich	nach VwV	nach DepV	AVV.Nr.	Anmerkungen
3	-	-	-	-

Datenblatt Homogenbereich 4

Geotechnische Schicht Nr:	3
Bezeichnung:	Rheinsande-/kiese

Geotechnische Parameter

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	1-10 %
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (T/U/S/G)	0-5/2-10/20-50/20-50
Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	bis ca. 5% Co, bis ca. 2% Bo
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2	1,8 - 2,1 g/cm³
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	locker - mitteldicht
Bodengruppe nach DIN 18196	SE/GW
undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4	-
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
organischer Anteil nach DIN 18128	0-5%



Umwelttechnische Einstufung

Homogenbereich	nach VwV-Boden	nach DepV	AVV.Nr.	Anmerkungen
4	-	-	-	