

Baugrunderkundung

Barrierefreier Umbau der VBK Haltestelle Hammweg in 76189 Karlsruhe Daxlanden

(Geotechnischer Bericht)

im Auftrag von

**Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH
Tullastraße 71
76131 Karlsruhe**

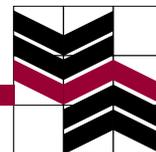
erstellt von

gbm

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

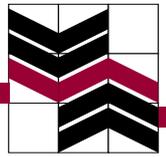
e-395616

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 Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1 | 5 |
| 5.1.3 | Korngrößenverteilung nach DIN 18123 und Wasserdurchlässigkeit. | 6 |
| 5.2 | <i>Umwelttechnische Laborversuche</i> | 6 |
| 6 | Geotechnische Kategorie, Homogenbereiche, Baugrundkenngrößen | 7 |
| 6.1 | <i>Geotechnische Kategorie</i> | 7 |
| 6.2 | <i>Seismische Verhältnisse</i> | 7 |
| 6.3 | <i>Bodenklassifizierung und Homogenbereiche</i> | 7 |
| 6.4 | <i>Charakteristische Bodenkenngrößen</i> | 7 |
| 6.5 | <i>Homogenbereiche</i> | 8 |
| 7 | Bautechnische Empfehlungen | 9 |
| 7.1 | <i>Planungsstand</i> | 9 |
| 7.2 | <i>Gründung</i> | 10 |
| 7.3 | <i>Baugruben</i> | 12 |
| 7.4 | <i>Entwässerung</i> | 12 |
| 7.5 | <i>Schutz vor Frost</i> | 13 |
| 7.6 | <i>Versickerungsfähigkeit</i> | 13 |
| 8 | Bodenaushub und Wiederverwertbarkeit | 13 |
| 9 | Ergänzende Hinweise | 13 |

**Anlagen****Anlage 1**

Pläne

- Anlage 1.1 Lageplan mit Darstellung der Aufschlusspunkte, Maßstab 1:250
Anlage 1.2 geologischer Querschnitt bei km 0+40, Maßstab 1:50
Anlage 1.3 geologischer Querschnitt bei km 0+46, Maßstab 1:50

Anlage 2

Aufschlussprofile

- Anlage 2.1 Bohrprofile KRB-1 u. KRB-2, Maßstab 1 : 50
Anlage 2.2 Profil der schweren Rammsondierung DPH-1 u. DPH-2, Maßstab 1 : 50

Anlage 3

Laborversuche

- Anlage 3.1 Wassergehalt
Anlage 3.2 Kornsummenkurve
Anlage 3.3 chemische Laborergebnisse und Auswertung

Anlage 4

Datenblätter der Homogenbereiche

- Anlage 4.1 Datenblatt Homogenbereich 1
Anlage 4.2 Datenblatt Homogenbereich 2

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

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

Zur Absicherung der Planung für den südlichen Bahnsteig der Haltestelle Hammweg 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+11 bis 0+61. Die geplante Umbaumaßnahme sieht vor, den bestehenden Bahnsteig rückzubauen und anschließend einen kompletten Neubau des Bahnsteigs gemäß Planung herzustellen. Nach momentanem Planungsstand soll der Bahnsteig nach Abschluss der Umbaumaßnahmen von Strecken-km 0+08 bis 0+73 reichen und von km 0+19 bis 0+27 sowie von km 0+57 bis 0+63 Rampen mit einem Gefälle von 6 % enthalten. Zudem ist gemäß Planunterlagen eine Verbreiterung des Bahnsteigs südwestlicher 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 des Bahnsteiges ist in einer Tiefe von ca. 0,80 m unter Schienenoberkante geplant, was einem geodätischen Höhenniveau von ca. 112,40 mNN entspricht. Aufgrund der größeren Breite des Bahnsteigs im Bereich der Wartehalle kommt die gleisabgewandte Bahnsteigkante weiter innerhalb der Böschung zu liegen und das Gründungsniveau liegt entsprechend tiefer auf 111,90 mNN, 1,30 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 Hammweg befindet sich in 76198 Daxlanden Karlsruhe und liegt zwischen der Rappenwörthstraße im Norden und der Kastenwortstraße im Süden. Gegenstand der Untersuchung ist ausschließlich der südliche Bahnsteig.

Die Oberfläche des Baufelds 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. Der Bahnsteig verläuft entlang einer Böschungsschulter. Im direkten Anschluss an den bestehenden Bahnsteig fällt das Gelände über eine mit ca. 40 bis 60 geneigte Böschung um ca. 7 m in Richtung Südwesten ab.

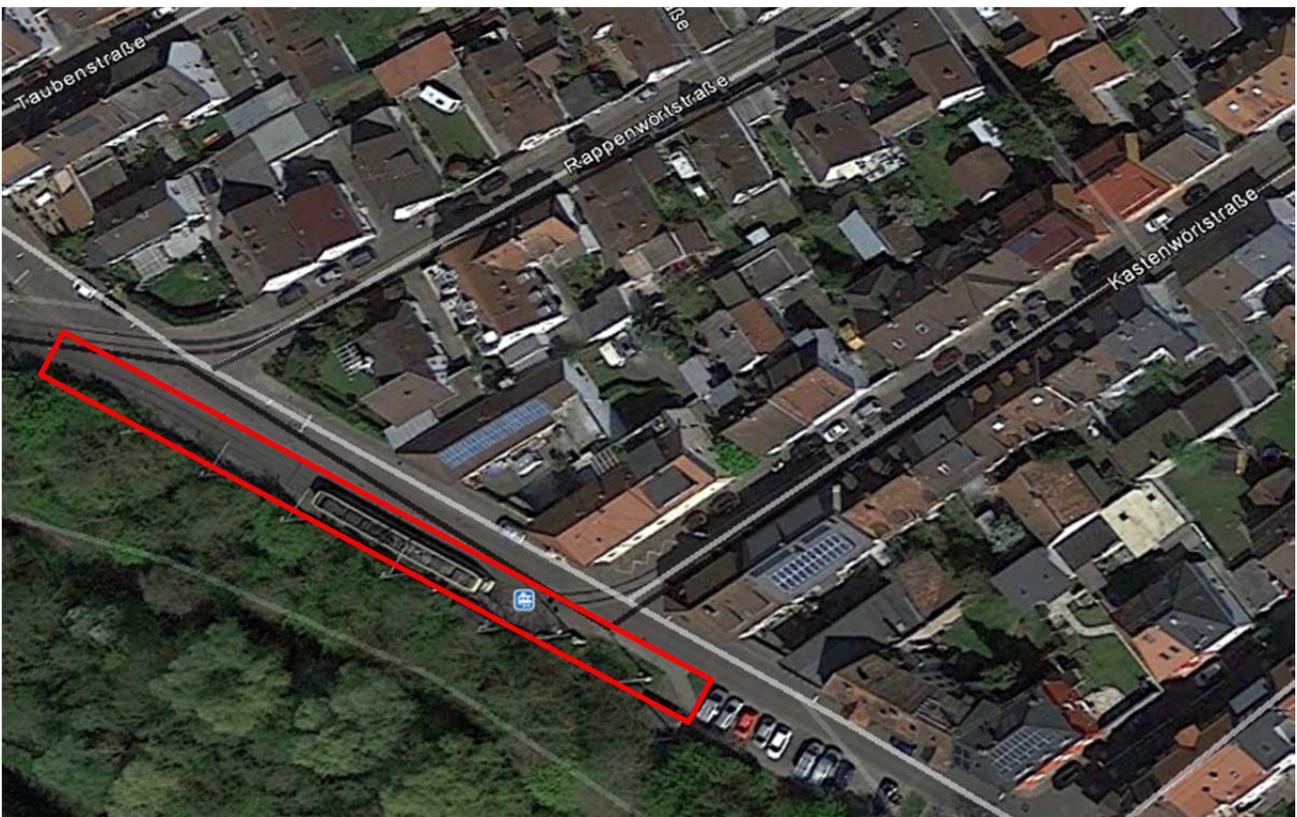


Abbildung 3-1: Darstellung des Bahnsteigs und des Bauareals

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 Bauprojekte 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-1 u. KRB-2) nach DIN EN ISO 22475-1 sowie 2 Sondierung (DPH-1 u. DPH-2) 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-1 und DPH-1 liegen innerhalb einer Grünfläche südöstlich des bestehenden Bahnsteigs. Die Aufschlüsse KRB-2 und DPH-2 liegen nordwestlich 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 geodätischen Höhen der Ansatzpunkte sowie die Endteufen der Aufschlüsse und 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. GOK) |
|----------------|-------------------|--------------|--|
| KRB-1 | 113,20 | 5,0 | KRB1-P1 (0,20-1,00m) KRB1-P2 (2,50-2,50m) KRB1-P3 (2,50-3,00m) |
| KRB-2 | 113,20 | 5,0 | KRB2-P1 (0,20-1,00m) KRB2-P2 (2,50-2,50m) KRB2-P3 (2,50-3,00m) |
| DPH-1 | 113,20 | 9,0 | - |
| DPH-2 | 113,20 | 5,0 | - |

4.2 Schichtenaufbau

Die Oberfläche des bestehenden Bahnsteigs ist aus Betonpflastersteinen aufgebaut. Der Unterbau des Bahnsteigs ist nicht bekannt.

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 KRB1 und KRB2 zeigten sich über den vollständigen Aufschlusshorizont anthropogenen Komponenten wie Ziegel oder Asche. Deshalb ist davon auszugehen, dass bis in die Endteufen der Erkundungen Auffüllungen angetroffen wurden.

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

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

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 schwach schluffig, kiesig bis stark kiesiger Sand anzusprechen (si⁺gr-gr*Sa).

Dementsprechend reicht das Spektrum der Wasserdurchlässigkeit innerhalb der Schicht 1 von $k_f = 10^{-3}$ bis 10^{-5} m/s.

Die benötigten Schlagzahlen N_{10} der schweren Rammsondierungen zeigten bis 3,0 m (DPH1) unter GOK bzw. 4,8 m unter GOK (DPH-2) sehr lockere bis lockere Lagerungsverhältnisse. Im weiteren Tiefenverlauf zeigen die Ergebnisse der DPH-2 mitteldichte Lagerungsverhältnisse der Auffüllungen.

Weitere Schichten wurden durch die Baugrunderkundung nicht aufgeschlossen. Aufgrund der topographischen und geologischen Verhältnisse ist anzunehmen, dass spätestens auf dem Niveau des Grundwasserspiegels Terrassensedimente anstehen.

Aufgrund der Ergebnisse der schweren Rammsondierung DPH-1 kann vermutet werden, dass ab einer Tiefe von ca. 5,00 m unter SO Kiese und Sande der Terrassenschotter anstehen.

Im Tiefenbereich von 7,50 bis 8,50 m unter SO zeigt sich im Aufschluss DPH-1 ein Rückgang der Schlagzahlen N_{10} . Dies ist entweder auf das Antreffen einer Feinsandlage oder bindiger und/oder organischer Bodenschichten zurückzuführen.

Schicht 2: Kiese und Sande (qu)

Da wie bereits beschrieben, die Kiese in den Kleinrammbohrungen nicht angetroffen wurden, beruht die Ausweisung der Schicht 2 auf der Interpretation der allgemeinen topographischen und geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet und der Rammsondierung DPH-1. Anhand der Rammsondierungsergebnisse lässt sich annehmen, dass im Tiefenabschnitt zwischen 5,0 und 7,5 m unter SO Kiese und Sande anstehen.

Bei den rolligen Rheinsedimenten handelt es sich erfahrungsgemäß um Kies-Sandgemische mit wechselnden Beimengungen an Schluff. Die Bodenstoffe sind in die Bodengruppen GW/SW GE/SE und GI/SI nach DIN 18196 einzuteilen.

Das Ergebnis der schweren Rammsondierung DPH-1 zeigt mitteldichte Lagerungsverhältnisse.

Schicht 3: Auesedimente: Sande und Schluffe (qu)

Die beiden ausgeführten Kleinrammbohrungen endeten jeweils bei 5,0 m unter SO, so dass Schicht 3 in ihnen nicht aufgeschlossen wurde. Aus Erkundungen an der nahegelegenen VBK-Haltestelle Waidweg ist bekannt, dass oberflächennah gemischtkörnige und feinkörnige Sedimente des Rheins anstehen.

Schicht 3 ist in die Bodengruppen Sand-Ton-Gemische (ST*) und Sand-Schluff-Gemische (SU*) nach DIN 18 196 einzuteilen. Partiiell ist mit hohen Anteilen an organischen Beimengungen zu rechnen, so dass hier ein Übergang zu den Bodengruppen OT und OU nach DIN 18 196 möglich ist.

Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen DPH-1 zeigt im Tiefenbereich von 7,5 bis 8,5 m unter SO einen markanten Rückgang der Schlagzahlen auf $N_{10} = 1$ bis 4. Demnach besitzen die bindigen Bodenstoffe eine weiche Konsistenz.

Es ist auch möglich, dass es sich in der betrachteten Tiefe um eine locker gelagerte Feinsandschicht handelt.

4.3 Grundwasser

Gemäß [3] wird der gemittelte Flurabstand im Bereich des Untersuchungsgebiets mit > 8 m angegeben. Der Grundwasserstand würde dementsprechend auf einem Höhenniveau von ca. 105 mNN.

Der Grundwasserpegel „Waidweg“ (T327) der Stadt Karlsruhe liegt etwa 500 m nordwestlich des Untersuchungsgebiets. Hier werden seit 1975 kontinuierlich Grundwasserstandsmessungen durchgeführt. Der maximale Grundwasserstand stellte sich 1983 bei 105,2 mNN ein.

Ca. 1 km östlich des Untersuchungsgebietes befindet sich der Grundwasserpegel „Turner-/Agathenstraße“ (T207) der Stadt Karlsruhe. Hier werden seit 1972 kontinuierlich Grundwasserstandsmessungen durchgeführt. Der maximale Grundwasserstand stellte sich 2013 bei 106,6 mNN ein.

Im Zuge der Baugrunderkundung vom 14.07.2016 wurde in keinem Aufschluss Wasser angetroffen. Zeitweise auftretendes Schichtwasser, z.B. nach starken Regenfällen, kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

5 Laborversuche

5.1 Bodenmechanische Laborversuche

5.1.1 Allgemein

In untenstehender Tabelle (Tab. 5-1) sind die untersuchten Bodenproben mit den jeweiligen durchgeführten Laborversuchen aufgeführt. Eine vollständige Auflistung der genommenen Proben ist in Tabelle 3.1 enthalten.

Tabelle 5-1: Zusammenstellung der Laborversuche

| Bodenprobe | Schicht-Nr. | Versuch |
|-------------------------|-------------|------------------------------------|
| KRB1-P2+P3 (2,00-3,00m) | 1 | Wassergehalt, Korngrößenverteilung |
| KRB2-P1 (0,20-1,00m) | 1 | Wassergehalt, Korngrößenverteilung |
| KRB2-P3 (2,50-3,00m) | 1 | Wassergehalt, Korngrößenverteilung |

5.1.2 Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1

An den gestörten Bodenproben KRB1-P2+P3, KRB2-P1 und KRB2-P3 aus dem Bodenhorizont der Schicht 1 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. GOK) | Schicht-Nr. | natürlicher Wassergehalt [%] |
|-----------------------------------|-------------|------------------------------|
| KRB1-P2+P3 (2,00-3,00m) | 1 | 4,8 |
| KRB2-P1 (0,20-1,00m) | 1 | 7,6 |
| KRB2-P3 (2,50-3,00m) | 1 | 9,3 |

Die Versuchsergebnisse ergeben für die Auffüllungen einen mittleren natürlichen Wassergehalt von 7,2 %.

Die Formblätter zu den durchgeführten Laborversuchen sind in Anlage 3.1 enthalten.

5.1.3 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 und Wasserdurchlässigkeit.

An den gestörten Bodenproben KRB1-P2+P3, KRB2-P1 und KRB2-P3 wurde jeweils eine Siebanalyse nach DIN 18123 durchgeführt. Die Kornsummenkurven sind in Anlage 3.2 abgebildet.

Die Ergebnisse der durchgeführten Siebanalysen zeigen eine gewisse Variabilität in der Korngrößenverteilung der einzelnen untersuchten Bodenproben der Schicht 1. Bei der Probe KRB1-P2+P3 handelt es sich nach dem Laborergebnis um einen enggestufte Sand (SE) gemäß DIN 18 196. Der Boden ist nach DIN 14688-1 als kiesiger Sand (grSa) anzusprechen. Anhand der Siebanalysen an den Proben KRB2-P1 und KRB2-P3 ist der Boden in die Bodengruppe Sand-Schluff-Gemische (SU) nach DIN 18 196 einzuteilen. Gemäß DIN 14688-1 ist der Boden als schwach schluffig, kiesig bis stark kiesiger Sand anzusprechen (si`gr*Sa).

Aufgrund der Spannweite des Feinkornanteil < 0,063 mm von 2,4 % bis 9,7 % handelt es sich um Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F1 (nicht frostempfindlich) bis F2 (gering bis mittelfrostempfindlich).

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f – Wert) wurde anhand der vorliegenden Kornsummenkurven nach BEYER bzw. SEILER rechnerisch ermittelt. Hierbei ergibt sich für Schicht 1 ein k_f – Wert von ca. $1 * 10^{-3}$ m/s (KRB1-P2+P3 nach Seiler) bis ca. $6 * 10^{-5}$ m/s (KRB2-P3 nach Beyer). Für hydrogeologische Berechnungen ist ein mittlerer k_f – Wert von $4 * 10^{-4}$ m/s anzusetzen.

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

| Bodenprobe (Entnahmetiefe u. GOK) | Schicht-Nr. | Bodenart nach DIN 14688-1 | Bodengruppe nach DIN 18196 | k_f -Wert [m/s] |
|-----------------------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|
| KRB1-P2+P3 (2,00-3,00m) | 1 | grSa | SE | $1 * 10^{-3}$ |
| KRB2-P1 (0,20-1,00m) | 1 | si`gr*Sa | SU | $2 * 10^{-4}$ |
| KRB2-P3 (2,50-3,00m) | 1 | si`grSa | SU | $6 * 10^{-5}$ |

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 KRB 2-P1 führen aufgrund eines Gehalts an Blei von 200 mg/ml im Eluat zu einer Einstufung des Materials in die Zuordnungsklasse Z2. Zudem wurden erhöhte Gehalte bzgl. polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie weitere Schwermetalle festgestellt. 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 KRB 2-P4 führen aufgrund eines Gehalts an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen von 64,4 mg/kg und 6,3 mg/kg Benzo(a)pyren im Feststoff sowie eines Gehalts an gelösten Stoffen von 640 mg/l zu einer Einstufung des Materials in die Deponieklasse DK1. 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, Baugrundkenngößen

6.1 Geotechnische Kategorie

Das geplante Bauwerk ist aufgrund des steilen Geländeverlaufs entsprechend Eurocode 7: Band 1 der Geotechnischen Kategorie GK 2 zuzuordnen.

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 Erdbebenzonen-spezifischen 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 wird die Schicht 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 (rollig) | SE-SU | 3 | BN1 – BN2 | F1-F2 |
| [2] | Kiese/Sande | GW/SW, GE/SE, GI/SI | 3 | BN1 – BN1 | F1 |
| [3] | Auesedimente | ST*, SU*, OT, UT | 4 | BB1 – BB2 BO1 – BO2 | F3 |

6.4 Charakteristische Bodenkenngrößen

Auf Grundlage der Versuchsergebnisse, nach Erfahrungswerten und den Angaben der DIN 1055-2:2010-11 können für geotechnische Berechnungen die in Tabelle 6-2 charakteristischen Bodenkenngrößen 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 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 | $4 \cdot 10^{-4}$ |
| [2] | Kiese/Sande | 16,5/9 | 32,5 | 0 | 30 | $5 \cdot 10^{-3}$ |
| [3] | Auesedimente | 15,5 – 16,5/ 5,5 – 9,5 | 22,5 | 2 | 3 | $5 \cdot 10^{-7}$ |

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 V1

Schicht 3: Verdichtbarkeitsklasse V3

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

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen ist der bautechnisch relevante Baugrund aufgrund der festgestellten umwelttechnischen Einstufung in zwei Homogenbereiche gemäß VOB-Teil C einteilen. Unterschiede der beiden Homogenbereiche hinsichtlich geotechnischer Eigenschaften wurden nicht ausgewiesen. Eine im Sinne der aktuellen DIN 18300 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 Tab. 6.1).

Da die gleisabgewandte Bahnsteigkante in einer Böschung zu liegen kommt, ist hier Böschungsstandsicherheit in Abhängigkeit von der Lage Bahnsteigkantengründungssohle und den planmäßigen Belastungen zu überprüfen.

Gleisseitige Bahnsteigkante

Die Gründung der gleiszugewandten Bahnsteigkante kann mittels des geplanten Einbaus einer 0,5 m mächtigen Schicht aus unbewehrtem Beton erfolgen. Da die Gründung in der sehr locker bis locker gelagerten Schicht 1 zu liegen kommt, empfehlen wir die Aushubsohle mittels geeigneter Gerätschaften, beispielsweise einer Vibrationsplatte, zu verdichten. Für die Ausbildung und den Schutz des Erdplanums sind die Anforderungen der ZTVE-StB-09 Kap. 4.4. zu erfüllen. Auf dem verdichteten 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

Für die Flachgründung der bahnsteigabgewandten Stützwand ist ein Bodenaustausch geplante und aus gutachterlicher Sicht notwendig. Hierbei werden die nicht ausreichend tragfähigen und nur teilweise frostsicheren Auffüllungen durch eine qualifiziert eingebaute güteüberwachte mineralische Tragschicht aus frostsicherem Material ersetzt. Diese Maßnahme hat zum Ziel ein für das geplante Bauwerk tolerierbares Setzungsmaß bzw. Setzungsunterschiede zu bewirken.

Wir empfehlen, unterhalb der geplanten Stützkonstruktion einen Bodenaustausch von 0,5 m Mächtigkeit auszuführen. Hierbei erfolgt ein Mehraushub von 0,5 m unter das geplante Gründungsniveau, wobei hier die Geländebruchsicherheit zu überprüfen ist und die Tiefenlage des Bodenaustauschs ggf. anzupassen ist. Der Bodenaustauschkörper ist so breit auszuführen, dass eine Lastausbreitung unter 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.

Nach fachgerechter Herstellung des Erdplanums erfolgt der Einbau einer ca. 0,5 m mächtigen Austauschschicht aus einem weitgestuften Kies oder Schottergemisch beispielsweise der Körnung 0/32 oder 0/56. 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 Streifenfundamente erfolgen. Es kann zwar davon ausgegangen werden, dass der Untergrund unterhalb des bestehenden Bahnsteigs durch die Lasteinwirkung des Bauwerks konsolidiert wurde und ggf. eine ausreichende Lagerungsdichte (Tragfähigkeit) aufweist. Das kann jedoch zu Setzungsdifferenzen zwischen konsolidierten und nicht konsolidierten Untergrundbereichen und somit zu Schäden am Bauwerk führen.

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

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 gegeben. 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 einer Spundwandverbau. 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.

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.

Im geplanten Aushubbereich am Böschungsfuß befinden sich Abspannmasten der Bahnoberleitung. Es wird davon ausgegangen, dass diese Masten bauzeitlich nicht rückgebaut werden. Deshalb sind die Maststandorte sowohl beim Aushub als auch beim Bau der Stützmauer zu berücksichtigen. Beim Aushub ist darauf zu achten, dass durch das Abgraben der Erdmassen bauzeitlich die bahnseitige Fußeinspannung und 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 lokal 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 vorgehalten 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 Mindesttiefe 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 Sickertraums 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.

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 eines Wiedereinbaus 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.



gbm

Ettlingen, 07.09.2016

gbm Gesellschaft für Baugeologie und
-meßtechnik mbH • Baugrundinstitut

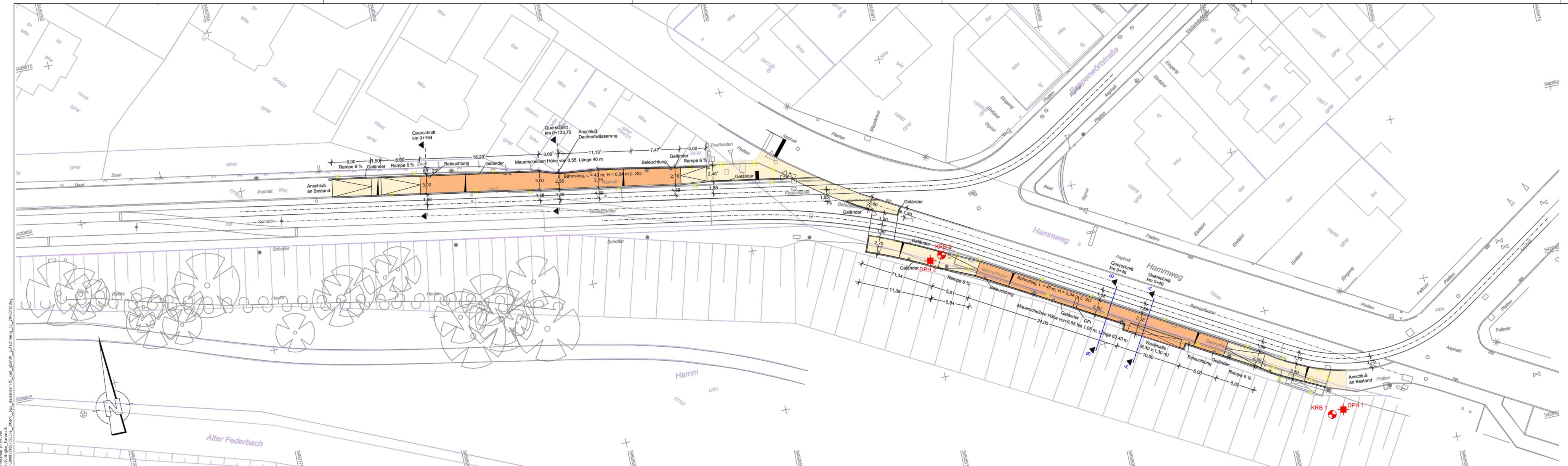
W. Rahn

Dr. W. Rahn

Sachbearbeiter
M. Sc. Michael Piduch



Anlage 1



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

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

Auftraggeber: **Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH**
Tullastr. 71
76131 Karlsruhe

Planverfasser: **gbm** Gesellschaft für Baueologie und -meßtechnik mbH
Baugrundinstitut
Pforzheimer Str. 126a
76275 Ettlingen

Projekt-Nr. **e-395616**

| Datum | Name |
|---------|------|
| 08/2016 | Pd |
| 08/2016 | Vi |
| 09/2016 | Kk |

Plan-Nr. **Anlage 1.1**

Maßstab: **1: 250**

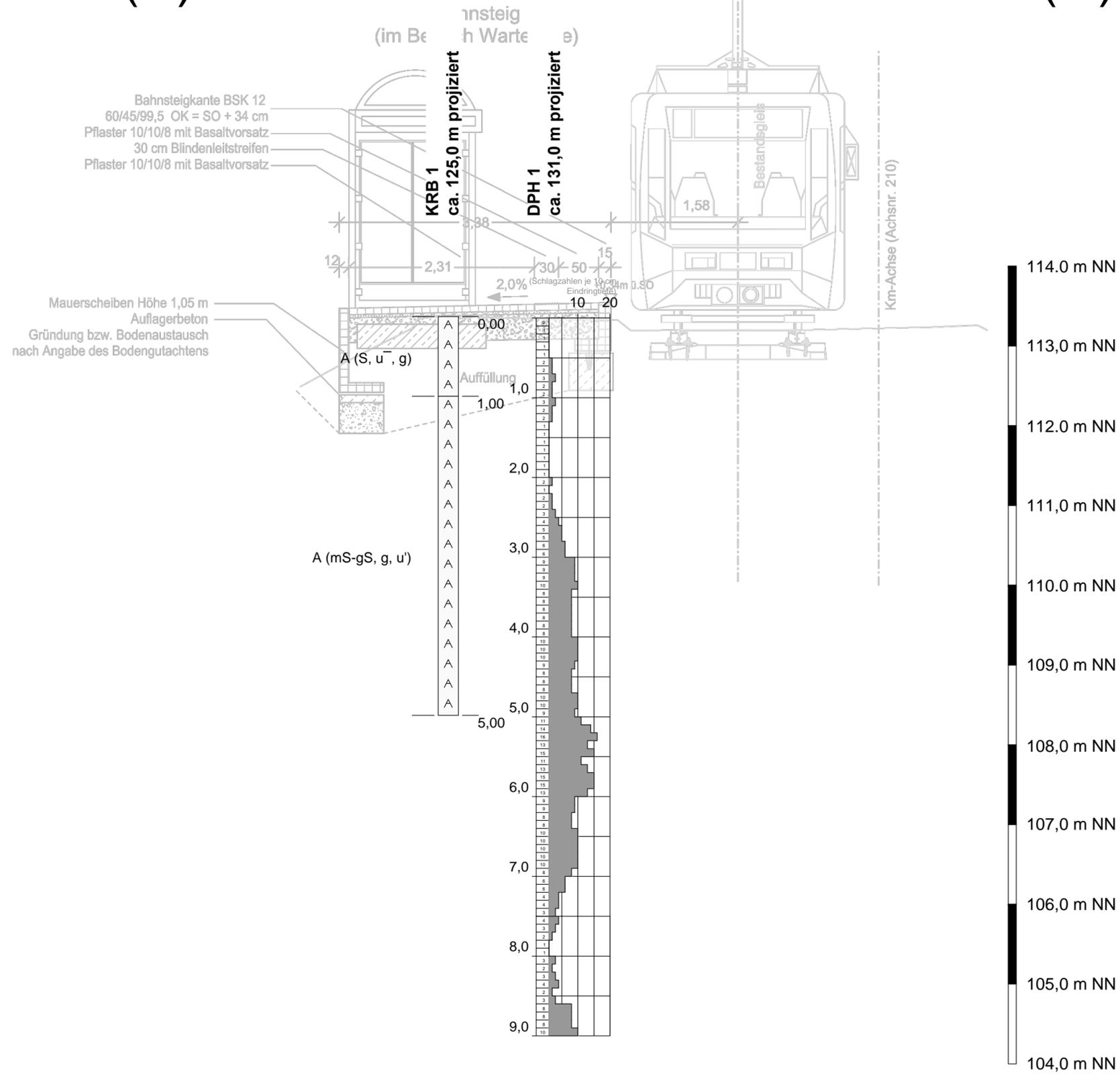
Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Hammweg in Karlsruhe Daxlanden - Baugrunduntersuchung

Lageplan mit Darstellung der Aufschlußpunkte

Projekt-Nr. 019/2016
 g:\2000\3900\395616_e-395616_bau_daxlanden\15_cad_gsm\01_gurachting_lp_20160812.dwg
 20160812

A (S)

A (N)

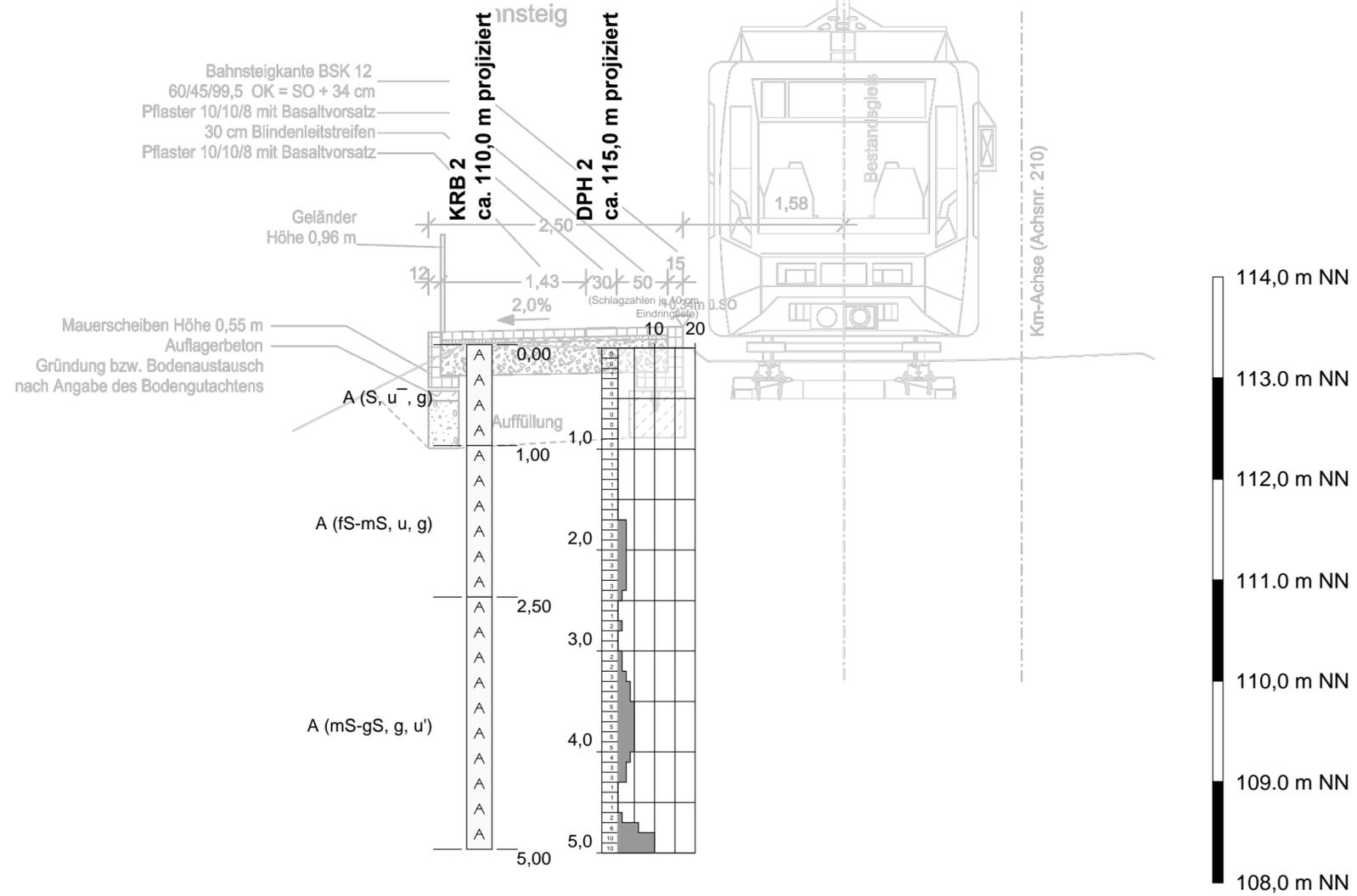


Plangrundlage: Transport Technologie-Consult Karlsruhe GmbH, Querprofil km 0+40 Hst Hammweg; Arbeitsstand: 15.04.2016)

| | | | |
|---|------------|--|------------------------|
| Auftraggeber: | | Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH Tullastr. 71 76131 Karlsruhe | |
| Planverfasser: | | Projekt-Nr. e-395616 | |
|  Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut Pforzheimer Str. 126a 76275 Ettlingen | Datum | Name | |
| | Bearbeitet | Pd | |
| | Gezeichnet | VI | |
| | Geprüft | Kk | |
| Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Hammweg in Karlsruhe Daxlanden - Baugrunduntersuchung | | | Plan-Nr. Anlage 1.2 |
| Querprofil A-A bei km 0+40 mit Darstellung der Aufschlüsse | | | Maßstab: 1: 50 |

B (S)

B (N)



Plangrundlage: Transport Technologie-Consult Karlsruhe GmbH, Querprofil km 0+46 Hst Hammweg; Arbeitsstand: 15.04.2016)

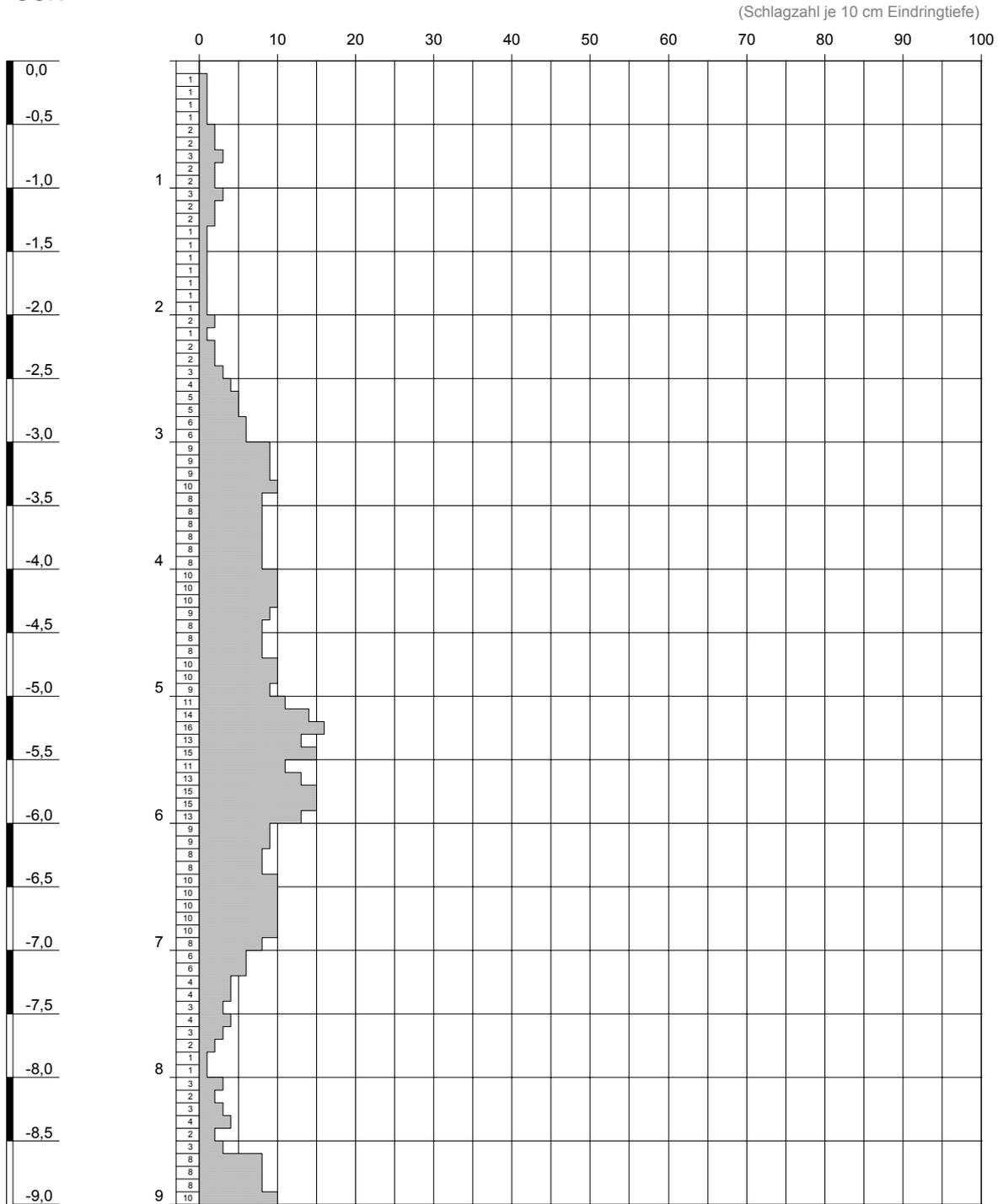
| | | | | |
|--|--|--|------------------------|----|
| Auftraggeber: | | Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH Tullastr. 71 76131 Karlsruhe | | |
| Planverfasser: |  Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut Pforzheimer Str. 126a 76275 Ettlingen | Projekt-Nr. | e-395616 | |
| | | Datum | Name | |
| | | Bearbeitet | 08/2016 | Pd |
| | | Gezeichnet | 08/2016 | VI |
| | Geprüft | 09/2016 | Kk | |
| Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Hammweg in Karlsruhe Daxlanden - Baugrunduntersuchung | | | Plan-Nr. Anlage 1.3 | |
| Querprofil B-B bei km 0+46 mit Darstellung der Aufschlüsse | | | Maßstab: 1: 50 | |



Anlage 2

DPH 1

GOK

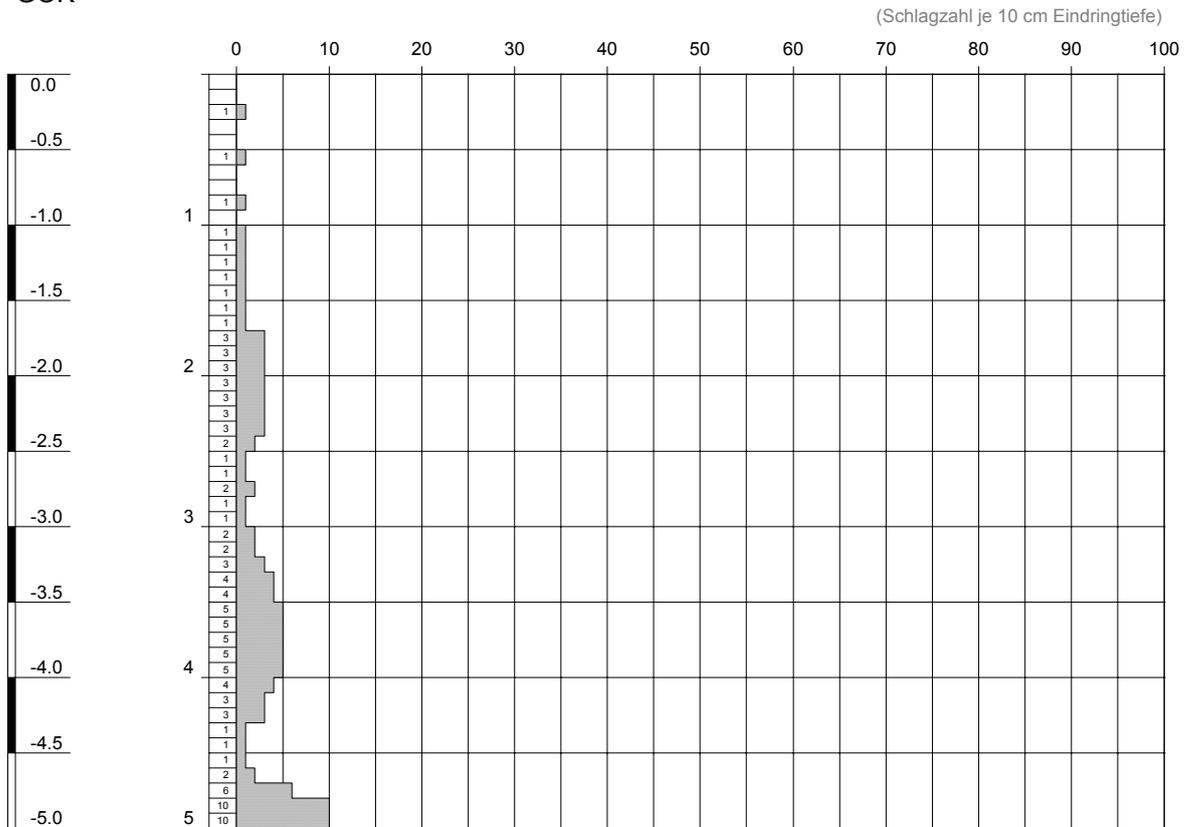


| | | | | |
|---|--------------------|--|--|------------|
| Projekt: Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Hammweg in Karlsruhe Daxlanden - Baugrunduntersuchung (e-395616) | | | | |
| Auftraggeber: Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH | | | | |
| Ort: Karlsruhe | | | | |
| Aufschluss: DPH 1 | | | | |
| Ansatzhöhe: GOK | Bearbeitet: Piduch | | | 12.07.2016 |
| Endteufe: 9,00 m | Gezeichnet: Vlasek | | | 15.07.2016 |
| Maßstab: 1:50 | Geprüft: Piduch | | | 28.07.2016 |



DPH 2

GOK



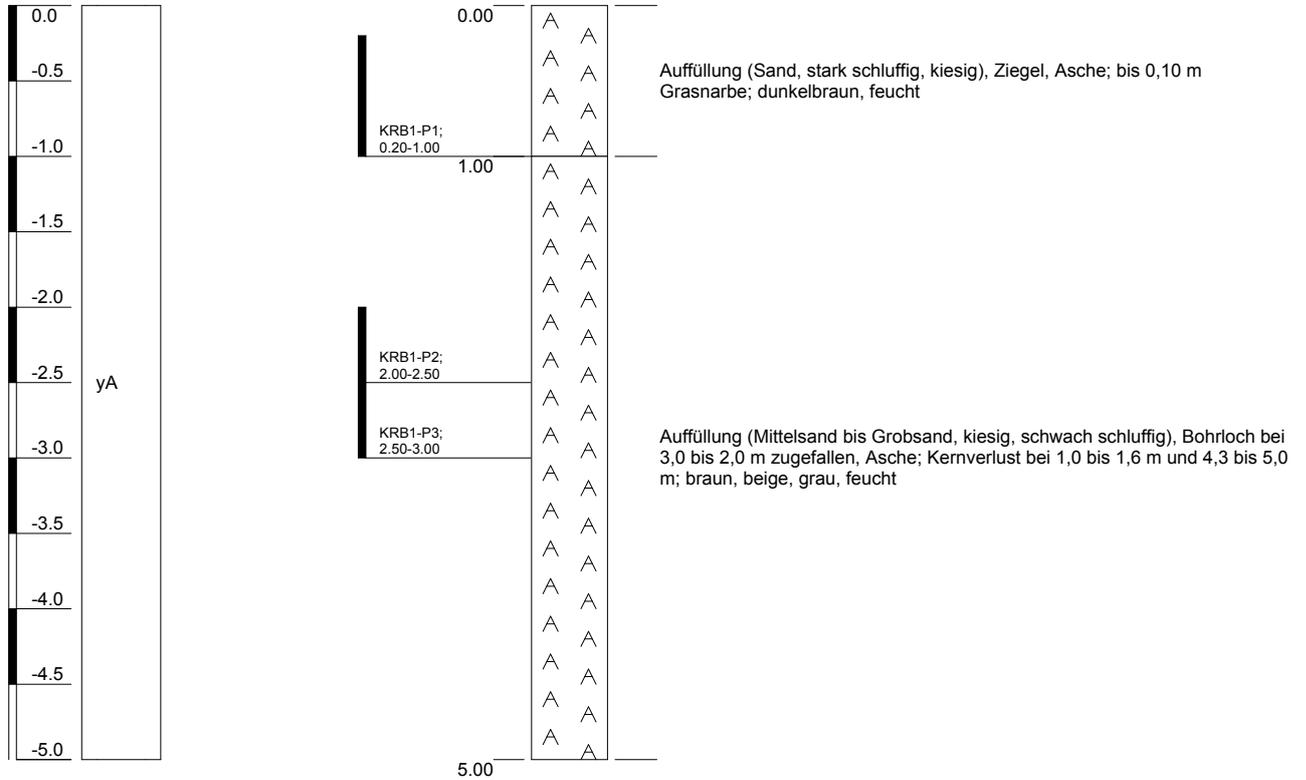
Projekt: Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Hammweg in Karlsruhe Daxlanden - Baugrunduntersuchung (e-395616)

| | |
|---|------------|
| Auftraggeber: Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH | |
| Ort: | Karlsruhe |
| Aufschluss: | DPH 2 |
| Ansatzhöhe: | GOK |
| Endteufe: | 5.00 m |
| Maßstab: | 1:50 |
| Bearbeitet: | Piduch |
| Gezeichnet: | Vlasek |
| Geprüft: | Piduch |
| | 12.07.2016 |
| | 15.07.2016 |
| | 28.07.2016 |



KRB 1

GOK



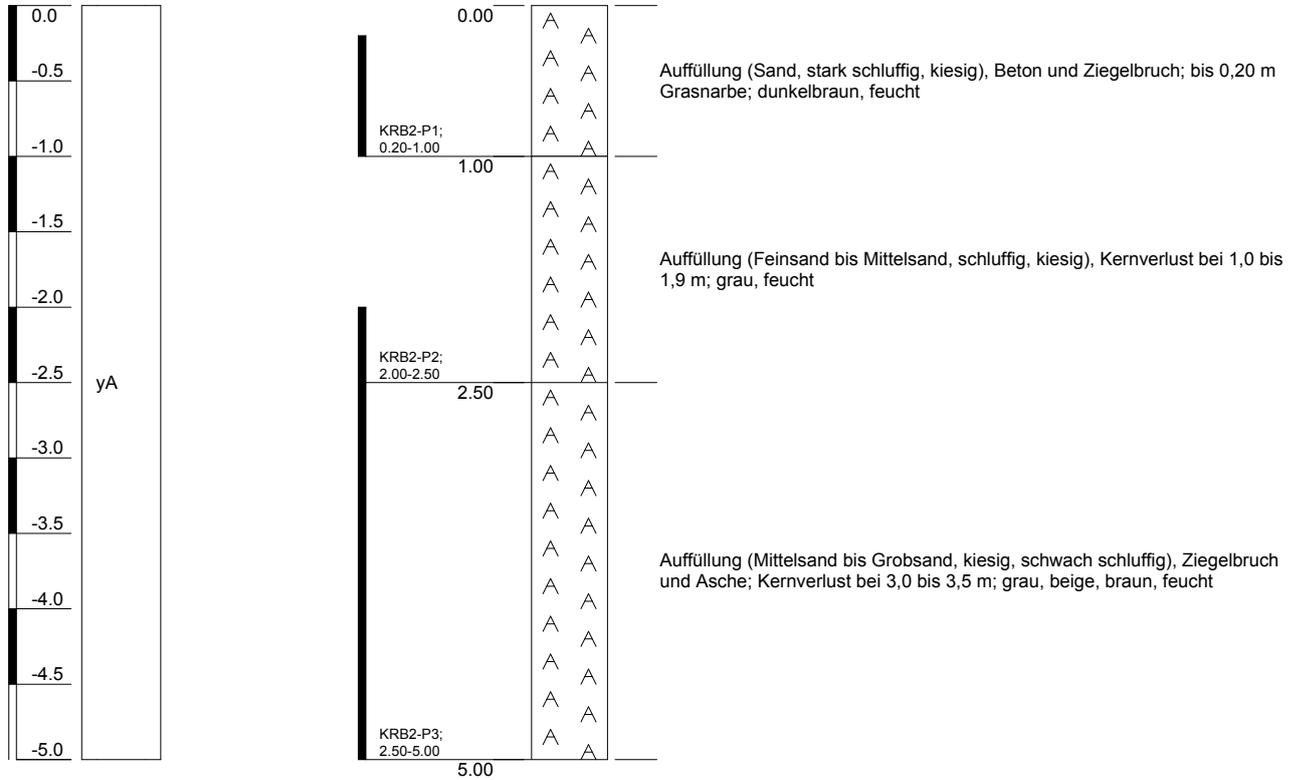
**Projekt: Barrierefreier Umbau VBK Haltestelle Hammweg in Karlsruhe
Daxlanden - Baugrunduntersuchung (e-395616)**

| | | | | |
|---------------|---------------------------------|-------------|--------|------------|
| Auftraggeber: | Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH | | | |
| Ort: | Karlsruhe | | | |
| Aufschluss: | KRB 1 | | | |
| Ansatzhöhe: | GOK | Bearbeitet: | Piduch | 11.07.2016 |
| Endteufe: | 5.00 m | Gezeichnet: | Vlasek | 15.07.2016 |
| Maßstab: | 1:50 | Geprüft: | Piduch | 28.07.2016 |



KRB 2

GOK



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

| | | | | |
|---|-------------|--------|------------|--|
| Auftraggeber: Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH | | | | |
| Ort: Karlsruhe | | | | |
| Aufschluss: KRB 2 | | | | |
| Ansatzhöhe: GOK | Bearbeitet: | Piduch | 11.07.2016 | |
| Endteufe: 5.00 m | Gezeichnet: | Vlasek | 15.07.2016 | |
| Maßstab: 1:50 | Geprüft: | Piduch | 28.07.2016 | |





Anlage 3

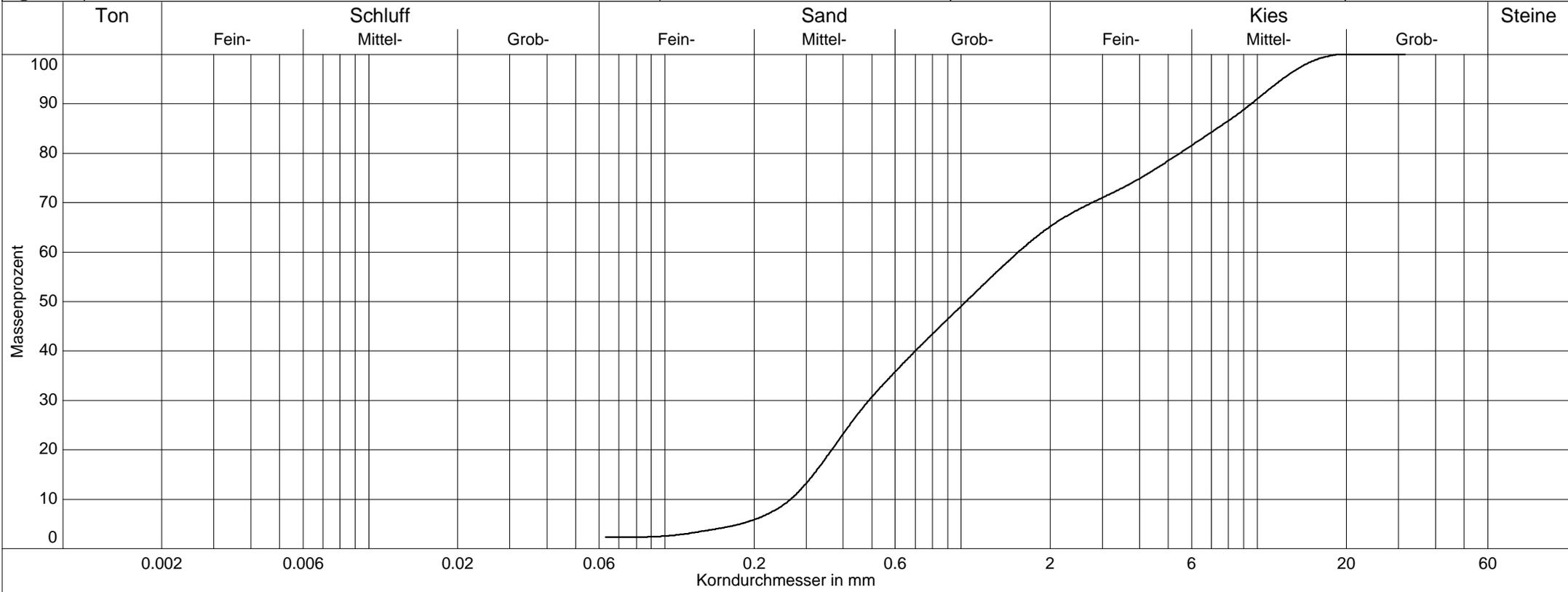


gbm Gesellschaft für Baugologie und -meßtechnik GmbH
 Dirnismaning 61, 85748 Garching b. München
 Telefon (089) 360 351 7-70, Telefax (089) 360 351 7-80

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt: BGU Daxlanden
 Projektnr.: e-395616
 Datum: 18.07.2016
 Anlage: 3.2



| | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--|--|--|
| Labor Nr. | 3257-01 | | | |
| Entnahmestelle | KRB1-P2+P3 | | | |
| Entnahmetiefe | 2,0-2,8m | | | |
| Bodenart DIN EN ISO 14688-1 | gr*Sa | | | |
| Bodenart ehem. DIN 4022 | S _g | | | |
| Bodengruppe | SE | | | |
| Kornfrakt. T/U/S/G/X | 0.0/2.4/62.8/34.8 % | | | |
| Frostempfindlichkeitsklasse | F1 | | | |
| Ungleichförmigkeitsgrad | 5.9 | | | |
| kf nach Seiler | 1.4E-003 m/s | | | |
| kf nach Hazen | -(U > 5) | | | |
| kf nach Beyer | 8.0E-004 m/s | | | |

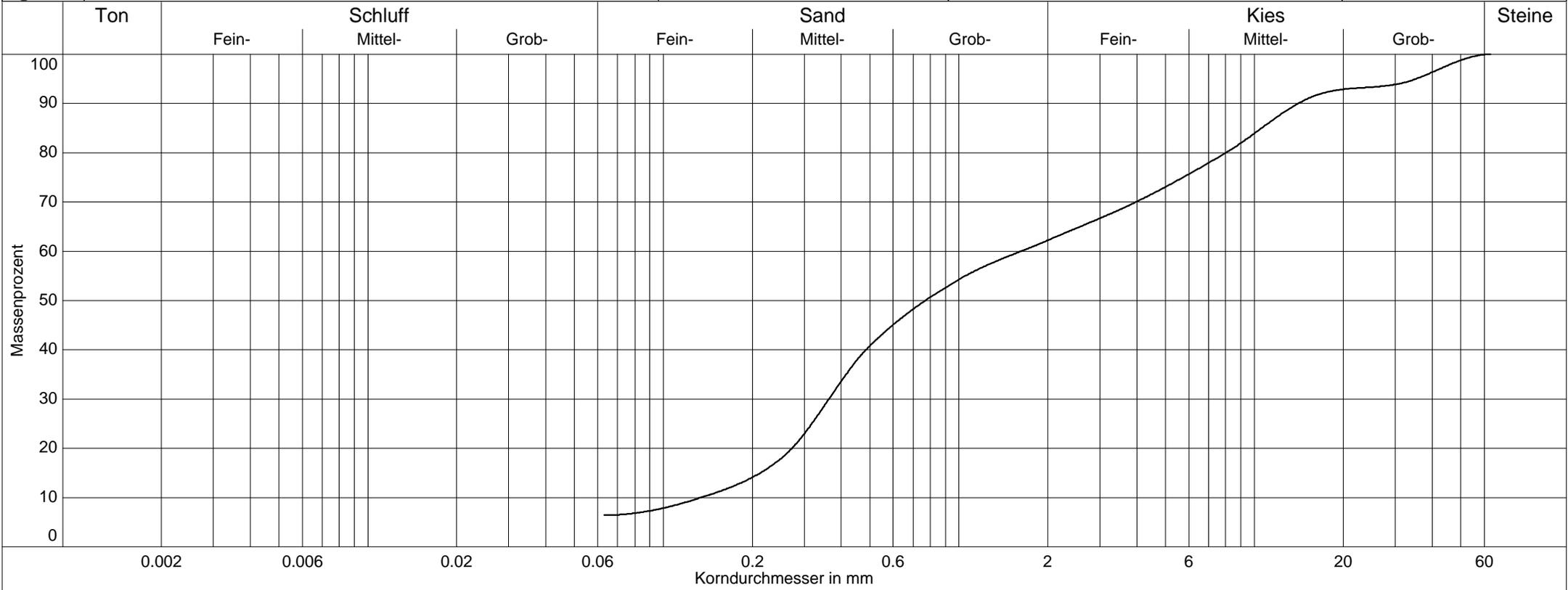


gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik GmbH
 Dirnismaning 61, 85748 Garching b. München
 Telefon (089) 360 351 7-70, Telefax (089) 360 351 7-80

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt: BGU Daxlanden
 Projektnr.: e-395616
 Datum: 18.07.2016
 Anlage: 3.2



| | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--|--|--|
| Labor Nr. | 3257-02 | | | |
| Entnahmestelle | KRB2-P1 | | | |
| Entnahmetiefe | 0,5-1,0m | | | |
| Bodenart DIN EN ISO 14688-1 | si'gr*Sa | | | |
| Bodenart ehem. DIN 4022 | S _g ,u' | | | |
| Bodengruppe | SU | | | |
| Kornfrakt. T/U/S/G/X | 0.0/6.4/55.8/37.8 % | | | |
| Frostempfindlichkeitsklasse | F1 | | | |
| Ungleichförmigkeitsgrad | 12.1 | | | |
| kf nach Seiler | 1.7E-004 m/s | | | |
| kf nach Hazen | - (U > 5) | | | |
| kf nach Beyer | 1.8E-004 m/s | | | |

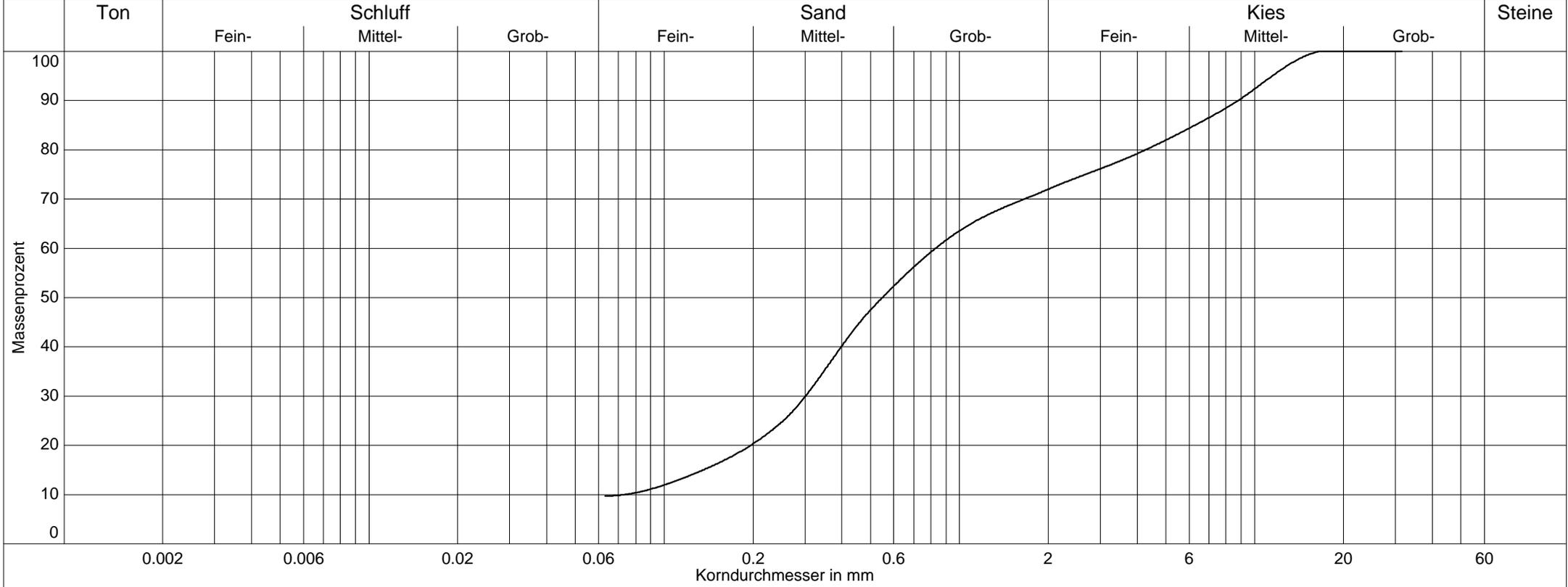


gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik GmbH
 Dirnismaning 61, 85748 Garching b. München
 Telefon (089) 360 351 7-70, Telefax (089) 360 351 7-80

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt: BGU Daxlanden
 Projektnr.: e-395616
 Datum: 18.07.2016
 Anlage: 3.2



| | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--|--|--|
| Labor Nr. | 3257-03 | | | |
| Entnahmestelle | KRB2-P3 | | | |
| Entnahmetiefe | 2,5-5,0m | | | |
| Bodenart DIN EN ISO 14688-1 | si*grSa | | | |
| Bodenart ehem. DIN 4022 | S,g,u' | | | |
| Bodengruppe | SU | | | |
| Kornfrakt. T/U/S/G/X | 0.0/9.7/62.3/28.0 % | | | |
| Frostempfindlichkeitsklasse | F2 | | | |
| Ungleichförmigkeitsgrad | 11.3 | | | |
| kf nach Seiler | 5.4E-005 m/s | | | |
| kf nach Hazen | -(U > 5) | | | |
| kf nach Beyer | 5.5E-005 m/s | | | |



"n.b." = nicht bestimmbar "*" = nicht analysiert 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 | TR | Glühverlust | TOC | Extrah. Stoffe | pH | EOX | KW-Index (MKW) | Σ PAK n. EPA | BaP | Σ BTX | Σ LHKW | Σ PCB | Cyanid ges. | As | Pb | Cd | Cr (ges.) | Cu | Ni | Hg | Tl | Zn | AT4 | Brennwert | |
|---|------------|-------|---------|-------|----|-------------------|-----------|------|-------------|-----|----------------|-----------|------|----------------|--------------|------|-------|--------|-------|-------------|-------|-----|------|-----------|-----|-----|-----------|---------|------|-----|-----------|---|
| | | | | | | | Feststoff | [%] | | | [-] | [mg/kg] | | | | | | | | | | | | | | | [mg O2/g] | [kJ/kg] | | | | |
| | | | | | | | 1 | - | - | - | - | 6,5 - 9,5 | 1 | 100 | 3 | 0,3 | 1 | 1 | 0,05 | - | 10 | 40 | 0,4 | 30 | 20 | 15 | 0,1 | 0,4 | 60 | - | - | |
| | | | | | | | | - | - | - | - | 6,5 - 9,5 | 1 | 100 | 3 | 0,3 | 1 | 1 | 0,05 | - | 15 | 70 | 1,0 | 60 | 40 | 50 | 0,5 | 0,7 | 150 | - | - | |
| | | | | | | | | - | - | - | - | 6,5 - 9,5 | 1 | 100 | 3 | 0,3 | 1 | 1 | 0,05 | - | 20 | 100 | 1,5 | 100 | 60 | 70 | 1,0 | 1,0 | 200 | - | - | |
| | | | | | | | | - | - | - | - | 6,5 - 9,5 | 1 | 100 | 3 | 0,3 | 1 | 1 | 0,05 | - | 15/20 | 100 | 1,0 | 100 | 60 | 70 | 1,0 | 0,7 | 200 | - | - | |
| | | | | | | | | - | - | - | - | 6,5 - 9,5 | 1 | 200 (400) | 3 | 0,6 | 1 | 1 | 0,1 | - | 15/20 | 140 | 1,0 | 120 | 80 | 100 | 1,0 | 0,7 | 300 | - | - | |
| | | | | | | | | - | - | - | - | 6,5 - 9,5 | 3 | 300 (600) | 3 | 0,9 | 1 | 1 | 0,15 | 3 | 45 | 210 | 3,0 | 180 | 120 | 150 | 1,5 | 2,1 | 450 | - | - | |
| | | | | | | | | - | - | - | - | 6 - 12 | 3 | 300 (600) | 9 | 0,9 | 1 | 1 | 0,15 | 3 | 45 | 210 | 3,0 | 180 | 120 | 150 | 1,5 | 2,1 | 450 | - | - | |
| | | | | | | | | - | - | - | - | 5,5 - 12 | 10 | 1000 (2000) | 30 | 3 | 1 | 1 | 0,5 | 10 | 150 | 700 | 10 | 600 | 400 | 500 | 5 | 7 | 1500 | - | - | |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | | | | | 2 | - | ≤ 3 | ≤ 1 | ≤ 0,1 | - | - | ≤ 500 | ≤ 30 | - | ≤ 6 | - | ≤ 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | | | | | | - | ≤ 3 | ≤ 1 | ≤ 0,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | | | | | | - | ≤ 5 | ≤ 3 | ≤ 0,8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | | | | | | - | ≤ 10 | ≤ 6 | ≤ 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | | | | | 3 | - | - | - | - | - | 3 | 300 (600) | 10 | - | - | - | 0,15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | 5 | 300 (600) | 15 | - | - | - | 0,5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | 10 | 1000 (2000) | 35 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| e-395616 - KRB2 - P1 | 11.07.2016 | KRB 2 | Hammweg | S,g,u | yA | UET-16-0080109-01 | | 89,8 | - | - | - | 8,8 | <0,5 | <50 (<50) | 7,0 | 0,74 | n.b. | n.b. | n.b. | <0,3 | 8,7 | 91 | 0,42 | 13 | 28 | 15 | 0,35 | <0,25 | 300 | | | |
| e-395616 - KRB2 - P4 | 11.07.2016 | KRB 2 | Hammweg | S,g,u | yA | UET-16-0080109-02 | | 94,2 | 4,1 | 2,1 | 0,05 | 8,3 | <0,5 | <50 (<50) | 64,4 | 6,3 | n.b. | n.b. | n.b. | <0,3 | 10 | 190 | 0,96 | 16 | 91 | 32 | 0,24 | <0,25 | 830 | | | |



"n.b." = nicht bestimmbar "-" = nicht analysiert 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 | pH | elektr. Leitf. | Sulfat | Phenol-index | As | Pb | Cd | Cr (ges.) | Cu | Ni | Hg | Zn | DOC | Chlorid | Fluorid | Cyanid leicht fr. | Cyanid ges. | Ba | Mo | Sb | Se | gel. Stoffe | NH4 | PAK | KW-Ind. (MKW) | TI | Herbizid, max. einzel / (AMPA + Glyphosat) | | | | | | | | |
|---|------------|-------|---------|-------|----|-------------------|-----------|-----------------------|----------------|--------|--------------|----------|--------|--------|-----------|--------|---------|--------|-------|---------|---------|---------|-------------------|-------------|--------|-------|--------|---------|-------------|-------|--------|---------------|----|--|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| Laborergebnisse (Eluat) | | | | | | | Eluat | [-] | [µS/cm] | [mg/L] | [µg/L] | | | | | | | | | | [mg/L] | | | | | | | | | | [mg/L] | | | | [µg/L] | | | | | | | |
| | | | | | | | 1 | Z 0 Sand | 6,5 - 9,5 | 250 | 50 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | |
| | | | | | | | 1 | Z 0 Lehm/Schluff | 6,5 - 9,5 | 250 | 50 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | |
| | | | | | | | 1 | Z 0 Ton | 6,5 - 9,5 | 250 | 50 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | |
| | | | | | | | 1 | Z 0 ⁺ IIIA | 6,5 - 9,5 | 250 | 50 | 20 | 14 | 40 | 1,5 | 12,5 | 20 | 15 | 0,5 | 150 | - | 30 | - | - | 0,005 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| | | | | | | | 1 | Z 0* | 6,5 - 9,5 | 250 | 50 | 20 | 14 | 40 | 1,5 | 12,5 | 20 | 15 | 0,5 | 150 | - | 30 | - | - | 0,005 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| | | | | | | | 1 | Z 1.1 | 6,5 - 9,5 | 250 | 50 | 20 | 14 | 40 | 1,5 | 12,5 | 20 | 15 | 0,5 | 150 | - | 30 | - | - | 0,005 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | | | | | 1 | Z 1.2 | 6 - 12 | 1500 | 100 | 40 | 20 | 80 | 3 | 25 | 60 | 20 | 1 | 200 | - | 50 | - | - | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | | | | | 1 | Z 2 | 5,5 - 12 | 2000 | 150 | 100 | 60 | 200 | 6 | 60 | 100 | 70 | 2 | 600 | - | 100 | - | - | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | | | | | 2 | DK 0 | 5,5 - 13 | - | ≤ 100 | ≤ 100 | ≤ 50 | ≤ 50 | ≤ 4 | ≤ 50 | ≤ 200 | ≤ 40 | ≤ 1 | ≤ 400 | ≤ 50 | ≤ 80 | ≤ 1 | ≤ 0,01 | - | ≤ 2 | ≤ 0,05 | ≤ 0,006 | ≤ 0,01 | 400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | | | | | 2 | DK I | 5,5 - 13 | - | ≤ 2000 | ≤ 200 | ≤ 200 | ≤ 200 | ≤ 50 | ≤ 300 | ≤ 1000 | ≤ 200 | ≤ 5 | ≤ 2000 | ≤ 50 | ≤ 1500 | ≤ 5 | ≤ 0,1 | - | ≤ 5 | ≤ 0,3 | ≤ 0,03 | ≤ 0,03 | 3000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | | | 2 | DK II | 5,5 - 13 | - | ≤ 2000 | ≤ 50000 | ≤ 200 | ≤ 1000 | ≤ 100 | ≤ 1000 | ≤ 5000 | ≤ 1000 | ≤ 20 | ≤ 5000 | ≤ 80 | ≤ 1500 | ≤ 15 | ≤ 0,5 | - | ≤ 10 | ≤ 1 | ≤ 0,07 | ≤ 0,05 | 6000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 2 | DK III | 4 - 13 | - | ≤ 5000 | ≤ 100000 | ≤ 2500 | ≤ 5000 | ≤ 500 | ≤ 7000 | ≤ 10000 | ≤ 4000 | ≤ 200 | ≤ 20000 | ≤ 100 | ≤ 2500 | ≤ 50 | ≤ 1 | - | ≤ 30 | ≤ 3 | ≤ 0,5 | ≤ 0,7 | 10000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 3 | Z 1.1 | 6,5-12,5 | 2500 | 250 | 20 | 15 | 40 | 2 | 30 | 50 | 50 | 0,5 | 150 | - | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 3 | Z 1.2 | 6-12,5 | 3000 | 400 | 50 | 30 | 100 | 5 | 75 | 150 | 100 | 1 | 300 | - | 200 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 3 | Z 2 | 5,5-12,5 | 5000 | 600 | 100 | 60 | 200 | 6 | 100 | 200 | 100 | 2 | 400 | - | 300 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| e-395616 - KRB2 - P1 | 11.07.2016 | KRB 2 | Hammweg | S,g,u | yA | UET-16-0080109-01 | | Z 2 | 8,8 | 46 | 1,0 | <10 | 6 | 200 | <0,5 | <5 | <5 | <5 | <0,1 | 67 | - | <0,5 | - | - | <0,005 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| e-395616 - KRB2 - P4 | 11.07.2016 | KRB 2 | Hammweg | S,g,u | yA | UET-16-0080109-02 | | DK I | 8,3 | 503 | 224 | <10 | <5 | <5 | <0,5 | <5 | <5 | <5 | <0,1 | <10 | 1,7 | 7,4 | 0,3 | <0,005 | <0,005 | 0,034 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 640 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

Keine Bewertung nach VwV und DepV

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

| | | | | | |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|
| Königswasserauflschluss | | 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)perylen | 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) |

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

**SYNLAB Umweltinstitut GmbH
Umweltinstitut Ettlingen**

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

Seite 1 von 4

Datum: 18.08.2016

Prüfbericht Nr.: UET-16-0080109/02-1
Auftrag-Nr.: UET-16-0080109
Ihr Auftrag: vom 21.07.2016
Projekt: e-395616
Eingangsdatum: 21.07.2016
Probenahme durch: Auftraggeber
Prüfzeitraum: 21.07.2016 - 18.08.2016
Probenart: Boden



Probenbezeichnung: e-395616 - KRB2 - P 4
Probe Nr. UET-16-0080109-02

Probenvorbereitung

| Parameter | Einheit | Messwert | Verfahren |
|------------------------------|---------|-----------|------------------------------|
| Probenvorbereitungsprotokoll | -- | s. Anlage | DepV, Anh.4, Nr. 3.1.1 (UAU) |

Original

| Parameter | Einheit | Messwert | Verfahren |
|--------------------------------|----------|----------|-------------------------------|
| Zerkleinern / Homogenisieren | -- | ja | - (UAU) |
| Trockenmasse | % | 94,2 | DIN EN 14346 (UAU) |
| Glühverlust | % TS | 4,1 | DIN EN 15169 (UAU) |
| TOC | % TS | 2,1 | DIN EN 13137 (UAU) |
| Cyanid, gesamt | mg/kg TS | <0,3 | DIN ISO 11262 (UAU) |
| EOX | mg/kg TS | <0,5 | DIN 38414-S 17 (UAU) |
| Chromatogramm | -- | n | DIN ISO 16703 (UAU) |
| Kohlenwasserstoffe C10 - C22 | mg/kg TS | <50 | DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU) |
| Kohlenwasserstoffe C10 - C40 | mg/kg TS | <50 | DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU) |
| extrahierbare lipophile Stoffe | % OS | 0,05 | LAGA KW 04 (UAU) |



Aromatische Kohlenwasserstoffe

| Parameter | Einheit | Messwert | Verfahren |
|-------------------------|----------|----------|--------------------|
| Benzol | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| Toluol | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| Ethylbenzol | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| m,p-Xylol | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| o-Xylol | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| Styrol | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| Isopropylbenzol (Cumol) | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| Summe AKW | mg/kg TS | -- | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

| Parameter | Einheit | Messwert | Verfahren |
|------------------------|----------|----------|--------------------|
| Dichlormethan | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| Trichlormethan | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| Tetrachlormethan | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| Trichlorethen | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| Tetrachlorethen | mg/kg TS | <0,05 | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |
| Summe LHKW | mg/kg TS | -- | HLUG/Bd.7,T4 (UAU) |

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

| Parameter | Einheit | Messwert | Verfahren |
|-----------------------|----------|----------|---------------------|
| Naphthalin | mg/kg TS | 0,081 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Acenaphthylen | mg/kg TS | 0,13 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Acenaphthen | mg/kg TS | 0,41 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Fluoren | mg/kg TS | 0,33 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Phenanthren | mg/kg TS | 4 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Anthracen | mg/kg TS | 1,2 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Fluoranthren | mg/kg TS | 11 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Pyren | mg/kg TS | 11 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg TS | 6,3 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Chrysen | mg/kg TS | 5,3 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg TS | 7,8 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg TS | 2,6 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TS | 6,3 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg TS | 1,1 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Benzo(ghi)perylen | mg/kg TS | 3,2 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg TS | 3,4 | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Summe PAK EPA | mg/kg TS | 64,4 | DIN ISO 18287 (UAU) |

Polychlorierte Biphenyle

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

Schwermetalle

| Parameter | Einheit | Messwert | Verfahren |
|------------------------|----------|----------|---------------------------------|
| Königswasseraufschluss | -- | ja | DIN ISO 11466 (UAU) |
| Arsen | mg/kg TS | 10 | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU) |
| Blei | mg/kg TS | 190 | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU) |
| Cadmium | mg/kg TS | 0,96 | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU) |
| Chrom (Gesamt) | mg/kg TS | 16 | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU) |
| Kupfer | mg/kg TS | 91 | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU) |
| Nickel | mg/kg TS | 32 | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU) |
| Quecksilber | mg/kg TS | 0,24 | DIN EN ISO 12846 (UAU) |
| Zink | mg/kg TS | 830 | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU) |
| Thallium | mg/kg TS | <0,25 | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) (UAU) |

Eluat

| Parameter | Einheit | Messwert | Verfahren |
|--------------------------------------|---------|----------|-------------------------------|
| Eluat | -- | ja | DIN EN 12457-4 (UAU) |
| pH-Wert | -- | 8,3 | DIN 38 404-C 5 (UAU) |
| elektrische Leitfähigkeit bei 25°C | µS/cm | 503 | DIN EN 27888 (UAU) |
| Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen | mg/l | 640 | DIN 38 409-H 1 (UAU) |
| DOC | mg/l | 1,70 | DIN EN 1484 (UAU) |
| Fluorid | mg/l | 0,3 | DIN EN ISO 10304-1 (UAU) |
| Chlorid | mg/l | 7,4 | DIN EN ISO 10304-1 (UAU) |
| Sulfat | mg/l | 224 | DIN EN ISO 10304-1 (UAU) |
| Cyanid, leicht freisetzbar | mg/l | <0,005 | DIN 38 405-D 14-2 (UAU) |
| Cyanid, gesamt | mg/l | <0,005 | DIN EN ISO 14403 (UAU) |
| Phenol-Index | mg/l | <0,01 | DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU) |

Schwermetalle

| Parameter | Einheit | Messwert | Verfahren |
|----------------|---------|----------|-------------------------------|
| Arsen | mg/l | <0,005 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |
| Blei | mg/l | <0,005 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |
| Cadmium | mg/l | <0,0005 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |
| Chrom (Gesamt) | mg/l | <0,005 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |
| Kupfer | mg/l | <0,005 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |
| Nickel | mg/l | <0,005 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |
| Quecksilber | mg/l | <0,0001 | DIN EN ISO 12846 (UAU) |
| Zink | mg/l | <0,010 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |
| Barium | mg/l | 0,034 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |
| Molybdän | mg/l | <0,005 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |
| Antimon | mg/l | <0,005 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |
| Selen | mg/l | <0,005 | DIN EN ISO 11885 (E 22) (UAU) |

(UAU) - Augsburg

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 18.08.2016 um 16:07 Uhr durch Dr. Michael Jarmer (Niederlassungsleiter) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Anlage 4

