

### **BV Tram Westtangente Kombinierte orientierende Altlasten- und Baugrunderkundung inkl. abfallrechtlicher Beurteilung**

Umfang	31 Seiten, 9 Tabellen, 6 Anlagen
Auftraggeber/-in	Stadtwerke München GmbH Emmy-Noether-Straße 2 80992 München
Verfasser	campus Ingenieurgesellschaft mbH Fürstenrieder Straße 267 D-81377 München  Tel. +49 89 85 63 994 - 0 Fax +49 89 85 63 994 - 29  mail: <a href="mailto:info@campus-ingenieure.de">info@campus-ingenieure.de</a> web: <a href="http://www.campus-ingenieure.de">www.campus-ingenieure.de</a>
Projektleiter/-in	Christian Kafka Sachverständiger gem. §18 BBodSchG, SG: 1, 2
Projektnummer campus	14041

München, den 28.01.2015

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Anlagenverzeichnis.....</b>	<b>4</b>
<b>Literatur- / Quellennachweis.....</b>	<b>5</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>6</b>
<b>1. Zusammenfassung .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Einleitung .....</b>	<b>9</b>
2.1    Veranlassung / Auftrag .....	9
2.2    Aufgabenstellung .....	9
<b>3. Angaben zum Untersuchungsgebiet.....</b>	<b>10</b>
3.1    Räumliche Lage / Standortdaten.....	10
3.2    Allgemeine Angaben zur Geologie und Hydrologie .....	10
<b>4. Durchgeführte Untersuchungen.....</b>	<b>11</b>
4.1    Untersuchungskonzept – 1. Untersuchungsschritt .....	11
4.2    Untersuchungskonzept - 2. Untersuchungsschritt .....	12
4.3    Geländearbeiten .....	13
4.4    Analytik.....	13
<b>5. Bewertungsgrundlagen.....</b>	<b>14</b>
5.1    Umweltrechtliche Bewertungsgrundlagen .....	14
5.2    Abfallrechtliche Bewertungsgrundlagen .....	16
<b>6. Darstellung der Ergebnisse .....</b>	<b>16</b>
6.1    Organoleptik .....	16
6.2    Analysenergebnisse.....	17
<b>7. Bewertung / Empfehlungen.....</b>	<b>24</b>
7.1    Abfallrechtliche Bewertung.....	24
7.2    Umweltrechtliche Bewertung (Wirkungspfad Boden – Grundwasser).....	24
7.3    Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen.....	28
7.4    Kampfmittel.....	30

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Untersuchungskonzept, Aufschlussarbeiten .....	11
Tabelle 2: Untersuchungskonzept, Aufschlussarbeiten 2. Untersuchungsschritt .....	12
Tabelle 3: Analysenergebnisse der Bodenproben (Feststoff < 2 mm) mit abfallrechtlicher und umweltrechtlicher Einstufung.....	18
Tabelle 4: Ergebnisse der Eluatuntersuchungen .....	23
Tabelle 5: Prognostizierte Schadstoffverteilung gem. Eckpunktepapier (Horizont 0-1,0 m) ....	24
Tabelle 6: Bohrungen mit Hilfwert-Überschreitungen gem. LfW-Merkblatt 3.8/1 .....	25

Tabelle 7: Ergebnisse der baugrundtechnischen Untersuchungen .....	28
Tabelle 8: Übersicht der Bodeneinstufung gemäß Laboruntersuchung (Kornverteilung gem. DIN 18123).....	29
Tabelle 9: Bodenkennwerte .....	30

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

- Anlage 1:           Abbildungen
- Abbildung 1:       Lage der Projektfläche im Stadtgebiet
- Abbildung 2:       Lage der Planungsabschnitte 1- 4
- Abbildung 3:       Lage der Rammkernsondierungen  
Abbildung 3.1 → Planungsabschnitt 1  
Abbildung 3.2 → Planungsabschnitt 2  
Abbildung 3.3 → Planungsabschnitt 3  
Abbildung 3.4 → Planungsabschnitt 4
- Abbildung 4:       Lage der Sondieransatzpunkte mit abfallrechtlicher Bewertung der  
Untersuchungsergebnisse gem. „Eckpunktepapier“  
Abbildung 4.1 → Planungsabschnitt 1  
Abbildung 4.2 → Planungsabschnitt 2  
Abbildung 4.3 → Planungsabschnitt 3  
Abbildung 4.4 → Planungsabschnitt 4
- Abbildung 5:       Lage der Rammkernsondierungen und Schweren Rammsondierun-  
gen (DPH) mit Bohrprofilen und Schlagzahldiagrammen  
Abbildung 5.1 → Planungsabschnitt 1  
Abbildung 5.2 → Planungsabschnitt 2  
Abbildung 5.3 → Planungsabschnitt 3  
Abbildung 5.4 → Planungsabschnitt 4
- Abbildung 6:       Lage der Sondieransatzpunkte mit umweltrechtlicher Bewertung der  
Untersuchungsergebnisse gem. „Eckpunktepapier“  
Abbildung 4.1 → Planungsabschnitt 1  
Abbildung 4.2 → Planungsabschnitt 2  
Abbildung 4.3 → Planungsabschnitt 3  
Abbildung 4.4 → Planungsabschnitt 4
- Abbildung 7:       Lage der Altlastenverdachtsflächen, gem. Angaben RGU vom  
14.04.2014  
Abbildung 4.1 → Planungsabschnitt 1  
Abbildung 4.2 → Planungsabschnitt 2  
Abbildung 4.3 → Planungsabschnitt 3  
Abbildung 4.4 → Planungsabschnitt 4
- Anlage 2:           Bohrprofile (RKS)
- Anlage 3:           Bohrprofile und Rammsondierprotokolle (DPH)
- Anlage 4:           Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchung (Prüfberichte)
- Anlage 5:           Kornverteilungskurven gem. DIN 18123
- Anlage 6:           Fotodokumentation Asphaltkerne

## LITERATUR- / QUELLENACHWEIS

- [1] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz: Vollzug der Bodenschutz- und Altlastengesetze; Bewertung von PAK-Stoffgemischen für den Pfad Boden-Mensch, Prüfwerte für Benzo(a)pyren als Leitsubstanz für PAK-Gemische, 05.11.2014
- [2] Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (STtMLU): Leitfaden zu den Eckpunkten – Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (sogenanntes „Eckpunktepapier“), 09.12.2005
- [3] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit: Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauten, Schreiben vom 16.01.2012
- [4] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen – Wirkungspfad Boden-Gewässer, Merkblatt 3.8/1 vom 31.10.2001
- [5] Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17. März 1998: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten
- [6] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), 12.07.1999
- [7] Geologische Übersichtskarte, Blatt 7934 München (Maßstab 1 : 200.000), herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2007)
- [8] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Wasserwirtschaftliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Bituminösem Straßenaufbruch (Ausbauasphalt und pechhaltiger Straßenaufbau), Merkblatt 3.4/1 vom Juli 2013
- [9] DIN 18123: 2011-04: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung
- [10] DIN EN ISO 22476-2: 2012-03: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005 + Amd 1:2011)
- [11] Campus Ingenieurgesellschaft mbH: BV Tram Westtangente, Luftbildauswertung bzgl. Kampfmittel, B1404103 vom 31.07.2014

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AG	Auftraggeber
As	Arsen
BBodSchV	Bundesbodenschutzverordnung
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
Cd	Cadmium
Cr	Chrom
Cu	Kupfer
DPH	Schwere Rammsondierung
EPP	Eckpunktepapier
GW	Grundwasser
GOK	Geländeoberkante
k.A.	keine Angabe(n)
KW (GC)	Kohlenwasserstoffe gemäß Gaschromatographie
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
mNN	Meter über Normalnull
MP	Mischprobe
Ni	Nickel
n.u.	nicht untersucht
n.v.	nicht vorhanden
o.b.W.	(organoleptisch) ohne besondere Wahrnehmung
OU	Orientierende Untersuchung
∑ PAK n. EPA	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe gemäß US Umweltbehörde (US-EPA)
Pb	Blei
SM	Schwermetalle
Tl	Thallium
u.d.B.	unter der (analytischen) Bestimmungsgrenze
VSU	Verordnung über Sachverständige und Untersuchungsstellen für den Bodenschutz und die Altlastenbehandlung in Bayern
Zn	Zink
-	nicht untersucht / keine Bemerkungen

## 1. ZUSAMMENFASSUNG

Die Stadtwerke München GmbH, Emmy-Noether-Straße 2, 80992 München planen den Neubau der Tram Westtangente im Münchner Westen. Die Straßenbahntrasse soll über eine Länge von knapp 9 km vom U-Bahnhof Aidenbachstraße über die Boschetsrieder Straße, Fürstenrieder Straße und Wotanstraße bis zum Romanplatz führen.

Die campus Ingenieurgesellschaft mbH, Fürstenrieder Straße 267 in 81377 München wurde von der Stadtwerke München GmbH (SWM) beauftragt, eine kombinierte Altlasten- / Baugrunderkundung für den geplanten Trassenbereich durchzuführen.

Bei dem hier vorliegenden Bericht handelt es sich um eine Darstellung der chemischen und bodenmechanischen Ergebnisse. Die abfallrechtliche Beurteilung der Ergebnisse erfolgt nach dem Leitfaden zu den Eckpunkten – Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (sogenanntes „Eckpunktepapier“) vom 09.12.2005 [2]. Die umweltrechtliche Gefährdungsabschätzung erfolgt gemäß dem Merkblatt Nr. 3.8/1 des Bayerischen Landesamts für Umwelt vom 31.10.2001 [4]. Die Durchführung der Siebanalysen erfolgt nach DIN 18123.

Die Arbeiten wurden in Abstimmung mit dem Referat für Gesundheit und Umwelt durchgeführt.

Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- ⇒ Im geplanten Trassenbereich wurde in nahezu jeder Bohrung eine anthropogene Auffüllung angetroffen. Die Auffüllung ist im Mittel 0,75 m mächtig und setzt sich größtenteils aus sandigen, schluffigen Kiesen mit Fremd Beimengungen (i. W. Ziegelreste, Asphaltreste, vereinzelt Betonbruch, Brandrückstände) zusammen.
- ⇒ Das Auffüllungsmaterial in den heutigen Straßenbereichen setzt sich hauptsächlich aus sandigen, schluffigen Kiesen zusammen (Straßenunterbau). In den unversiegelten oberflächennahen Bereichen des begrünten Mittelstreifens treten oberflächennah (< 1 m) häufig (ca. 25% der Bohrungen) sandig-kiesiger Schluff als Auffüllungsmaterial auf (vgl. z.B. RKS11, 25, 37, 47, 65, 79). Darunter folgt die v.g. kiesige Auffüllung.
- ⇒ Unterhalb der Auffüllung folgen sandige, schluffige quartäre Kiesen. Vereinzelt sind in den geogenen Kiesen geringmächtige feinkörnigere Sedimente (Sande, Schluffe) oder Rollkieslagen zwischengelagert.
- ⇒ Das erbohrte anthropogene Verfüllmaterial ist größtenteils schadstoffbelastet und schwerpunktmäßig den Zuordnungsklassen gem. Eckpunktepapier [2] Z1.2 bis > Z2 zuzuordnen.
- ⇒ Einstufungsrelevant sind hier im Wesentlichen die Parametergruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) und der Schwermetalle, untergeordnet MKW sowie Chlorid im Eluat.
- ⇒ In den Bohrungen wurden in der anthropogenen Auffüllung Hilfwert-1- und Hilfwert-2-Überschreitungen für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser gem. LfU-Merkblatt 3.8/1

nachgewiesen. Diese sind v.a. auf erhöhte PAK-Gehalte in der Auffüllung zurückzuführen. Eine umweltrelevante Verfrachtung von Schadstoffen über den Sickerwasserpfad wird nicht abgeleitet, da die Kontaminationen deutlich über dem Grundwasserspiegel abgegrenzt sind (Grundwasserflurabstand 6 – 18 m unter GOK) und eine Eluierbarkeit der i.d.R. schlecht wasserlöslichen PAK nicht festgestellt wurde. Im Ausführungsfall des Trassenbaus wird ein Großteil der ermittelten Bodenbelastung im Zuge der Erdarbeiten zum Trassenbau durch Aushub sowieso entfernt.

- ⇒ Eine Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser ist in Zusammenschau aller Befunde nicht abzuleiten. Weitere Maßnahmen sind derzeit nicht erforderlich.
- ⇒ Aufgrund der nachgewiesenen Schadstoffe im anthropogenen Auffüllungsmaterial ist eine zielgerichtete Versickerung von Niederschlagswasser in der Auffüllung bzw. in belasteten Bodenschichten nicht zulässig.
- ⇒ Anhand der durchgeführten schweren Rammsondierungen (DPH) lässt sich die Lagerungsdichte der kiesigen Auffüllung (Mächtigkeit im Mittel 0,5 bis 1,0 m unter GOK) größtenteils als mitteldicht – dicht gelagert einstufen. Die darunter folgende geogenen Kiese sind in der Regel dicht bis sehr dicht gelagert.
- ⇒ Im Horizont von 1 – 2 m unter GOK wurden Frostempfindlichkeitsklassen von F2 bis F3 ermittelt.
- ⇒ Die quartären Kiese in 2 -3 m Tiefe sind größtenteils den Bodenklassen GU (GÜ) zuzuordnen und weisen einen  $K_f$ -Wert zwischen  $1,9 \times E-002$  und  $7,7 \times E-006$  m/s auf.
- ⇒ Für das Gelände besteht Kampfmittelverdacht [11]. Dies ist bei den weiteren Planungen zu berücksichtigen.
- ⇒ Wir empfehlen eine fachtechnische Begleitung der Erdbaumaßnahmen, um einen ordnungsgemäßen Umgang mit dem anfallenden Aushubmaterial zu gewährleisten. Zudem sollte von den Baugrubensohlen flächige Beweissicherungsproben entnommen werden, auf Grundlage derer über das weitere Vorgehen entschieden werden kann.
- ⇒ Wir empfehlen die Untersuchungsergebnisse dem RGU mitzuteilen und die weiteren Maßnahmen aus altlastentechnischer Sicht abzustimmen.

## **2. EINLEITUNG**

### **2.1 Veranlassung / Auftrag**

Die Stadtwerke München GmbH, Emmy-Noether-Straße 2, 80992 München planen den Neubau der Tram Westtangente im Münchner Westen. Die Straßenbahntrasse soll über eine Länge von knapp 9 km vom U-Bahnhof Aidenbachstraße über die Boschetsrieder Straße, Fürstenrieder Straße und Wotanstraße bis zum Romanplatz führen. Die Trasse ist gemäß aktuellem Planungsstand weitestgehend in der heutigen Fahrbahnmitte der Bestandsstraßen verortet.

Die campus Ingenieurgesellschaft mbH, Fürstenrieder Straße 267 in 81377 München wurde von der Stadtwerke München GmbH (SWM) beauftragt, im Vorfeld eine kombinierte, orientierende Altlasten- und Baugrunderkundung (bzgl. der Versickerung und der Frostschutzklassen) im Bereich der geplanten Trasse durchzuführen. Weiterhin sollte eine abfalltechnische Beurteilung des Untergrundes erfolgen. Die Umweltverbundröhre (UVR) im Bereich der S-Bahn-Stammstrecke ist im Rahmen der Baugrunduntersuchungen nicht zu berücksichtigen, da diese zum Projekt 2. Stammstrecke gehört und nicht zur Neubaustrecke Tram Westtangente.

Bei vorliegendem Bericht handelt es sich um eine Darstellung der durchgeführten Arbeiten und der chemischen und bodenmechanischen Ergebnisse. Die abfallrechtliche Beurteilung der Ergebnisse erfolgt nach dem Leitfaden zu den Eckpunkten – Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (sogenanntes „Eckpunktepapier“) vom 09.12.2005 [2]. Die umweltrechtliche Gefährdungsabschätzung erfolgt gemäß dem Merkblatt Nr. 3.8/1 des Bayerischen Landesamts für Umwelt vom 31.10.2001 [4]. Die Siebanalysen erfolgen nach DIN 18123.

Grundlage des Auftrages ist das „Leistungsbild für Bodenmechanik, Erd-, Grundbau, Altlasten- und Kampfmittelvoruntersuchung“, Neubaustrecke Tram Westtangente der Stadtwerke München GmbH vom April 2014 sowie die Nachtragsangebote NA1 und NA2 (10.07.2014), NA4 (29.09.2014) und NA5 (18.12.2014).

Das vorliegende Gutachten dokumentiert die v.g. Arbeiten.

### **2.2 Aufgabenstellung**

Folgende Leistungen wurden beauftragt:

- Spartenklärung
- Erwirken der verkehrsrechtlichen Anordnung sowie Verkehrssicherung der Baustelle
- Rammkernsondierungen
- Schwere Rammsondierungen (DPH)
- Kampfmitteltechnische Freimessung der Untersuchungspunkte
- Untersuchung von ausgewählten Bodenproben auf altlasten- / abfallrelevante Schadstoffe (PAK, Schwermetalle, Mineralölkohlenwasserstoffe, Chlorid)

- Sieb-/Schlammanalysen zur Bestimmung der Bodenklassen / Versickerungsfähigkeit / Frostschutzklasse
- Darstellung der Ergebnisse in einem Bericht

### **3. ANGABEN ZUM UNTERSUCHUNGSGEBIET**

#### **3.1 Räumliche Lage / Standortdaten**

Das Untersuchungsgebiet liegt im Westen der Landeshauptstadt München und verläuft im Straßenbereich von der Aidenbachstraße im Süden über die Boschetsrieder Straße in westlicher Richtung, anschließend über die Fürstenrieder Straße und Wotanstraße nach Norden bis um Romanplatz. Das Untersuchungsgebiet ist gemäß den planerischen Vorgaben der SWM in 4 Planungsabschnitte (PA1 – PA4) unterteilt, wobei die Nummerierung von Süden nach Norden ansteigt. Der Verlauf der Neubaustrecke inklusive Darstellung der Planungsabschnitte ist im Lageplan in der Anlage 1 dargestellt.

Es sind keine nennenswerten Oberflächengewässer im näheren Umfeld des Untersuchungsareals vorhanden. Etwa 2 Kilometer östlich der Aidenbachstraße verläuft die in nördliche Richtung entwässernde Isar.

#### **3.2 Allgemeine Angaben zur Geologie und Hydrologie**

Gemäß der Geologischen Übersichtskarte, Blatt 7934 München (Maßstab 1 : 200.000), herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2007), liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich der Münchner Schotterebene, die als Schwemmfächer aus den fluvioglazialen Sedimenten der quartären Eiszeiten gebildet wurde. Im Raum München sind vor allem karbonathaltige Niederterrassenschotter der Würmeiszeit anzutreffen. Diese setzen sich aus zum Teil kleinräumigen Wechsellagerungen von sandig-schluffigen Kiesen, Rollkiesen und sandig bis schluffigen Ablagerungen zusammen. Die Mächtigkeit der quartären Ablagerungen reicht von rund zwei Metern bis zu mehreren Dekametern. Bereichsweise treten, vor allem im Bereich von Terrassenkanten, betonartig verkittete Kies- und Geröllbänke („Nagelfluh“) auf.

Unterlagert werden die quartären Sedimente von den feinkörnigeren schluffig-sandigen, z. T. tonigen Ablagerungen („Flinz“) der jungtertiären Oberen Süßwassermolasse (OSM).

Die oben beschriebenen quartären Ablagerungen bilden in München normalerweise das oberste Grundwasserstockwerk. Die Grundwassermächtigkeit ist abhängig von der Tiefenlage der feinkörnigeren tertiären Ablagerungen, die den ersten Grundwassergeringleiter bilden. Der mittlere Grundwasserflurabstand nimmt im Untersuchungsgebiet von Osten nach Westen zu. Gemäß des Referats für Gesundheit und Umwelt (RGU) liegt der mittlere Grundwasserflurabstand vom Juli 1989 (Internet: <http://maps.muenchen.de/rgu/grundwasserflurabstand>) im Bereich Aidenbachstraße / Boschetsrieder Straße bei 18 – 20 m unter GOK und steigt im Verlauf nach Norden in der Fürstenrieder Straße an bis auf 8 – 10 m unter GOK im Bereich der Laimer Unterführung / Wotanstraße. Im Bereich Romanplatz beträgt der Grund-

wasserflurabstand 6 – 8 m unter GOK. Grundwasser wurde im Rahmen der für vorliegenden Bericht durchgeführten Untersuchungen nicht angetroffen.

Die übergeordnete Grundwasserfließrichtung ist nach Norden gerichtet. Kleinräumig können durch die Morphologie der Tertiäroberfläche (z.B. Erosionsrinnen) auch andere Fließrichtungen auftreten. Tiefere Grundwasserstockwerke befinden sich in grobkörnigeren Lagen des Tertiärs. Aufgrund der räumlich unterschiedlichen Korngrößenverteilung der Tertiäroberfläche können kleinräumig hydraulische Verbindungen der quartären und tertiären Grundwasserstockwerke bestehen („Tertiärfenster“).

#### 4. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

##### 4.1 Untersuchungskonzept – 1. Untersuchungsschritt

Im Straßenbereich oder im Grünstreifen der Fahrbahnmitte wurde in einem Abstand von ca. 100 - 200 m zur Untersuchung des Untergrundes jeweils eine Rammkernsondierung (RKS) abgeteuft. Bei ca. jeder zweiten Bohrung wurde zur Ermittlung der Lagerungsdichte zusätzlich eine schwere Rammsondierung (DPH) durchgeführt. Die Lage der Bohransatzpunkte ist in der Abbildung 2 der Anlage 1 dargestellt. Die Asphaltkerne des Straßenbelages sind in der Fotodokumentation in Anlage 6 dargestellt.

Das Untersuchungskonzept gemäß nachfolgender Tabelle wurde auf Grundlage der Aufgabenstellung erstellt.

**Tabelle 1: Untersuchungskonzept, Aufschlussarbeiten**

Planungs-Abschnitt / Kilometrierung	Aufschlussarbeiten*	Untersuchungsziel	Untersuchungsumfang
1 km 0 – 1,8	21 Rammkernsondierungen (RKS1 – RKS19, RKS6b, RKS10b) mit Bodenprobenahme je laufenden Meter bzw. Abgrenzung von Schichtwechseln Erfassung der Versiegelungsart /-dicke  10 Schwere Rammsondierungen [(DPH1 – DPH19 (nur ungerade Ziffern)]	Altlasten- / abfalltechnische sowie baugrundtechnische Untersuchungen des Untergrundes	RKS: Chemische Analytik ausgewählter Bodenproben auf die Parameter EOX, PAK, MKW, Schwermetalle, Cyanide ges. im Bodenfeststoff < 2 mm, Chlorid im Eluat, ausgewählte Asphaltproben: Analytik auf PAK
2 km 1,9 - 4,5	29 Rammkernsondierungen (RKS20 – RKS46, RKS28a, RKS28b) mit Bodenprobenahme je laufenden Meter bzw. Abgrenzung von Schichtwechseln Erfassung der Versiegelungsart /-dicke  13 Schwere Rammsondierungen [(DPH21 – DPH45 (nur ungerade Ziffern)]		Sieblinien zur Ermittlung der Kornverteilung nach DIN 18123  DPH: Ermittlung der Bodenkennwerte (Schlagzahl, Lagerungsdichte etc.)

Planungs-Abschnitt / Kilometrierung	Aufschlussarbeiten*	Untersuchungsziel	Untersuchungsumfang
3 km 4,6 – 6,55	22 Rammkernsondierungen (RKS47 – RKS68) mit Bodenprobenahme je laufenden Meter bzw. Abgrenzung von Schichtwechsell Erfassung der Versiegelungsart /-dicke  10 Schwere Rammsondierungen [(DPH47 – DPH67 (nur ungerade Ziffern)]	Altlasten- / abfalltechnische sowie baugrundtechnische Untersuchungen des Untergrundes	RKS: Chemische Analytik ausgewählter Bodenproben auf die Parameter EOX, PAK, MKW, Schwermetalle, Cyanide ges. im Bodenfeststoff < 2 mm, Chlorid im Eluat, ausgewählte Asphaltproben: Analytik auf PAK
4 km 7,1 – 8,5	14 Rammkernsondierungen (RKS69 – RKS83) mit Bodenprobenahme je laufenden Meter bzw. Abgrenzung von Schichtwechsell Erfassung der Versiegelungsart /-dicke  7 Schwere Rammsondierungen [(DPH69 – DPH81 (nur ungerade Ziffern)]		Sieblinien zur Ermittlung der Kornverteilung nach DIN 18123  DPH: Ermittlung der Bodenkennwerte (Schlagzahl, Lagerungsdichte etc.)

\* angegeben wird die Anzahl der tatsächlich ausgeführten Bohrungen, entfallene Bohrungen nicht berücksichtigt

Bohrungen im Bereich vielbefahrener Kreuzungen wurden vom Kreisverwaltungsreferat nicht genehmigt. Ebenso waren gemäß Vorgabe des Baureferates keine Bohrungen im Bereich mit Flüsterasphalt zulässig.

#### 4.2 Untersuchungskonzept - 2. Untersuchungsschritt

Im Nachgang zu den in Kapitel 1 aufgeführten Untersuchungen der Planungsabschnitte 1 -3 sowie nach Vorliegen der Analysenbefunde (vgl. Kapitel 4.3) wurde in Abstimmung mit dem Referat für Gesundheit und Umwelt im Umfeld einzelner Bohrpunkte abgrenzende Untersuchungen zur lateralen und vertikalen Abgrenzung von festgestellten Bodenbelastungen mit umweltrechtlicher Relevanz gem. LfW-Merkblatt 3.8/1 durchgeführt. Das Untersuchungskonzept hierfür ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 2: Untersuchungskonzept, Aufschlussarbeiten 2. Untersuchungsschritt**

Planungs-Abschnitt / Kilometrierung	Aufschlussarbeiten	Untersuchungsziel	Untersuchungsumfang
1	6 Rammkernsondierungen (RKS8, RKS8.1 – RKS8.5) mit Bodenprobenahme je laufenden Meter bzw. Abgrenzung von Schichtwechsell	Laterale und vertikale Abgrenzung von umweltrechtlich relevanten (Überschreitung des Hilfswertes 2 gem. LfW-Merkblatt 3.8/1) Bodenverunreinigungen durch PAK	Chemische Analytik ausgewählter Bodenproben auf PAK im Bodenfeststoff < 2 mm und im Eluat (Säulenversuch) zur altlastentechnischen Beurteilung

3	2 Rammkernsondierungen (RKS47.1 – RKS47.2) mit Bodenprobenahme je laufenden Meter bzw. Abgrenzung von Schichtwechselln	Laterale und vertikale Abgrenzung von umweltrechtlich relevanten (Überschreitung des Hilfswertes-2 gem. LfW-Merkblatt 3.8/1) Bodenverunreinigungen durch PAK	Chemische Analytik ausgewählter Bodenproben auf PAK im Bodenfeststoff < 2mm zur altlastentechnischen Beurteilung
3	3 Rammkernsondierungen (RKS50, RKS50.1 – RKS50.2) mit Bodenprobenahme je laufenden Meter bzw. Abgrenzung von Schichtwechselln	Laterale und vertikale Abgrenzung von umweltrechtlich relevanten (Überschreitung des Hilfswertes-2 gem. LfW-Merkblatt 3.8/1) Bodenverunreinigungen durch PAK	Chemische Analytik ausgewählter Bodenproben auf PAK im Bodenfeststoff < 2 mm und im Eluat (Säulenversuch) zur altlastentechnischen Beurteilung

### 4.3 Geländearbeiten

Die technischen Leistungen (RKS, DPH) wurden im Zeitraum vom 18.08. - 27.08.2014 (Planungsabschnitt 1 – 3) und vom 08.10. – 09.10.2014 (Planungsabschnitt 4) von der Fa. Geo4 GmbH, Landstraße 1 in 82131 Oberbrunn unter fachtechnischer Aufsicht unseres Unternehmens durchgeführt. Die Firma Geo4 ist als Untersuchungsstelle gemäß §18 BBodSchG beim Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) akkreditiert. Zudem ist die Firma Geo4 für die kampfmitteltechnische Freimessung von Bohransatzpunkten zugelassen (Befähigungsschein gemäß §7, §20 SprengG).

Die Festlegung der Bohransatzpunkte erfolgte unter Berücksichtigung des Ist-Zustandes und der Spartenlage. Die Bohransatzpunkte wurden von der Aufgrabungskontrolle der SWM freigegeben.

Die Bohrarbeiten wurden gemäß der verkehrsrechtlichen Anordnung des Kreisverwaltungsreferats München vom 30.07.2014 (für Planungsabschnitt 1-3) sowie vom 30.09.2014 (Planungsabschnitt 4) sowie vom 02.10.2014 (2. Untersuchungsschritt) ordnungsgemäß gesichert.

Das Bohrgut der Bohrungen wurde vor Ort durch den bearbeitenden Geologen gem. DIN EN ISO 14688 / DIN EN ISO 22475 geologisch und organoleptisch aufgenommen. Die Asphaltbohrkerne wurden fotografisch festgehalten und sind in der Fotodokumentation (Anlage 6) dargestellt.

Die Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 2, die Bohrprofile und die Protokolle der schweren Rammsondierungen (DPH) in Anlage 3 beigefügt.

Die Probenahme (Bodenfeststoff) erfolgte gemäß Aufgabenstellung bei Schichtwechsel bzw. meterweise.

### 4.4 Analytik

Der analytische Untersuchungsumfang im Bodenfeststoff umfasst gem. Aufgabenstellung die Parameter EOX, PAK, MKW und Schwermetalle sowie Cyanide (ges.) in der Feinfraktion (< 2 mm). Ausgewählte Bodenproben wurden zudem auf Chlorid im Eluat untersucht.

Ausgewählte Asphaltkerne wurden auf PAK untersucht.

Darüber hinaus wurden an ausgewählten Proben Sieblinien nach DN 18123 zur Ermittlung von Bodenkennwerten (Frostschutzklasse, Bodengruppe,  $K_f$ -Wert, etc.) erstellt.

Die Proben wurden arbeitstägig dunkel und gekühlt ins Analysenlabor transportiert. Die chemischen Analysen wurden vom Labor Synlab GmbH, Gubener Straße 39 in 86156 Augsburg durchgeführt. Das v.g. Labor ist als Untersuchungsstelle gem. §18 BBodSchG vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) zugelassen. Die Sieblinien wurden gemäß DIN 18123 von der Fa. AMM GmbH, Haunstettener Straße 112, 86161 Augsburg durchgeführt.

## **5. BEWERTUNGSGRUNDLAGEN**

### **5.1 Umweltrechtliche Bewertungsgrundlagen**

Die Anforderungen für die Untersuchung und Bewertung von „schädlichen Bodenveränderung“ ergeben sich aus dem Bodenschutzrecht. Zur Beurteilung von Schadstoffkonzentrationen im Boden bzw. zur Erfassung von „schädlichen Bodenveränderungen“ werden das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17.03.1998 [5] und die Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 17.03.1999 [6] herangezogen.

Gemäß § 2 Abs. 3 des BBodSchG sind „schädliche Bodenveränderungen (...) Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen.“ Als Schutzgüter gelten Mensch, Boden, Grundwasser und Nutzpflanzen. Die Gefährdung dieser Schutzgüter kann über die Wirkungspfade Boden – Mensch, Boden – Grundwasser und Boden – Nutzpflanze erfolgen.

In der BBodSchV werden für die v.g. Wirkungspfade Prüf- bzw. Maßnahmenwerte vorgegeben, anhand derer, in Abhängigkeit der Bodennutzung, das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung beurteilt werden kann.

Gemäß § 4, Abs. 2, Satz 1, 2 gilt: „Liegen der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes unterhalb des jeweiligen Prüfwertes, ist insoweit der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt. Wird ein Prüfwert nach Anhang 2 Nr. 3 am Ort der Probennahmen überschritten, ist im Einzelfall zu ermitteln, ob die Schadstoffkonzentration im Sickerwasser am Ort der Beurteilung den Prüfwert übersteigt“. Ist dies der Fall, ist zu prüfen ob weitere Maßnahmen (Detailuntersuchung, Sanierung) erforderlich sind.

Gemäß § 8 BBodSchG ist bei einer Überschreitung der Maßnahmenwerte „unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodennutzung in der Regel von einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast auszugehen (...).“ In diesem Fall sind weitere Maßnahmen erforderlich (Sanierung / Sicherung).

In Bayern wird zur Umsetzung der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden - Gewässer das Merkblatt 3.8/1 „Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen – Wirkungspfad Boden-Gewässer“ [5] herangezogen.

„Dieses Merkblatt gibt Hinweise für die Untersuchung und Bewertung des Wirkungspfades Boden-Gewässer bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen nach Bodenschutzrecht sowie für die Untersuchung und Bewertung von Gewässerverunreinigungen nach Wasserrecht. Damit werden in fachlicher Hinsicht die Vorgaben des BBodSchG, der BBodSchV, des BayBodSchG und der BayBodSchVwV für den Wirkungspfad Boden-Gewässer sowie die Regelungen des Art. 68a BayWG für Gewässerverunreinigungen konkretisiert (...).“

„Zur Bewertung analytisch-chemischer Befunde von Boden- und Bodenluftuntersuchungen bildet ein zweistufiges Wertsystem (Hilfswerte) die Grundlage. Die Hilfswerte für Boden und Bodenluft dienen zur Emissionsabschätzung und damit zur Sickerwasserprognose. Sie werden als Entscheidungshilfe für die Gefährdungsabschätzung herangezogen. (...) Anders als bei den Prüf- und Stufenwerten kann die Überschreitung von Hilfswerten keine unmittelbare Grundlage für die Anordnung von Untersuchungen oder Maßnahmen sein.“

Die Hilfswerte sind wie folgt definiert:

#### Überschreitung des Hilfswertes 1

„Bei Überschreitung der Hilfswerte 1 besteht grundsätzlich keine Gefahr einer erheblichen Grundwasserverunreinigung (...). Ihre Überschreitung löst dagegen weitere Untersuchungs- und Bewertungsschritte aus.“

#### Überschreitung des Hilfswertes 1, Überschreitung des Hilfswertes 2

„Die Hilfswerte 2 dienen bei anorganischen Stoffen in einigen Fällen als zusätzliches Kriterium für weitergehende Untersuchungen (...). Für organische lipophile Stoffe, außer PAK, können sie als Entscheidungshilfe für die Gefährdungsabschätzung (Sickerwasserprognose) und für die Erfordernis von Sanierungsmaßnahmen herangezogen werden.“

Bei anderen Stoffen sind bei einer Überschreitung des Hilfswertes-1 Säulenversuche (für PAK) oder Eluate (z. B. für Schwermetalle, Phenole) durchzuführen und deren Ergebnisse bei der Emissionsabschätzung heranzuziehen.

#### Überschreitung des Hilfswertes 2

Überschreiten die Stoffkonzentrationen den jeweiligen Hilfswert-2 werden erfahrungsgemäß auch die Stufe-2-Werte im Sickerwasser am Ort der Probenahme überschritten.

„In aller Regel ist der Ort der Beurteilung einer Probenahme nicht zugänglich. Somit kann die dort vorliegende bzw. zu erwartende Stoffkonzentration auch nicht direkt gemessen werden. Die Sickerwasserbeschaffenheit am Ort der Beurteilung muss also auf der Grundlage der Untersuchung von Material-, Bodenluft-, Sicker- oder Grundwasserproben, die außerhalb des Ortes der Beurteilung entnommen wurden, in einer fachlichen Beurteilung abgeschätzt werden.“

Bei einer Prüfwertüberschreitung werden weitere Maßnahmen (z.B. Detailuntersuchung, Monitoring) seitens des Gesetzgebers gefordert.

## 5.2 Abfallrechtliche Bewertungsgrundlagen

Für die fachgerechte Verwertung von Bodenaushubmaterial gelten in Bayern die „Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen - Leitfaden zu den Eckpunkten“, herausgegeben vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) [2].

„Die Eckpunkte und der Leitfaden gelten für die Prüfung und Genehmigung von Verfüllungen von Abbaustellen (Nass- und Trockenverfüllungen) mit Abraum und unverwertbaren Lagerstättenanteilen sowie Fremdmaterial aus Bodenaushub und Bauschutt.“

Im Eckpunkt Papier werden für festgelegte Parameter zur abfallrechtlichen Deklaration des Aushubmaterials in Anlehnung an die Regelungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) sogenannte „Zuordnungswerte“ von Z0 über Z1 bis Z2 für Bodenfeststoff und Eluat definiert. Die Z0-Werte im Feststoff werden zudem, abhängig von der zu verfüllenden Bodenart, in die Kategorien Sand, Lehm/Schluff und Ton unterteilt.

Die abfallrechtliche Einstufung erfolgt hierbei im Feinkorn < 2 mm [3].

## 6. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE

### 6.1 Organoleptik

Im Untersuchungsbereich wurde in nahezu jeder Bohrung eine anthropogene Auffüllung angetroffen. Lediglich in RKS 33, 34, 37, 41 und 42 wurden keine Auffüllungen angetroffen. Die anthropogenen Auffüllungen sind zwischen 0,2 m und  $\geq 4$  m mächtig. Im Durchschnitt beträgt die Mächtigkeit 0,75 m. In den Bohrungen RKS 3, 7, 9, 11, 13, 32, 47, 50, 69, 70, 74, 77 und 82 beträgt die Auffüllungsmächtigkeit mehr als 1 m (max. 4 m). In den Bohrungen RKS32, 74 und 77 liegt die Endteufe innerhalb des Auffüllungshorizontes, so dass hier keine abschließenden Informationen zur Auffüllungsmächtigkeit vorliegen.

Das Auffüllungsmaterial in den heutigen Straßenbereichen setzt sich hauptsächlich aus sandigen, schluffigen Kiesen (Straßenunterbau) zusammen. In den unversiegelten oberflächennahen Bereichen des begrünten Mittelstreifens treten oberflächennah (< 1 m) häufig (ca. 25% der Bohrungen) sandig kiesiger Schluff als Auffüllungsmaterial auf (vgl. z.B. RKS11, 25, 37, 47, 65, 79). Darunter folgt die o.g. kiesige Auffüllung.

Die Auffüllung weist häufig (ca., 35 % der Bohrungen) Beimengungen an Ziegelresten auf. Teilweise wurden auch Beimengungen aus Kohleresten (RKS8) und / oder Asphaltresten (u.a. RKS8.4, RKS47, RKS50, RKS73, RKS82) sowie vereinzelt Betonreste festgestellt. In RKS8.5 sind Brandrückstände im Bohrgut dokumentiert. Das Material ist somit teilweise organoleptisch auffällig (siehe Bohrprofile). In RKS 50 und RKS 50.2 wurden im Auffüllungsmaterial bis 1,60 m (RKS 50) bzw. 1,0 m (RKS 50.2) „Teer-Brocken“ und „Teer-Geruch“ dokumentiert. Ebenso wurden im Auffüllungsmaterial < 2 m unter GOK der Bohrungen RKS 73 – 77 PAK-Geruch festgestellt. Alle weiteren Rammkernsondierungen im Trassenverlauf wiesen keine geruchlichen Auffälligkeiten auf.

Unterhalb der Auffüllung folgen sandige, schluffige quartäre Kiese. Vereinzelt sind in den geogenen Kiesen geringmächtige feinkörnigere Sedimente (Sande, Schluffe) zwischengelagert.

Den Bohrprofilen in der Anlage 2 sowie den Plänen in Anlage 1, Abbildung 3 und 4, sind sowohl die Auffüllungsmächtigkeiten, wie auch die Zusammensetzung des Bohrgutes zu entnehmen.

## **6.2 Analysenergebnisse**

Nachfolgend sind die chemisch-analytischen Untersuchungsergebnisse tabellarisch zusammengefasst. Zur abfallrechtlichen Bewertung sind die Ergebnisse den Zuordnungswerte nach Eckpunktepapier [2] in Tabelle 3 gegenübergestellt. Die Einstufung der Asphaltproben erfolgt nach LfU-Merkblatt 3.4/1 [8] und ist auch in der Tabelle 3 dargestellt. Darüber hinaus sind die Ergebnisse den jeweiligen Hilfwerten nach LfU-Merkblatt 3.8/1 [4] zur umweltrechtlichen Bewertung gegenübergestellt.

Die Ergebnisse der Eluatuntersuchung sind in Tabelle 4 dargestellt.

**Tabelle 3: Analysenergebnisse der Bodenproben (Feststoff < 2 mm) mit abfallrechtlicher und umweltrechtlicher Einstufung**

Hilfswerte gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1 [4]				HW 1	-	100	k.A.	5	1	k.A.	10	100	10	50	100	100	2	500	50
				HW 2	-	1.000	k.A.	25	5	k.A.	50	500	50	1.000	500	500	10	2.500	-
Zuordnungswerte gemäß "Eckpunktepapier" [2]				Z0	1	100	3	k.A.	0,5	< 0,3	20	40	0,4	30	20	15	0,1	60	1
				Z1.1	3	300	5	k.A.	0,5	< 0,3	30	140	2	120	80	100	1	300	10
				Z1.2	10	500	15	k.A.	1	< 1	50	300	3	200	200	200	3	500	30
				Z2	15	1.000	20	k.A.	k.A.	< 1	150	1.000	10	600	600	600	10	1.500	100
				> Z2	k. A.	> 1.000	> 20	k.A.	k.A.	> / = 1	> 150	> 1.000	> 10	> 600	> 600	> 600	> 10	> 1.500	> 100
Planungs- abschnitt	Bohrung	Probe / Ent- nahmetiefe	Material	Fraktion	EOX	MKW	PAK Summe 16	PAK Summe 15	Naphtha- lin	Benzo(a) pyren	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	Cyani- de (ges.)
		m			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	RKS2	0,1-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	2,27	2,27	<0,05	0,231	5,5	27	<0,3	22	20	12	<0,1	50	<0,3
		0,4-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	0,559	0,559	<0,05	0,0784	<3	7,9	<0,3	8,6	7	8,6	<0,1	16	<0,3
	RKS3	0,05 -1,2	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,62	1,62	<0,05	0,197	<3	6	<0,3	7,3	7,1	8,5	<0,1	15	<0,3
		1,2-2,2	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	6,7	25	<0,3	20	11	14	0,11	30	<0,3
	RKS4	2,2-2,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,59	1,59	<0,05	<0,05	3,3	6,4	<0,3	9,2	14	13	<0,1	19	<0,3
		0,0-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	2,04	2,04	<0,05	0,147	6,5	33	<0,3	23	17	15	<0,1	43	<0,3
	RKS5	0,0-0,4	Auffüllung	< 2 mm	4,6	<50	2,44	2,44	<0,05	0,211	3,7	12	<0,3	110	43	51	<0,1	31	<0,3
	RKS6	0,0-0,3	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	150	14,8	14,8	<0,05	1,09	6,8	140	1,2	86	140	48	0,18	160	<0,3
		0,3-0,8	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,34	1,34	<0,05	0,123	<3	11	<0,3	11	12	11	<0,1	16	<0,3
	RKS7	0,8-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	58	3,52	3,52	<0,05	0,289	11	24	<0,3	25	20	23	<0,1	46	<0,3
		0,0-0,2	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	140	48,7	48,7	<0,05	0,862	4	33	0,4	42	88	19	<0,1	42	<0,3
	RKS8	0,2-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	5,93	5,93	<0,05	0,105	3,3	6	<0,3	9,6	13	9,1	<0,1	14	<0,3
		0,0-0,3	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	100	7,3	7,3	<0,05	0,389	4,3	50	0,55	59	110	23	<0,1	51	<0,3
	RKS8.1	0,3-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,83	1,83	<0,05	0,161	<3	10	<0,3	14	17	11	<0,1	18	<0,3
		1,0-2,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	97	419	418,47	0,53	26,9	10	33	0,44	17	21	16	0,23	66	<0,3
	RKS8.2	2,0-3,2	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	124	123,19	0,81	8,06	8,5	21	<0,3	19	14	17	0,37	42	<0,3
		3,2-3,5	Geogen	< 2 mm	-	-	2,93	2,93	<0,05	0,227	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS8.3	1,0-2,0	Geogen	< 2 mm	-	-	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS8.4	1,0-2,0	Geogen	< 2 mm	-	-	0,593	0,593	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS8.5	0,8-2,0	Auffüllung	< 2 mm	-	-	2,62	2,62	<0,05	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2,0-3,2	Auffüllung	< 2 mm	-	-	1,45	1,45	<0,05	0,0794	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS8.6	1,5-3,0	Auffüllung	< 2 mm	-	-	67,8	67,62	0,18	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		4,4-4,8	Auffüllung	< 2 mm	-	-	23,6	23,6	<0,05	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS8.7	4,8-6,0	Geogen	< 2 mm	-	-	3,31	3,31	<0,05	0,287	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1,0-1,8	Auffüllung	< 2 mm	-	-	117	116,915	0,085	7,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS8.8	1,8-3,0	Geogen	< 2 mm	-	-	17,3	17,3	<0,05	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0-0,2		Auffüllung	< 2 mm	<0,5	160	17,9	17,9	<0,05	1,04	5,5	69	0,81	95	110	38	0,14	98	<0,3	
RKS9	0,2-1,2	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	0,754	0,754	<0,05	0,0819	3,6	6,6	<0,3	9,9	8,6	10	<0,1	15	<0,3	
	1,2-2,2	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	6,5	19	<0,3	19	10	15	<0,1	30	<0,3	
RKS10	0,0-0,5	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	77	2,8	2,8	<0,05	0,206	7,9	170	0,9	31	57	23	0,27	110	<0,3	

Hilfswerte gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1 [4]				HW 1	-	100	k.A.	5	1	k.A.	10	100	10	50	100	100	2	500	50
				HW 2	:	1.000	k.A.	25	5	k.A.	50	500	50	1.000	500	500	10	2.500	:
Zuordnungswerte gemäß "Eckpunktepapier" [2]				Z0	1	100	3	k.A.	0,5	< 0,3	20	40	0,4	30	20	15	0,1	60	1
				Z1.1	3	300	5	k.A.	0,5	< 0,3	30	140	2	120	80	100	1	300	10
				Z1.2	10	500	15	k.A.	1	< 1	50	300	3	200	200	200	3	500	30
				Z2	15	1.000	20	k.A.	k.A.	< 1	150	1.000	10	600	600	600	10	1.500	100
				> Z2	k. A.	> 1.000	> 20	k.A.	k.A.	> / = 1	> 150	> 1.000	> 10	> 600	> 600	> 600	> 10	> 1.500	> 100
Planungs- abschnitt	Bohrung	Probe / Ent- nahmetiefe	Material	Fraktion	EOX	MKW	PAK Summe 16	PAK Summe 15	Naphta- lin	Benzo(a) pyren	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	Cyani- de (ges.)
		m			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	RKS11	0,0-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	62	1,19	1,19	<0,05	0,116	7,5	140	0,6	30	51	16	0,49	85	<0,3
		0,4-1,5	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	<3	7,4	<0,3	7,5	7,3	9,5	<0,1	14	<0,3
		1,5-2,7	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	0,866	0,866	<0,05	0,0744	5,8	23	0,4	14	9,7	12	<0,1	46	<0,3
	RKS12	0,0-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	200	7,66	7,607	0,053	0,32	7,6	25	<0,3	120	54	120	<0,1	32	<0,3
	RKS13	0,0-0,4	Auffüllung	< 2 mm	0,9	62	5,88	5,88	<0,05	0,472	8	100	0,75	19	31	16	0,15	110	<0,3
		0,4-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	<3	4,9	<0,3	6,8	6,4	9,7	<0,1	13	<0,3
		1,0-2,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	61	3,59	3,59	<0,05	0,357	3,2	15	<0,3	7,9	9	9,6	<0,1	21	<0,3
		2,0-2,9	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	13,4	13,4	<0,05	1,03	4,8	15	<0,3	10	11	13	<0,1	34	<0,3
	RKS13 b	0-0,18	Asphalt	-	-	-	1,01	1,01	<0,05	0,054	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS14	0,0-0,8	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	53	8,8	8,8	<0,05	0,834	5	15	0,69	17	26	12	0,14	77	<0,3
	RKS15	0,0-0,3	Auffüllung	< 2 mm	0,8	79	14,6	14,6	<0,05	1,54	6,4	500	2,2	48	100	22	0,16	230	<0,3
		0,3-1,0	Geogen	< 2 mm	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
	RKS16	0,0-0,3	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	86	17,3	17,3	<0,05	1,8	6,6	290	1,1	30	45	22	0,19	120	<0,3
		0,3-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,13	1,13	<0,05	0,161	<3	12	<0,3	8,8	10	11	<0,1	19	<0,3
	RKS17	0,0-0,2	Auffüllung	< 2 mm	1,1	110	20,4	20,4	<0,05	1,82	6,3	290	1,9	36	88	20	0,17	200	<0,3
		0,2-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	2,48	2,48	<0,05	0,19	<3	20	<0,3	8,8	10	11	<0,1	21	<0,3
	RKS18	0,35-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	<3	4,8	<0,3	54	7,9	71	<0,1	180	<0,3
	RKS19	0-0,28	Asphalt	-	-	-	0,356	0,356	<0,05	0,052	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	RKS20	0,0-0,2	Auffüllung	< 2 mm	5,8	140	3,55	3,55	<0,05	0,324	4,5	170	2,2	52	130	22	<0,1	300
RKS21		0,0-0,5	Auffüllung	< 2 mm	0,5	63	10,9	10,9	<0,05	1,04	5,5	100	1,3	23	130	14	0,13	160	<0,3
RKS22		0,05-0,15	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	0,29	<0,29	<0,05	0,0564	<3	17	<0,3	6,3	12	9,6	<0,1	22	<0,3
RKS23		0,3-1,0	Geogen	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	<3	<3	<0,3	5	7,9	9,1	<0,1	9,9	<0,3
RKS24		0,0-0,3	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	63	2,77	2,77	<0,05	0,228	6,3	110	0,97	25	67	16	0,14	110	<0,3
		0,3-1,0	Geogen	< 2 mm	<0,5	100	9,06	9,06	<0,05	0,797	5,9	130	1,5	24	67	17	17	0,13	160
RKS26		0-0,32	Asphalt	-	-	-	0,365	0,365	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,35-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	0,415	0,415	<0,05	0,056	<3	3,2	<0,3	5,9	6,4	8,8	<0,1	11	<0,3
RKS27		0,36-1,0	Geogen	< 2 mm	<0,5	<50	0,274	0,274	<0,05	<0,05	<3	<3	<0,3	5,1	5,1	9,3	<0,1	9,9	<0,3
RKS28		0,36-1,0	Geogen	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	<3	3,3	<0,3	5,2	6,2	9,8	<0,1	10	<0,3
RKS28a		0,0-0,3	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,02	1,02	<0,05	0,12	3,9	18	<0,3	12	9,7	13	<0,1	30	<0,3
		0,3-1,0	Geogen	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	<3	<3	<0,3	4,7	5	8,7	<0,1	9,2	<0,3
RKS28b		0,0-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	9,09	9,09	<0,05	0,731	8,1	48	<0,3	18	17	13	0,23	76	<0,3
		0,4-0,6	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	4	5,6	<0,3	9,8	7,7	12	<0,1	15	<0,3
		0,6-1,0	Geogen	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	<3	<3	<0,3	5,7	5	9,8	<0,1	9	<0,3
RKS29		0,36-1,5	Geogen	< 2 mm	<0,5	<50	1,99	1,99	<0,05	0,228	<3	6,6	<0,3	6,6	14	11	<0,1	16	<0,3
RKS30		0,36-1,0	Geogen	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	<3	3,7	<0,3	5,3	7,4	9,7	<0,1	11	<0,3
RKS31		0,4-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	150	4,23	4,13	0,1	0,367	<3	3,4	<0,3	5,1	18	9,3	<0,1	13	<0,3
RKS32		0,0-0,5	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	59	1,27	1,27	<0,05	0,126	9	110	0,82	24	46	26	0,13	120	<0,3
	0,5-1,3	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,63	1,63	<0,05	0,198	3	9,2	<0,3	11	10	10	<0,1	22	<0,3	
	1,3-3,0	Geogen	< 2 mm	<0,5	<50	0,363	0,363	<0,05	0,0507	<3	6,6	<0,3	8,3	9	9,1	<0,1	22	<0,3	
RKS33	0,0-0,5	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,74	1,74	<0,05	0,193	5,8	130	0,51	21	52	18	<0,1	96	<0,3	

Hilfswerte gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1 [4]				HW 1	-	100	k.A.	5	1	k.A.	10	100	10	50	100	100	2	500	50
				HW 2	-	1.000	k.A.	25	5	k.A.	50	500	50	1.000	500	500	10	2.500	-
Zuordnungswerte gemäß "Eckpunktepapier" [2]				Z0	1	100	3	k.A.	0,5	< 0,3	20	40	0,4	30	20	15	0,1	60	1
				Z1.1	3	300	5	k.A.	0,5	< 0,3	30	140	2	120	80	100	1	300	10
				Z1.2	10	500	15	k.A.	1	< 1	50	300	3	200	200	200	3	500	30
				Z2	15	1.000	20	k.A.	k.A.	< 1	150	1.000	10	600	600	600	10	1.500	100
				> Z2	k. A.	> 1.000	> 20	k.A.	k.A.	> / = 1	> 150	> 1.000	> 10	> 600	> 600	> 600	> 10	> 1.500	> 100
Planungs- abschnitt	Bohrung	Probe / Ent- nahmetiefe	Material	Fraktion	EOX	MKW	PAK Summe 16	PAK Summe 15	Naphtha- lin	Benzo(a) pyren	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	Cyani- de (ges.)
		m			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
2	RKS34	0,0-0,3	Auffüllung	< 2 mm	1,4	140	3,00	3,00	<0,05	0,219	6,3	550	4,4	67	160	35	0,11	370	<0,3
		0,3-2,0	Geogen	< 2 mm	-	-	-	-	-	-	-	14	-	7,2	8	-	-	-	-
	RKS35	0,0-0,9	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	73	5,68	5,68	<0,05	0,609	6,5	110	0,44	18	22	18	0,15	72	<0,3
	RKS36	0,0-0,8	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	8,07	8,07	<0,05	0,885	7,5	63	0,3	22	73	22	0,2	73	<0,3
	RKS37	0,0-0,4	Auffüllung	< 2 mm	1,2	80	0,244	0,244	<0,05	<0,05	5	52	0,43	18	49	14	<0,1	85	<0,3
	RKS38	0,0-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	61	0,346	0,346	<0,05	<0,05	8,5	95	0,51	26	44	24	<0,1	100	<0,3
	RKS39	0,0-0,7	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	68	9,68	9,68	<0,05	0,970	4	130	0,77	18	40	17	<0,1	91	<0,3
	RKS40	0,0-1,1	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	0,478	0,478	<0,05	0,0535	5,9	23	<0,3	16	11	16	<0,1	39	<0,3
	RKS41	0,0-0,8	Geogen	< 2 mm	<0,5	61	1,66	1,66	<0,05	0,151	5,5	64	0,37	17	25	17	<0,1	61	<0,3
	RKS42	0,0-0,5	Geogen	< 2 mm	<0,5	<50	0,270	0,270	<0,05	0,0529	6,8	26	<0,3	19	18	18	<0,1	42	<0,3
	RKS43	0,0-0,6	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	58	2,30	2,30	<0,05	0,324	8,3	66	0,41	22	27	24	<0,1	72	<0,3
	RKS44	0,0-0,7	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	4,42	4,42	<0,05	0,523	4,8	63	0,37	18	27	16	<0,1	76	<0,3
RKS45	0,0-0,7	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	2,44	2,44	<0,05	0,249	7,4	69	0,56	21	25	19	0,15	86	<0,3	
RKS46	0,0-0,6	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	60	5,03	5,03	<0,05	0,557	7,6	93	0,72	25	45	21	0,11	110	<0,3	
3	RKS47	0,0-0,7	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	83	22,3	22,3	<0,05	1,86	8,6	94	0,63	21	43	22	0,18	210	<0,3
		0,7-1,6	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	52	30,1	30,01	0,09	2,11	3,2	17	<0,3	10	12	11	<0,1	37	<0,3
		1,6-3,1	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	3,64	3,64	<0,05	0,315	<3	6,7	<0,3	6,4	8,9	6,8	<0,1	20	<0,3
	RKS47.1	0,1-0,6	Auffüllung	< 2 mm	-	-	0,386	0,386	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS47.2	1,0-2,0	Geogen	< 2 mm	-	-	0,253	0,253	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS48	0,0-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	8,86	8,795	0,065	0,616	6,1	67	0,34	16	19	17	0,14	94	<0,3
	RKS49	0,0-0,5	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	5,83	5,83	<0,05	0,472	9	120	0,41	22	34	18	0,35	110	<0,3
	RKS50	0,2-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	37,1	37,1	<0,05	2,82	<3	12	<0,3	6,7	18	11	<0,1	22	<0,3
		0,4-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	<3	3,7	<0,3	6,1	6,8	11	<0,1	15	<0,3
		1,0-1,6	Auffüllung	< 2 mm	0,5	350	807	802,1	4,9	79,9	<3	10	<0,3	29	17	43	<0,1	33	<0,3
		1,6-2,0	Geogen	< 2 mm	-	-	145	144,87	0,13	12,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS50.1 zur lateralen Ab- grenzung der Be- funde aus RKS50	0,4-1,0	Auffüllung	< 2 mm	-	-	4,16	4,16	<0,05	0,336	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS50.2 zur lateralen Ab- grenzung der Be- funde aus RKS50	0,2-1,0	Auffüllung	< 2 mm	-	-	92,4	92,34	0,06	5,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1,0-2,0	Geogen	< 2 mm	-	-	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RKS50.3 Bohrung zur late- ralen Abgrenzung der Befunde aus RKS50	0,1-0,6	Auffüllung	< 2 mm	-	-	3,85	3,85	<0,05	0,256	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RKS51	0,2-0,4	Auffüllung	< 2 mm	1,9	<50	7,02	7,02	<0,05	0,783	<3	6,3	<0,3	6,7	13	12	<0,1	21	<0,3	
RKS51b	0-0,06	Asphalt	-	-	-	0,477	0,477	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RKS52	0,2-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	99	4,05	4,05	<0,05	0,393	<3	17	<0,3	6,5	35	11	<0,1	31	<0,3	
RKS53	0,2-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,61	1,61	<0,05	0,172	<3	12	<0,3	5,7	17	11	<0,1	20	<0,3	
RKS54	0,2-0,3	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	58	0,956	0,956	<0,05	0,0850	<3	19	<0,3	5,4	27	11	<0,1	24	<0,3	

Hilfswerte gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1 [4]				HW 1	-	100	k.A.	5	1	k.A.	10	100	10	50	100	100	2	500	50	
				HW 2	:	1.000	k.A.	25	5	k.A.	50	500	50	1.000	500	500	10	2.500	:	
Zuordnungswerte gemäß "Eckpunktepapier" [2]				Z0	1	100	3	k.A.	0,5	< 0,3	20	40	0,4	30	20	15	0,1	60	1	
				Z1.1	3	300	5	k.A.	0,5	< 0,3	30	140	2	120	80	100	1	300	10	
				Z1.2	10	500	15	k.A.	1	< 1	50	300	3	200	200	200	3	500	30	
				Z2	15	1.000	20	k.A.	k.A.	< 1	150	1.000	10	600	600	600	10	1.500	100	
				> Z2	k. A.	> 1.000	> 20	k.A.	k.A.	> / = 1	> 150	> 1.000	> 10	> 600	> 600	> 600	> 10	> 1.500	> 100	
Planungs- abschnitt	Bohrung	Probe / Ent- nahmetiefe	Material	Fraktion	EOX	MKW	PAK Summe 16	PAK Summe 15	Naphtha- lin	Benzo(a) pyren	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	Cyani- de (ges.)	
		m			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
3	RKS55	0,2-0,3	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	-	-	<0,05	<0,05	<3	9,2	<0,3	4,8	14	11	<0,1	16	<0,3	
	RKS56	0,2-0,3	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	-	-	<0,05	<0,05	<3	3,5	<0,3	5,5	5	9,5	<0,1	9,6	<0,3	
	RKS57	0,2-0,3	Auffüllung	< 2 mm	1,2	<50	0,132	0,132	<0,05	<0,05	<3	29	<0,3	5,7	14	10	<0,1	24	<0,3	
	RKS58	0,0-0,6	Auffüllung	< 2 mm	1,2	96	2,30	2,30	<0,05	0,223	7,3	200	1,5	36	75	23	0,14	210	<0,3	
	RKS59	0,0-0,7	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	6,28	6,28	<0,05	0,580	3,4	32	<0,3	15	25	12	<0,1	47	<0,3	
	RKS60	0,27-0,5	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	57	1,63	1,63	<0,05	0,167	<3	51	<0,3	7,5	18	11	<0,1	26	<0,3	
	RKS61	0,28-0,5	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,44	1,44	<0,05	0,173	<3	5,8	<0,3	5,2	8,8	11	<0,1	13	<0,03	
	RKS62	0,18-0,5	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	0,43	0,43	<0,05	0,0781	<3	5,9	<0,3	5,5	8	10	<0,1	12	<0,3	
	RKS63	0,21-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	0,753	0,753	<0,05	0,094	<3	8,5	<0,3	6	8,4	10	<0,1	13	<0,3	
	RKS64	0-0,085	Asphalt	-	-	-	0,412	0,412	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,22-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	0,121	0,121	<0,05	<0,05	<3	16	<0,3	5,7	18	11	<0,1	20	<0,3	
	RKS65	0,0-0,3	Auffüllung	< 2 mm	2	150	4,22	4,22	<0,05	0,354	5	780	1,8	70	190	28	<0,1	330	<0,3	
		0,3-2,0	Geogen	< 2 mm	<0,5	<50	25,3	25,226	0,074	2,29	3	4,9	0,3	12	8,7	13	0,1	16	<0,3	
	RKS66	0,0-0,8	Auffüllung	< 2 mm	2,2	120	16,8	16,8	<0,05	2,12	5,4	230	1,8	37	100	24	0,17	220	<0,3	
	RKS67	0,0-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	22,1	22,1	<0,05	1,79	7	110	<0,3	17	25	16	0,3	79	<0,3	
		1,0-2,0	Geogen	< 2 mm	-	-	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	RKS68	0,0-0,5	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	68	32,8	32,67	0,13	3,01	11	97	0,54	34	37	18	0,68	170	<0,3	
		0,5-2,0	Geogen	< 2 mm	-	-	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RKS69	1,0-2,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	55	39,9	39,9	<0,05	2,71	<3	5,7	<0,3	5,9	7,6	10	<0,1	13	<0,3		
	2,0-3,0	Geogen	-	-	-	0,278	0,278	<0,05	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RKS70	0,37-1,1	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,69	1,69	<0,05	0,097	<3	5,2	<0,3	4,6	5,8	8,7	<0,1	14	<0,3		
RKS71	0,39-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	2,41	2,41	<0,05	0,104	<3	3,1	<0,3	5,1	5,6	8,8	<0,1	10	<0,3		
RKS72	0,4-0,9	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	50	14,4	14,4	<0,05	1,02	<3	6,5	<0,3	5,2	5,4	7,9	<0,1	22	<0,3		
	0,9-2,0	Geogen	-	-	-	1,9	1,9	<0,05	0,146	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RKS73	0,4-0,8	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	630	416	415,21	0,79	23,1	<3	12	<0,3	7,3	19	13	<0,1	21	<0,3		
	0,8-2,0	Geogen	-	-	<50	4,7	4,7	<0,05	0,463	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RKS74	0,2-0,6	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	7,51	7,51	<0,05	0,527	<3	5,4	<0,3	5,1	6,4	9,2	<0,1	11	<0,3		
	0,6-2,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	5,17	5,17	<0,05	0,254	<3	4,3	<0,3	5,1	6,3	9,5	<0,1	10	<0,3		
RKS75	0,18-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	150	147	146,79	0,21	13,9	<3	24	<0,3	5,8	8	8,2	<0,1	19	<0,3		
	0,4-2,0	Geogen	-	-	-	70,2	69,94	0,26	6,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RKS76	0,15-0,5	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	59	60,2	60,11	0,09	4,34	<3	5,2	<0,3	9,4	31	25	<0,1	23	<0,3		
	0,5-2,0	Geogen	-	-	-	1,47	1,47	<0,05	0,136	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RKS77	0,15-0,3	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	230	312	311,72	0,28	27,4	<3	4,5	<0,3	24	45	40	<0,1	23	<0,3		
	0,3-2,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	2,42	2,42	<0,05	0,213	<3	4,7	<0,3	6,2	7,4	11	<0,1	10	<0,3		
	2,0-3,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	5,52	5,52	<0,05	0,426	<3	6,2	<0,3	5	6,7	9,3	<0,1	10	<0,3		
	3,0-4,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	4,75	4,75	<0,05	0,362	3,9	11	<0,3	7,5	9,1	12	<0,1	16	<0,3		
RKS78	0-1,0	Auffüllung	< 2 mm	0,7	110	4,95	4,95	<0,05	0,475	6,2	250	8,2	54	77	21	0,92	320	<0,3		
	1,0-2,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	1,71	1,71	<0,05	0,162	6,2	52	<0,3	15	19	15	0,29	44	<0,3		
RKS79	0,0-0,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	61	17,4	17,4	<0,05	1,37	6,9	72	0,38	18	29	19	0,25	81	<0,3		
	0,4-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	5,73	5,73	<0,05	0,509	7,9	57	0,33	18	26	21	0,23	71	<0,3		
		1,0-2,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	9,49	9,49	<0,05	0,618	6,3	36	<0,3	15	18	16	<0,1	41	<0,3	

Hilfswerte gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1 [4]				HW 1	-	100	k.A.	5	1	k.A.	10	100	10	50	100	100	2	500	50
				HW 2	-	1.000	k.A.	25	5	k.A.	50	500	50	1.000	500	500	10	2.500	-
Zuordnungswerte gemäß "Eckpunktepapier" [2]				Z0	1	100	3	k.A.	0,5	< 0,3	20	40	0,4	30	20	15	0,1	60	1
				Z1.1	3	300	5	k.A.	0,5	< 0,3	30	140	2	120	80	100	1	300	10
				Z1.2	10	500	15	k.A.	1	< 1	50	300	3	200	200	200	3	500	30
				Z2	15	1.000	20	k.A.	k.A.	< 1	150	1.000	10	600	600	600	10	1.500	100
				> Z2	k. A.	> 1.000	> 20	k.A.	k.A.	> / = 1	> 150	> 1.000	> 10	> 600	> 600	> 600	> 10	> 1.500	> 100
Planungs- abschnitt	Bohrung	Probe / Ent- nahmetiefe	Material	Fraktion	EOX	MKW	PAK Summe 16	PAK Summe 15	Naphtha- lin	Benzo(a) pyren	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	Cyani- de (ges.)
		m			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
4	RKS80	0,3-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	8,62	8,62	<0,05	0,685	<3	4,8	<0,3	4,8	5,6	9,1	<0,1	11	<0,3
	RKS81	0,2-0,8	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	73	10,9	10,9	<0,05	1,53	<3	7,7	<0,3	9,9	11	13	<0,1	19	<0,3
		0,8-1,2	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	u.d.B.	u.d.B.	<0,05	<0,05	5,2	30	<0,3	17	12	15	0,14	35	<0,3
	RKS82	0,2-0,6	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	<50	136	135,942	0,058	10,7	<3	6,1	<0,3	5,1	11	10	<0,1	23	<0,3
		0,6-1,0	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	98	2,86	2,86	<0,05	0,24	<3	24	<0,3	7,4	17	11	<0,1	59	<0,3
		1,0-1,4	Auffüllung	< 2 mm	<0,5	100	1017	1.014,7	2,3	61,6	<3	4,8	<0,3	5,6	9,2	9,4	<0,1	42	<0,3
		1,4-2,0	Geogen	-	-	-	4,27	4,27	<0,05	0,329	-	-	-	-	-	-	-	-	-

u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze

k.A.: keine Angaben

- : keine Untersuchung

Asphaltuntersuchung: **teerhaltig > 25 mg/kg** **teerfrei < 25 mg/kg**

In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Eluatuntersuchungen, die in einem 2. Untersuchungsschritt durchgeführt wurden, dargestellt.

**Tabelle 4: Ergebnisse der Eluatuntersuchungen**

Hilfswerte gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1							0,2
			Z0	10	6,5-9	500	<u>2</u>
Zuordnungswerte gemäß "Eckpunkte-papier"			Z1.1	10*	6,5-9	500	k.A.
			Z1.2	20*	6,0-12	1000	k.A.
			Z2	30*	5,5-12	1.500	k.A.
			> Z2	> 30	< 5,5 > 12	> 1.500	k.A.
Pla-nungs- abschnitt	Bohrung	Probe / Ent-nahmetiefe	Material	Chlorid (Eluat)	pH (Eluat)	el. Leitfähig-keit (Eluat)	PAK
		m		mg/l		-	
1	RKS4	0,0-0,4	Auffüllung	1	8,4	53	-
	RKS8 2. Bohrung	1,5-2,5	Auffüllung	-	-	-	u.d.B.*
	RKS11	0,0-0,4	Auffüllung	19	8,7	146	-
	RKS14	0,0-0,8	Auffüllung	6	9,4	83	-
	RKS18	0,35-1,0	Auffüllung	11	9,8	98	-
2	RKS21	0,0-0,5	Auffüllung	10	9,1	151	-
	RKS26	0,35-1,0	Auffüllung	7	9,8	94	-
	RKS33	0,5-2,0	Auffüllung	6	9,5	80	-
	RKS37	0,4-2,0	Geogen	4	10	111	-
	RKS41	0,8-2,0	Geogen	2	9,5	53	-
3	RKS50 2. Bohrung	1,0-1,8	Auffüllung	-	-	-	u.d.B.*
	RKS58	0,0-0,6	Auffüllung	8	8,2	156	-
	RKS60	0,27-0,5	Auffüllung	21	9,7	169	-
		0,5-1,0	Geogen	7	9,9	93	-
	RKS66	0,0-0,8	Auffüllung	26	9,1	223	-
4	RKS74	0,2-0,6	Auffüllung	12	9,1	121	
	RKS77	0,15-0,3	Auffüllung	7	9,1	99	
		0,4-1,0	Auffüllung	1	8,3	125	
	RKS82	0,2-0,6	Auffüllung	0,6	10,7	273	-

\* Eluatuntersuchungen gem. Säulenversuch (LUA, NRW (2000))

## 7. BEWERTUNG / EMPFEHLUNGEN

### 7.1 Abfallrechtliche Bewertung

Mit den durchgeführten Bodenuntersuchungen wurde im gesamten geplanten Trassenverlauf anthropogenes Auffüllungsmaterial festgestellt. In den Abbildungen 4.1 - 4.4 der Anlage 1 sind die abfallrechtlich ausgewerteten Analysenbefunde bohrpunktbezogen dargestellt.

Die Auffüllung ist schadstoffbelastet. Einstufungsrelevant sind hier im Wesentlichen die Parametergruppe der PAK sowie Schwermetalle im Original (Feststoff < 2 mm) sowie Chlorid im Eluat. Die Schadstoffbelastungen liegen schwerpunktmäßig im Bereich der Zuordnungswerte Z1.2 bis >Z2. Unter Berücksichtigung dass es im Zuge von Aushubmaßnahmen zu Durchmischungsvorgängen kommt, wird für das Auffüllungsmaterial eine Schadstoffbelastung im Bereich der Zuordnungsklassen Z1.1 bis >Z2 prognostiziert. Teilweise ist das Auftreten von gefährlichen Abfall (z.B. PAK > 1.000 mg/kg) nicht auszuschließen.

Eine anhand der Befunde abgeleitete prozentuale Schadstoffverteilung im Bereich von 0 - 1,0 m unter GOK (Bereich mit für den Trassenbau erforderlichem Bodenaushub) ist nachfolgend dargestellt:

**Tabelle 5: Prognostizierte Schadstoffverteilung gem. Eckpunktepapier (Horizont 0-1,0 m)**

Anteil Z0 (EPP)	Anteil Z1.1 (EPP)	Anteil Z1.2 (EPP)	Anteil Z2 (EPP)	Anteil >Z2 (EPP)
%	%	%	%	%
5	20	35	10	30

Die untersuchten Asphaltproben weisen die Fahrbahndecke als „teerfrei“ aus.

Wir weisen darauf hin, dass die vorliegenden Untersuchungen eine fachgutachterliche Begleitung von Baumaßnahmen und Bodeneingriffen nicht ersetzt. Wir empfehlen daher, Aushubmaßnahmen fachgutachterlich zu begleiten und das Aushubmaterial fachgerecht zu separieren und gemäß den Vorgaben LAGA PN98 deklarieren. Mit diesen Analyseergebnissen kann dann über eine weitere Verwertung oder Entsorgung entschieden werden.

Abschließend weisen wir darauf hin, dass die Angaben in vorliegendem Bericht ausschließlich auf punktuellen Aufschlüssen unter Berücksichtigung von verschiedenen Voruntersuchungen beruhen. Kleinräumige Inhomogenitäten im Bodenaufbau sowie abweichende Untergrundverhältnisse in bis dato nicht untersuchten Bereichen und daraus resultierende Abweichungen von den hier dargestellten Befunden können nicht endgültig ausgeschlossen werden.

### 7.2 Umweltrechtliche Bewertung (Wirkungspfad Boden – Grundwasser)

Die Analyseergebnisse der vorliegenden Untersuchung lassen sich hinsichtlich des Wirkungspfad des Boden-Grundwasser wie folgt bewerten:

- Die sandig-kiesige Auffüllung weist folgende Hilfwert-Überschreitungen gem. LfW-Merkblatt 3.8/1 auf:

**Tabelle 6: Bohrungen mit Hilfswert-Überschreitungen gem. LfW-Merkblatt 3.8/1**

Parameter	MKW	PAK	Schwermetalle	Cyanide ges.
Bohrungen mit einer Überschreitung des Hilfswertes-1 gem. LfW- Merkblatt 3.8/1 (Unterschreitung des Hilfswertes-2)	RKS6/0-0,3 m	RKS6/0-0,3m	RKS5/0-0,4 m	RKS25/0-0,3 m
	RKS7/0-0,2 m	RKS8/0-0,3 m	RKS6/0-0,3 m und 0,8-1,0 m	
	RKS9/0-0,2 m	RKS9/0-0,2 m	RKS8/0-0,3 m	
	RKS12/0-0,4 m	RKS13/0-0,4 m	RKS9/0-0,2 m	
	RKS17/0-0,2 m	RKS14/0-0,8 m	RKS10/0-0,5 m	
	RKS20/0-0,2 m	RKS15/0-0,3 m	RKS11/0-0,4 m	
	RKS31/0,4-1,0 m	RKS16/0-0,3 m	RKS12/0-0,4 m	
	RKS33/0-0,3 m	RKS17/0-0,2 m	RKS16/0-0,3 m	
	RKS50/1,0-1,6 m	RKS21/0-0,5 m	RKS17/0-0,2 m	
	RKS65/0-0,3 m	RKS25/0-0,3 m	RKS18/0,35-1,0 m	
	RKS66/0-0,8 m	RKS28b/0-0,4 m	RKS20/0-0,2 m	
	RKS73/0,4-0,8 m	RKS35/0-0,9 m	RKS21/0-0,5 m	
	RKS75/0,18-0,4 m	RKS36/0-0,8 m	RKS24/0-0,3 m	
	RKS77/0,15-0,3 m	RKS39/0-0,7 m	RKS25/0-0,3 m	
	RKS78/0-1,0 m	RKS46/0-0,6 m	RKS32/0-0,5 m	
		RKS48/0-0,4 m	RKS33/0-0,5 m	
		RKS49/0-0,5 m	RKS35/0-0,9 m	
		RKS51/0,2-0,4 m	RKS39/0-0,7 m	
		RKS59/0-0,7 m	RKS49/0-0,5 m	
		RKS66/0-0,8 m	RKS58/0-0,6 m	
	RKS67/0-1,0 m	RKS66/0-0,8 m		
	RKS72/0,4-0,9 m	RKS67/0-1,0 m		
	RKS74/0,2-2,0 m	RKS68/0-0,5 m		
	RKS79/0-2,0 m	RKS78/0-1,0 m		
	RKS80/0,3-1,0m			
	RKS81/0,2-0,8 m			

Parameter	MKW	PAK	Schwermetalle	Cyanide ges.
Bohrungen mit Überschreitung des Hilfswertes-2 gem. LfW- Merkblatt 3.8/1	keine	RKS7/0-0,2 m RKS8/1,0-3,2 m RKS8.4/1,5-3,0 m RKS8.5/1,0-1,8 m RKS47/0,7-1,6 m RKS50/0,2-0,4 m und 1,0-2,0 m RKS50.2/0,2-1,0 m RKS 65/0,3-2,0 m RKS68/0-0,5 m RKS69/1,0-2,0 m RKS73/0,4-0,8 m RKS75/0,18-0,4 m RKS76/0,15-0,5 m RKS77/0,15-0,3 m RKS82/0,2-0,6 m und 1,0-1,4 m	RKS15/0-0,3 m (Pb) RKS34/0-0,3 m (Pb) RKS65/0-0,3 m (Pb)	keine

- Die erhöhten Schadstoffkonzentrationen (PAK, MKW, SM) beschränken sich auf den Auffüllungskörper bis max. 2,0 m Tiefe. Lediglich in den Bohrungen RKS8 und RKS8.4 reicht die schadstoffbelastete Auffüllung bis in eine Tiefe von max. 3,2 m.
- Die Bodenbelastungen sind vertikal abgegrenzt. Das dem Auffüllungskörper unterlagernde Geogen ist in der Regel schadstofffrei. Lediglich an den Bohrungen RKS50, RKS65 und RKS75 wurden auch im geogenen Kies bis 2,0 m unter GOK erhöhte PAK-Konzentrationen über dem Hilfswert-2 nachgewiesen.
- In Zusammenschau mit den organoleptischen Befunden aus der Bohrprofilaufnahme weisen die Bohrungen mit einer Überschreitung des Hilfswertes-2 für PAK im entsprechenden Teufenbereich Feststoff-Beimengungen aus Kohle, Asphalt- bzw. Teerreste oder Brandrückstände auf. Die PAK-Belastungen lassen sich hierauf zurückführen und sind somit im Wesentlichen partikelgebunden.
- Die Schadstoffgruppe der PAK und Schwermetalle ist aufgrund der chemischen Stoffeigenschaften i.d.R. schlecht wasserlöslich. Die Eluatuntersuchungen (Säuleneluat an den Bohrungen RKS8 und RKS50) unterstreichen diese Aussage und ergaben keine Hinweise auf eine Eluierbarkeit der ermittelten PAK-Kontaminationen.
- Hinsichtlich der erhöhten Gehalte der vergleichbar gut wasserlöslichen Mineralölkohlenwasserstoffen ist zu berücksichtigen, dass es sich hier um punktuelle Befunde aus der oberflächennahen Auffüllung bis max. 1,0 m handelt. Die festgestellten MKW-Gehalte liegen dabei deutlich unter dem Hilfswert-2. Das unterlagernde Geogen wies durchgehend keine erhöhten MKW-Gehalte auf. Es ist somit davon auszugehen, dass die Mineralölkohlenwasserstoffe lediglich oberflächennah an dem gut sorptionsfähigen feinkörnigen Oberboden gebunden sind, sodass von diesen Stoffen unter Berücksichtigung des Grundwasserflurabstandes ( $\geq 8$  m) keine Grundwassergefährdung abzuleiten ist.
- Eine umweltrelevante Verfrachtung von Schadstoffen über den Sickerwasserpfad ist somit nicht zu erkennen. Im Ausführungsfall des Trassenbaus wird ein Großteil der ermittelten Bodenbelastung im Zuge der Erdarbeiten bis in ca. 1,0 m Tiefe sowieso entfernt, sodass das Schadstoffpotential weiter reduziert wird.

Eine Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser ist in Zusammenschau aller Befunde nicht abzuleiten. Weitere Maßnahmen sind derzeit nicht erforderlich.

Wir empfehlen jedoch Belastungsschwerpunkte mit Hilfswertüberschreitungen (insbesondere Überschreitung des Hilfswertes-2) im Zuge von Erdarbeiten durch Bodenaustausch aus dem Untergrund zu entfernen, sofern in diesen Bereichen nicht ohnehin ein Bodenaushub im Zuge von Baumaßnahmen erfolgt.

Aufgrund der nachgewiesenen Schadstoffe im anthropogenen Auffüllungsmaterial ist eine zielgerichtete Versickerung von Niederschlagswasser in der Auffüllung bzw. in belasteten Bodenschichten nicht zulässig.

Wir empfehlen eine fachtechnische Begleitung der Erdbaumaßnahmen, um einen ordnungsgemäßen Umgang mit dem anfallenden Aushubmaterial zu gewährleisten. Zudem sollte von den Baugrubensohlen flächige Beweissicherungsproben entnommen werden, auf Grundlage derer über das weitere Vorgehen entschieden werden kann.

Wir empfehlen, den Sachstand dem Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) der Landeshauptstadt München mitzuteilen und die weiteren Maßnahmen abzustimmen.

### 7.3 Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen

#### Schwere Rammsondierungen (DPH)

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 22476-3 wurde neben den Rammkernsondierungen (RKS) bei ca. jeder zweiten RKS eine Rammsondierung mittels einer schweren Rammsonde (Dynamic Probing Heavy DPH) bis in Tiefen von max. 5,0 m (durchschnittlich bis 2,0 m Tiefe) durchgeführt. Die Protokolle der Rammsondierungen sind zusammen mit den Bohrprofilen der Anlage 3 zu entnehmen.

Die schwere Rammsonde (DPH) hat folgende Kennwerte:

Spitzenquerschnitt	$A_c = 15 \text{ cm}^2$
Spitzendurchmesser	43,7 mm
Masse des Rammjärens	50,0 kg
Fallhöhe	0,5 m
Messgröße	N10

Eine schematische Auswertung der Schlagzahldiagramme (Anlage 3) bezogen auf den Bodenaufbau ist nachfolgend dargestellt.

**Tabelle 7: Ergebnisse der baugrundtechnischen Untersuchungen**

Material	Horizont m unter GOK	Schlagzahl N10 DIN EN ISO 22476-2	Lagerungsdichte / Konsistenz DIN EN ISO 22476-2	Bemerkung
Schicht 1: Auffüllung: Schluff, schwach sandig – sandig, schwach kiesig	durchschnittlich 0 - 0,5 m	3 - 9	weich bis steif	Schicht 1 ist im unversiegelten Mittelstreifen lokalisiert
Schicht 2a: Auffüllung: Kies, sandig, schluffig, z.T. mit Fremdbeimengungen (<< 10 %)	durchschnittlich 0/0,5 – 1,0 m	7 - $\geq$ 13	mitteldicht bis sehr dicht	-
Schicht 2b: Auffüllung: Ton, schluffig, schwach sandig, z.T. schwach kiesig	durchschnittlich 0,5 – 1,0 m	2 – 5 vereinzelt > 17 (DPH 11)	weich fest (DPH 11)	Schicht 2 b tritt vereinzelt innerhalb der Schicht 2 a auf
Schicht 3: Geogen, Kies, sandig, schluffig	durchschnittlich ab 1,0 m unter GOK	13 - $\gg$ 24	dicht bis sehr dicht	-

Die bindigen schluffigen Auffüllungshorizonte, die im unversiegelten Mittelstreifen der heutigen Bestandsstraßen auftreten, weisen eine weiche bis steife Konsistenz auf. Das nicht bindige Auffüllungsmaterial aus sandig schluffigen Kies, das den Hauptbestandteil der ange-troffenen Auffüllung stellt, weist eine mitteldichte bis sehr dichte Lagerung auf. In der kiesigen Auffüllung sind sehr vereinzelt tonige Schichten mit einer weichen bis festen Konsistenz eingelagert.

Unter der Auffüllung folgt der geogene quartäre Kies, der dicht bis sehr dicht gelagert ist. In den Sondierungen RKS29, 31,61, 73 und 77 wurden lockere Lagerungsverhältnisse im Kies festgestellt. Diese sind vermutlich auf lokal begrenzte Rollkieseinlagerungen mit geringem Feinkornanteil zurückzuführen.

Kornverteilung gem. DIN 18123

Zur Ermittlung der statischen Bodenkenngrößen wurde durch die Fa. AMM GmbH, Haunstetter Str. 112 in 86161 Augsburg an ausgewählten kiesigen Proben eine Sieb-Schlämmanalyse gem. DIN 18123 durchgeführt.

Die Ergebnisse der Siebanalyse sind dem Bericht in Anlage 5 beigelegt. Die Ergebnisse der Kornverteilung sind in der Tabelle 5 zusammengestellt.

**Tabelle 8: Übersicht der Bodeneinstufung gemäß Laboruntersuchung (Kornverteilung gem. DIN 18123)**

Bohrung	Probenmaterial aus Tiefe	Bodenklasse gem. DIN 18196	Anteil < 0,063 mm	Frostschutzklasse	kf-Wert [m/s]
RKS 6	1,0-2,0	GU	13,5%	F2	7,6 x E-006
RKS 7	1,0-2,0	GU	13,5	F2	7,7 x E-006
RKS 8	1,0-3,2	GÜ	21,8	F3	1,1 x E-006
RKS 14	0,8-2,0	GU	7,6	F2	1,7 x E-003
RKS 19	1,0-2,0	GU	10,8	F2	1,5 x E-005
RKS 26	1,0-2,0	GU	7,3	F2	1,9 x E-002
RKS 28b	1,0-2,0	GU	8,2	F2	2,6 x E-002
RKS31	1,0-2,0	GU	9,1	F2	5,9 x E-003
RKS37	0,4-2,0	GU	11,6	F2	1,2 x E-005
RKS41	0,8-2,0	GU	14,9	F2	5,4 x E-006
RKS51	0,4-2,0	GU	12,3	F2	1,0 x E-005
RKS55	0,3-2,0	GU	5,8	F2	6,2 x E-003
RKS58	0,6-2,0	GU	7,6	F2	6,0 x E-003
RKS63	1,0-2,0	GU	6,5	F2	4,4 x E-003

Die geogenen quartären Kiese im Trassenbereich sind überwiegend der Frostschutzklassen F2 somit als gering bis mittel frostempfindlich einzustufen. Lediglich in RKS8 wurde F3-Material (sehr frostempfindlich) festgestellt. Die Bodenklasse ist als GU bis GÜ einzustufen.

Für den Durchlässigkeitsbeiwert wurden Kf-Werte zwischen  $1,9 \times E-002$  und  $7,7 \times E-006$  m/s ermittelt.

Aufgrund Erfahrungen mit anderen Projekten im Raum München sind Inhomogenitäten des Bodenaufbaus möglich. Durch lokale Schwankungen in der Kieszusammensetzung kann an Rollkieslagen die Durchlässigkeit ein Mehrfaches betragen, während in stärker schluffigen Bereichen die Durchlässigkeit entsprechend abnimmt.

### Bodenkennwerte

Folgende bodenmechanische Kennwerte basieren auf der DIN 1055, den Untersuchungsergebnissen und aus der Erfahrung gewonnenen Werten:

**Tabelle 9: Bodenkennwerte**

Bodenart: Kennwerte: DIN 1054	schluffige Auffüllung weich bis steif	Kiesige Auffüllung Mitteldicht bis dicht gelagert	Geogener Kies, sandig schluffig dicht bis sehr dicht gelagert
Reibungswinkel $\varphi'k$ bzw. $\Phi k$	25 – 30 (27,5)	32,5 – 37,0 (35,0)	32,5 – 37,0 (35,0)
Wichte erdfeucht $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18-20	22-24	23-25
Wichte (unter Auftrieb) $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	8-10	12-14	13-15
Kohäsion $c'k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	2-5	0	0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	3-10	60 – 100 (80)	80 – 120 (100)
Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	10E-05 - 10E-07*	10E-04 - 10E-06*	1,9 x 10E-02 bis 7,7 x 10E-06
Bodengruppe nach DIN 18196	A, U	A, GÜ - GÜ	GÜ (GÜ)
Bodenklasse nach DIN 18300	3-4	4	4 (6 – 7 bei Nagelfluh, Fundamentreste)
Bodenart nach DIN 4022	A (U, s, g)	A (G, s, u)	G,s,u bzw. G,u,s

Als Bettungsmodul kann ein Wert von  $k_{sv} = 30 - 50$  MN/m<sup>3</sup> angesetzt werden. Die örtlichen Baugrundverhältnisse sind im Rahmen der Bauausführung vom Baugrundgutachter zu verifizieren.

## 7.4 Kampfmittel

Für das Gelände besteht Kampfmittelverdacht. Wir verweisen hier auf unsere Stellungnahme B1404103 vom 31.07.2014 [11]. Dies ist im Zuge der weiteren Flächenentwicklung zu berücksichtigen.

Abschließend weisen wir darauf hin, dass die Angaben in vorliegendem Bericht ausschließlich auf punktuellen Aufschlüssen unter Berücksichtigung von verschiedenen Voruntersuchungen beruhen. Kleinräumige Inhomogenitäten im Bodenaufbau sowie abweichende Untergrundverhältnisse in bis dato nicht untersuchten Bereichen und daraus resultierende Abweichungen von den hier dargestellten Befunden können nicht endgültig ausgeschlossen werden.

Baugrubensohlen sind zwingend durch den Baugrundgutachter abzunehmen. Insbesondere bindige bzw. locker gelagerte Bodenschichten im Bereich der Gründungssohle sind auszutauschen bzw. nachzuverdichten.

Wir empfehlen die Untersuchungsergebnisse dem RGU mitzuteilen und die weiteren Maßnahmen aus alllastentechnischer Sicht abzustimmen.

München, den 28.01.2015

campus Ingenieurgesellschaft mbH

  
Dipl.-Geol. Christian Kafka

Sachverständiger gemäß §18 BBodSchG (SG: 1, 2)

  
Dipl.-Geol. Eva Marks

Projektleiterin