

Baugrundgutachten

Projektnummer: p/1710685

Projekt: Neubau von 6 Reihenhauszeilen und 4 Einfamilien-
häusern in 59368 Werne
Brevingstraße

Bauträger: Wilczek Immobilien Management Hamm GmbH &
Co. KG
Horster Straße 13
59075 Hamm

Planung: KLT – Consult GmbH Ingenieure
Lippestraße 2
59510 Lippetal

Bearbeiter: Dipl.- Geol. A. Gey

Münster, den 22. Juni 2017

Anlagen

- Nr. 1 Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, Maßstab ca. 1 : 250
- Nr. 2 Schichtenprofile gem. DIN 4023 und Rammdiagramm gem. EN ISO 22476/2 (Anlagen 2.1 bis 2.7)
- Nr. 3 Ergebnisse der Versickerungsversuche
- Nr. 4 Ergebnisse der PAK- und Phenol-Analytik einer ausgewählten Deckenprobe
- Nr. 5 Ergebnisse der chemischen Untersuchung nach der LAGA Boden TR 11 / 2004 für die erstellten Mischproben MP 1 bis MP 7

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	3
2. GELÄNDE- UND LABORARBEITEN	5
3. BODEN- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	6
3.1 SCHICHTENFOLGE, BODENMECHANISCHE EIGENSCHAFTEN	6
3.2 GRUNDWASSER	9
3.3 BODENGRUPPEN, BODENKLASSEN, VERDICHTBARKEITSKLASSEN, FROSTEMPFLINDLICHKEITSKLASSEN, CHARAKTERISTISCHE BODENKENNGRÖßEN	10
4. BAUTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN	12
4.1 VERWENDUNG DES AUSHUBMATERIALS	12
4.2 UMWELTRELEVANTE BEWERTUNG DES AUSHUBMATERIALS	13
4.3 BEWERTUNG DER BAUGRUNDVERHÄLTNISSE / GRÜNDUNGSART / BODENAUFTRAG / VERDICHTUNGSWERTE	16
4.4 BELASTUNG DES UNTERGRUNDES, SETZUNGSVERHALTEN	19
4.5 KANALROHRE, TRAGFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES, ROHRAUFLAGER, WASSERHALTUNG	20
4.6 KANALGRABENSICHERUNG	22
4.7 VERKEHRSFLÄCHEN	23
4.8 VERSICKERUNG VON REGENWASSER	26
5. SCHLUSSWORT	27

1. Einleitung

Die **Wilczek Immobilien Management Hamm GmbH & Co. KG**, Horster Straße 13, 59075 Hamm, plant mit **KLT – Consult GmbH Ingenieure**, Lippestraße 2, 59510 Lippetal, die Errichtung von 6 Reihenhauszeilen und 4 Einfamilienhäusern an der Brevingstraße in 59368 Werne. Wir unterstellen für die Objekte jeweils eine 2 bis 2½-geschossige Bauweise bei einer Nichtunterkellerung.

Der überplante Flächenabschnitt erstreckt sich längs der Brevingstraße im Süden. Den Unterlagen nach sind, ausgehend vom Westen, zunächst 6 Reihenhauszeilen mit jeweils 4 Reihenhäusern und in Längsrichtung Nord-Süd-orientiert in den westlichen und mittleren Abschnitten aufzustellen. Im östlichen Viertel sind dann die vier Einfamilienhäuser im Viereck orientiert. Zur besseren Orientierung seien die Reihenhäuser mit den fortlaufenden Nummern 1 bis 6, jeweilig von West nach Ost, orientiert, versehen.

Die Anbindung der Wohnhäuser erfolgt jeweils über neu zu errichtende Zuwegungen mit Anschluss an die Brevingstraße. Im Umfeld der Einfamilienhäuser im Osten gehen dann vom Stich jeweils nochmal Seitenstiche ab, so dass hier eine kreuzartiges Muster entsteht. Im Bereich der Zuwegung bei den Einfamilienhäusern und bei den Reihenhäusern über die jeweilig zweite Zuwegung, beginnend mit dem ersten Stich im Westen erfolgt gleichsam über ein Trennsystem die Entwässerung in die Brevingstraße, wobei hier die Schmutzwässer und über den nördlich angrenzenden Randstreifen eine Teilversickerung / Rückhaltung der anfallenden Regenwässer angestrebt wird, um den Bestandskanal so gering wie möglich zu belasten.

Im Umfeld der geplanten Einfamilienhäuser sowie noch die Reihenhauszeilen 6, 5 und die östliche Hälfte der Zeile Nr. 4 liegt derzeit eine brachliegende Ackerfläche ohne nennenswerten Bewuchs vor. Die Geländehöhen liegen zwischen 64,8 und 66,5 mNN bei ausgeprägterer Neigung um etwa 1 m über die jeweiligen Planfelder in Richtung Norden aber mit einem gleichsam leichten Abfall der Topographie nach Westen. Die Reihenhauszeilen 3 und 4 werden von einer dicht bewachsenen, teils eingezäunten Fläche tangiert, die nicht in allen Anschnitten eine Untersuchung zuließ. Die Geländehöhen variieren hier um 64,5 und 65,3 mNN mit etwas abgeschwächter Neigung um vielleicht 0,4 / 0,6 m nach Norden. Nach Westen folgt dann eine mehr bewaldete Fläche mit Sträuchern und Buschwerk bei Topographien um 64,2 und 65,1 mNN. Der im Norden angrenzende Randstreifen fällt über nahezu das gesamte Areal von 65,5 mNN im Osten auf 64,1 mNN im Westen ab.

Im zur Verfügung gestellten Lageplan sind die künftigen Erdgeschoss-Fertigfußboden-Höhe (EFHs / OKFF EGs) der Wohnhäuser vermerkt. In Anlehnung an die geneigte Topographie erfahren selbst die einzelnen Reihenhäuser der Reihen-

hauszeilen differente Planungen für die jeweilige OKFF EG und zwar in der Form, dass für die jeweiligen mittleren beiden Häuser von einer EFH ausgegangen wird und diese zum jeweils nördlichen bzw. südlichen Haus um 0,25 m abfällt oder halt ansteigt. So liegen beispielhafte EFHs zwischen 64,72 und 65,22 mNN beim westlichen Reihenhaus und zwischen 65,5 und 66 mNN beim östlichsten Objekt. Die OKFF EGs der über Viereck orientierten Einfamilienhäuser werden für die südlichen mit 66,36 mNN und für die beiden nördlichen Objekte mit 65,85 mNN angegeben.

Ausgehend von einer konventionellen Gründung der nicht unterkellerten Hochbauten über eine biegesteife Sohlplatte in Verbindung mit außen liegenden, frostsichernden, massiven Schürzen, alternativ auf einem gleichsam frostsichernden Polster oder über lastabtragenden Streifenfundamenten, wird die für die Ausführungen des Berichtes maßgebliche Aufstandsfläche für die in mind. frostsicherer Einbindetiefe von $d \geq 0,8$ m abzusetzenden Frostschrzen / Fundamente bei rd. 1 m unterhalb der jeweiligen EFH abgeschätzt.

Nach geläufigen Schnitten werden die Sohlenunterkante der Gründungsplatten etwa 0,35 / 0,4 m unterhalb der jeweiligen OKFF EG / EFH liegen.

Konstruktions- bzw. Fundamentpläne mit den entsprechenden Lasten liegen dem Unterzeichner nicht vor. Die max. Linienlasten werden im Bereich tragender Wände einer bis zu 2½ - geschossigen Bauweise in Größenordnungen zwischen 80 und 100 kN/m abgeschätzt.

Die Kanalsohlen des gen Westen entwässernden Kanals liegen zwischen 62,10 mNN (7343) und 64,06 mNN (7338) und weisen so Einbindungen zwischen 3,66 m beim Schacht 7343 und von 2,52 m beim Schacht 7338 auf. Zwischen etwa 2 und 3 m u. GOK und dann letztlich auf dem Niveau des Bestandskanals anbindend, werden auch die Grabensohlen der im offenen Verfahren zu verlegenden Rohre aus mutmaßlich Beton abgeschätzt.

Für die geplanten Stichstraßen wird eine Konzipierung als Wohnstraßen unterstellt, die nach der alten RStO 01 in die Bauklassen V / IV eingestuft werden können, was in etwa den Belastungsklassen Bk0,3 bis Bk1,0 nach der neuen RStO 12 entspricht. Standardisierte Aufbauten sehen dabei z. B. folgenden Aufbau vor:

Bk1,0 (58 cm)	3 cm Asphaltdeckschicht	AC 8 DN
	10 cm Asphalttragschicht	AC 22 TN
	45 cm Schottertragschicht	der Körnung 0/45

Die Fahrbahnhöhen dürften sich dabei in etwa an der vorhandenen Geländemorphologie orientieren oder nur wenig darüber liegen.

Wie bereits erläutert, ist in dem nördlichen Randstreifen, nach Aussage des Bauträgers kann von den angrenzenden Ackerflächen hier ein etwa 3 m breiter Streifen mit genutzt werden, eine Versickerung oder wenigstens eine teilweise Rückhaltung des auf den versiegelten Flächen anfallenden Regenwassers anzustreben.

Im Rahmen der Planung für das genannte Bauvorhaben wurde das **Ingenieurgeologische Büro (igb) Gey & John GbR**, An der Kleimannbrücke 13, 48157 Münster, seitens des Bauträgers beauftragt, den Untergrund im Bereich der Hochbauten hinsichtlich seiner bodenmechanischen und hydrologischen Eigenschaften zu untersuchen und die Ergebnisse in einem gründungstechnischen Gutachten darzustellen. Darüber hinaus sollen im Zuge der Erschließungsplanung Hinweise zur Verlegung der Kanäle im offenen Verfahren sowie zur Konzipierung der Anbindungsstraßen in Anlehnung an die RStO12 dargelegt werden. Ergänzend galt es den nördlichen Randstreifen hinsichtlich seiner Versickerungsfähigkeit für anfallendes Regenwasser zu untersuchen. Auch eine umweltrelevante Beurteilung der abzutragenden Böden nach der TR LAGA Boden 2004 sowie der Bundesbodenschutzverordnung ist Gegenstand der Beauftragung.

2. Gelände- und Laborarbeiten

Zur Erkundung der geologischen und hydrologischen Untergrundverhältnisse wurden über den Zeitraum vom 8. bis zum 12. Mai 2017 im Planfeld insgesamt 41 Kleinbohrungen im Rammkernsondierverfahren (RKS 1 bis RKS 41) sowie ergänzend auch 20 Rammsondierung (DPL 1 bis DPL 20) mit der leichten Rammsonde (DPL gem. EN ISO 22476/2) bis in Tiefen zwischen 3 und 5 m u. GOK geführt. Örtlich wurde der Aufschlussfortschritt durch festere Mergel zur Tiefe begrenzt (siehe beispielsweise RKS 1, RKS 2, RKS 6, etc.).

Für die Durchörterung des gebundenen Fahrbahnaufbaus im Bereich der Brevingstraße im Umfeld des Aufschlusses RKS 37 / DPL 17 wurde hier das Kernbohrverfahren eingesetzt.

Zur Prüfung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurde in dem angrenzenden Geländeabschnitt im Norden 4 weitere Flachbohrungen (RKS V1 bis RKS V4) bis 3 m Tiefe geführt. Mittels ergänzender Flachbohrungen bis in Tiefen von 0,75 / 0,8 m, platziert im unmittelbaren Anschluss an die vorgenannten Kleinbohrungen, wurden in den mittels Filterrohr gestützten Bohrlöchern dann Sickerversuche mit stetiger Wassersäule ausgeführt. Die Versuchsergebnisse sind der Anlage 3 des Gutachtens zu entnehmen.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem Lageplan auf der Anlage 1 im Maßstab ca. 1 : 250 zu entnehmen. Als Bezugsniveau zum Höheneinmaß der Bodenauf-

schlusspunkte fungierte die Oberkante des Kanalschachtes 7342 mit der absoluten Höhe von 66,13 mNN.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierbohrungen und der Rammsondierungen wurden in Form von Schichtenprofilen gem. DIN 4023 und Rammdiagrammen gem. EN ISO 22476/2 höhengerecht im Maßstab 1 : 30 auf der Anlage 2 dargestellt. Diese Anlage gliedert sich in 7 Profilschnitte, wobei in den Schnitten 2.1 bis 2.5 die Baugrundverhältnisse im Bereich der Wohnobjekte mit jeweilig eingetragenen Planhöhen und den angenommenen Gründungsniveaus (Sohlenunterkante / Aufstandsfläche der Fundamente / Schürzen) vermerkt sind, die Anlage 2.6 orientierend den Baugrund im Bereich der geplanten Kanaltrassen und Straßenzüge und die Anlage 2.7 die Profile im Bereich der Versickerungsbohrungen wiedergibt.

Im ingenieurgeologischen Labor erfolgte durch den Baugrundsachverständigen eine sensorische (Fingerprobe) bodenmechanische Beurteilung der aus den Rammkernsonden entnommenen Bodenproben und eine Abschätzung der charakteristischen Bodenkenngrößen zur Durchführung erdstatischer Berechnungen.

Gleichzeitig wurden die entnommenen Bodenproben entsprechend der sensorisch abgeschätzten Korngrößenverteilungen bezüglich deren Durchlässigkeitsbeiwerte k_f im Hinblick auf hydraulische Fragestellungen (z.B. bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen, Versickerungsfähigkeit für anfallende Niederschlagswässer, etc.) sowie auch bezüglich organoleptischer, sprich optischer und geruchlicher Auffälligkeiten hinsichtlich möglicher Belastungen mit umweltrelevanten Schadstoffen bewertet.

Nach Rücksprache mit dem Bauträger und dem planenden Büro KLT – Consult GmbH Ingenieure aus Lippetal wurden ausgewählte Bodenproben dann zu Mischproben zusammengefasst und einer chemischen Untersuchung nach dem Untersuchungsumfang der TR LAGA Boden 2004 im Original sowie im Eluat unterzogen. Die Untersuchungsergebnisse sind den Anlagen 4 und 5 und zusammenfassend im Kapitel 4.2 dargestellt.

3. Boden- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Schichtenfolge, Bodenmechanische Eigenschaften

Aufgrund der Größe des Untersuchungsraumes macht es, trotz der an sich recht einheitlichen Schichtenfolge, Sinn, die Untergrundverhältnisse separiert nach den einzelnen Bauvorhaben darzustellen:

Im Bereich der Reihenhauszeilen mit den Nrn. 1 bis 6 werden die baugrundspezifischen Begebenheiten durch die **Profilschnitte 2.1 bis 2.3** wiedergegeben. Oberflächennah ist das Gelände hier mit einem im Mittel etwa 0,3 bis 0,5 m mächtigen, umgelagerten Oberboden aus humusführenden, meist schluffigen bis stark schluffigen Sanden bedeckt. Hiervon abweichend höhere Mächtigkeiten finden

sich bei der RKS 12 mit 0,7 m, der RKS 15 mit 0,8 m, hier auch mit anteilig Ziegelbruch, der sich ebenso in den RKS 4, RKS 10 und RKS 11 nachweisen lässt und insbesondere mächtige Oberböden gibt es bei der RKS 4, die hier bis 1,7 m u. GOK reichen und wohl auf lokale, mächtige Verfüllarbeiten zurückzuführen sind. Die humosen Oberböden sind aufgrund ihrer zersetzungsempfindlichen Humusannteile unter Gründungskörpern / bewehrten Sohlplatten / befestigten Verkehrsflächen großflächig abzuschleifen (Abtragsplanum).

Die gewachsenen Baugrundeinheiten setzen sich dann sehr einheitlich aus schluffigen bis stark schluffigen, mittelsandigen Feinsanden von mitteldichter Lagerung zusammen. Örtlich finden sich mal Einschaltungen von fein- und mittelsandigen, schwach tonigen Schluffen (vgl. RKS 6, hier mit tonigeren, oberflächennahen Schluffen und den RKS 14 in mittleren und RKS 16 in unteren Abschnitten. Wechselnd bindige oder gar schwach schluffige, also nichtbindige Sande bilden eher die Ausnahme (siehe RKS 3, RKS 6, RKS 9, RKS 10, RKS 14, RKS 17 bis RKS 19, RKS 24) und sind dann auch nur in Stärken bis max. 1 m vertreten, auch wenn sie sowohl oberflächennah wie auch zur Tiefe vorkommen.

Die Sande liegen dann ab Tiefen zwischen ca. 2,9 m (RKS 1) und 3,9 m u. GOK (RKS 2), meist aber um 3,3 bis 3,5 m u. GOK, Verwitterungslehmen kreidezeitlicher Tonmergel von steifer Konsistenz auf. In den untersten Profilabschnitten wurden teils noch steife bis halbfeste Mergel erfasst oder sind dann knapp unterhalb der erreichten Aufschlusstiefen, auch nach den zunehmenden Eindringwiderständen der DPL zu erwarten. Weiter unterhalb der erreichten Aufschlusstiefen nimmt der Mergel dann eine halbfeste Konsistenz mit bereits stückigem Absonderungsgefüge und weiter dann eine feste Konsistenz mit eingeschalteten Mergelsteinbänkchen an.

Für die mutmaßlich gründungsrelevanten, bindigen Sande in den höheren Profilabschnitten ist zu beachten, dass diese bei höheren natürlichen Wassergehalten (feucht bis wassergesättigt) eine sehr hohe Strukturempfindlichkeit gegen dynamische Lasteinträge besitzen und dann durch temporär aufgebaute Porenwasserüberdrücke leicht einer Konsistenzminderung in weiche bis breiige Zustände mit einer deutlich Reduzierung der ursprünglichen Tragfähigkeitseigenschaften unterliegen können. Nach Offenlegung können die Sande bei Wasserzutritt zudem oberflächlich leicht verschlammen.

Die Untergrundverhältnisse im Umfeld der 4 Einfamilienhäuser, angeordnet im Viereck im Osten, werden durch die **Profilschnitte 2.4 und 2.5** beschrieben. Der umgelagerte, humose Oberboden aus weiterhin schluffigen bis stark schluffigen Sanden, hier ohne offensichtliche Bauschuttreste, zeigt übliche Oberbodenstärken um 0,3 bis 0,5 m.

Nahezu durchweg schluffige bis stark schluffige, mittelsandige Feinsande charakterisieren die weitere Bodenfolge, so dass nichtbindige Sande in der RKS 28 und

wohl auch in der DPL 13, hier zudem mit milderer Lagerung, merklich aus dem Rahmen fallen. Möglicherweise liegen hier bis 1,5 m u. GOK tiefer reichende Sandverfüllungen vor.

Der Mergel von steifer Konsistenz setzt hier zwischen 2,5 m (RKS 32) und 3,7 m u. GOK (RKS 30) ein. Gängigerweise wieder um rd. 3,5 m Tiefe im Mittel einsetzend liegen aber auch im Bereich der RKS 25 und RKS 29 mit Sandunterkanten von 2,6 m Tiefe, höhere Quartärbasen vor.

Der **Profilschnitt 2.6** gibt die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen RKS 37 bis RKS 40 wieder, die im Bereich der Kanalanschlüsse in der Brevingstraße ausgeführt wurden. Der Schnitt wurde im Umfeld der Reihenhausebenen jeweils um eine bereits dargestellte RKS ergänzt, um den weiteren Verlauf des Untergrundes in Richtung der Zuwegung aufzuzeigen. Einzig die RKS 41 wurde ergänzend im Kreuzungsbereich des Straßenstichs im Anschluss an die Einfamilienhäuser neu abgeteuft.

Konzentrieren wir uns auf die Straßenaufschlüsse. Nur die RKS 37 erfasste die versiegelte Straße mit einer 14 cm dicken, zweigeteilten und geruchlich unauffälligen Schwarzdecke. Nach Bettung in Natursteinschottern wurden hier nachweislich umgelagerte, humose Verfüllungen überschüttet, die hier bis 0,7 m u. GOK erfasst wurden und daneben auch Kohlen zeigen. Nach aufgefüllten, weicheren Schluffen setzen dann ab 1,4 m u. GOK zunächst nichtbindige und dann bindige Sande von mitteldichter Lagerung ein.

Im Bereich der RKS 38 liegt nur noch eine Anschotterung, hier vermengt mit humosen Oberböden in einer Stärke von 0,9 m vor. Es folgen bindige Füllsande mit humosen Lagen von milderer Lagerung und hier erst ab 1,2 m u. GOK dann wechselnd bindige Sande von mitteldichter Lagerung.

Die Verhältnisse in der RKS 39 sind vergleichbar mit denen in der RKS 37. Zwar fehlt hier die Schwarzdecke aber die ungebundene Tragschicht aus Schotter, Splitt und Sand liegt hier ab 0,5 m Tiefe ebenso wieder humosen Sanden mit Aschen auf und auch hier schließen sich ab 0,8 m Tiefe bindige Füllsande mit Oberbodenresten von milderer Lagerung an, die hier bis 1,9 m Tiefe reichen.

Die RKS 40 zeigt im Grunde genommen einen Aufbau, wie im Umfeld der Wohnhäuser. Unterhalb eines 0,4 m mächtigen, humosen Oberbodens folgen bindige Sande von mitteldichter Lagerung. Tragschichten wurden hier im Randbereich nicht erfasst.

Die Schichtenprofile der Versickerungsbohrungen RKS V 1 bis RKS V 4 sind auf der Anlage 2.7 dargestellt. Unterhalb eines etwa 0,4 / 0,45 m mächtigen Oberbodens folgen in der RKS V 1 schluffige also bindige und leicht verlehnte Sande. Entsprechende Verlehmungen, resultierend aus Verockerungsprozessen im

Grundwasserschwankungsbereich, wurden übrigens auch häufiger in den höheren Profiltteilen vorgefunden. In der RKS V 2 folgen unterhalb der Oberböden zunächst wechselnd bindige und in den RKS V 3 und RKS V 4 jeweils zunächst bindige, schluffige Sande, die jedoch zur Tiefe allesamt bindigen, schluffigen Sanden aufliegen.

3.2 Grundwasser

Während der Aufschlussarbeiten über den Zeitraum vom 8. bis zum 12. Mai 2017 wurde in allen Bohrlöchern mittels Lichtlot Wasser ausgelotet. Die Abstiche lagen zwischen 0,7 und 1,5 m. Im Mittel liegen aktuell Flurabstände zwischen 0,8 und 1 m vor.

Bezogen auf NormalNull liegen Grundwasserstände zwischen 63,2 mNN (RKS V 1) und 65,5 mNN (RKS 40) vor. Der Abstrom liegt um Nord / Nordwest und damit quasi senkrecht zum Verlauf der Brevingstraße, etwas nach Westen verkippt.

Bis auf wenige Ausnahmen in Form örtlich etwas besser wasserdurchlässiger, weil nichtbindiger Sande sowie nur gering bis sehr gering wasserdurchlässiger Schluffe fungieren als Grundwasserleiter die bindigen Sande mit geschätzten Durchlässigkeitsbeiwerten k_f zwischen etwa 1×10^{-5} m/s bis 5×10^{-6} m/s. Mittels der ausgeführten Sickerversuche konnten diese Schätzwerte annähernd bestätigt werden. So weisen die bindigen aber leicht verlehmtten Sande in der RKS V 1 einen k_f -Wert von knapp $2,5 \times 10^{-6}$ m/s, die wechselnd bindigen Sande in der RKS V 2 einen Beiwert von 8×10^{-6} m/s und die nur schluffigen Sande in den RKS V 3 und RKS V 4 einen k_f -Wert von $6 - 7 \times 10^{-6}$ m/s auf und sind somit in der Summe noch als grenzwertig wasserdurchlässig einzustufen.

Scheinbar liegen grundsätzlich erhöhte oder auch nur gering schwankende Grundwasserstände vor, so die aktuellen Spiegellagen, trotz an sich längerfristig trockener Witterungsbedingungen im Vorfeld der Baugrunduntersuchung, schon in den höheren, schluffigen und häufiger leicht verlehmtten Sanden liegen. So diese Verlehmung an sich im Grundwasserschwankungsbereich auftreten, sind selbige ein Indiz für mögliche Hochgrundwasserstände. Hierauf basierend werden Höchstgrundwasserstände nur noch geringfügig über den Feststellungen liegen und je nach Flurabstand etwa 0,3 bis 0,5 m höher abgeschätzt, so dass bei geringeren Flurabständen die Maxima mit Flurabständen zwischen dann 0,4 / 0,7 m bereits im Basisbereich des Oberbodens zu suchen sind.

Wegen der feinkörnigen, schluffigen Sande kann es bei widrigen Witterungsbedingungen durch verzögert versickernde RW zu zeitweisen Nässezonen / Staunässen auch oberhalb des eigentlichen Grundwasserspiegels kommen.

3.3 Bodengruppen, Bodenklassen, Verdichtbarkeitsklassen, Frostempfindlichkeitsklassen, Charakteristische Bodenkenngrößen

Umgelagerte Oberböden

Bodengruppen gem. DIN 18 196: A, [OH], teils auch [OU], [SU*], [UL], [ST]

Bodenklassen gem. DIN 18 300: 1, teils auch Klasse 4 (2)

- weitere Kenngrößen wegen zersetzungsempfindlicher Humusanteile und hieraus notwendigem Abtrag nicht relevant

örtliche Tragschichten

Bodengruppen gem. DIN 18 196: A, [GE], [GW], [GU]

Bodenklassen gem. DIN 18 300: 3

Verdichtbarkeitsklasse: V 1

Frostempfindlichkeitsklasse
gem. ZTVE-StB 09: F 1 (nicht frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19 / 19,5	kN/m ³	
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10,5 / 11	kN/m ³	
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m ²	
Reibungswinkel φ'_k	:	32,5 / 37,5	°	
Steifemodul $E_{s,k}$:	60 - 100	MN/m ²	Rechenwert 80 MN/m ² bei dichter Lagerung

Sande, bindig

Bodengruppen gem. DIN 18 196: SU*, ST
auch A, [SU*]

Bodenklassen gem. DIN 18 300: 4 (bei Verschlämmung Klasse 2)

Verdichtbarkeitsklasse: V 2

Frostempfindlichkeitsklasse
gem. ZTVE-StB 09: F 3 (sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19	kN/m ³	
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10	kN/m ³	
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m ²	
Reibungswinkel φ'_k	:	30	°	
Steifemodul $E_{s,k}$:	10 - 25	MN/m ²	Rechenwert 20 MN/m ² bei mind. midi Lagerung minder gelagerte und mit Humusresten durch-

setzte Füllsande neigen zu Sackungen und sind im entwässerten Zustand nachzuverdichten

Sande, nichtbindig (max. lagenweise in bindige Sande eingeschaltet)

Bodengruppen gem. DIN 18 196:	SU, SE auch A, [SU], [SE]		
Bodenklassen gem. DIN 18 300:	3		
Verdichtbarkeitsklasse:	V 1		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 1 (nicht frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	18,5	kN/m ³	
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10,5	kN/m ³	
Kohäsion c'_k :	0	kN/m ²	
Reibungswinkel ϕ'_k :	32,5 / 35	°	
Steifemodul $E_{s,k}$:	30 - 50	MN/m ²	Rechenwert 40 MN/m ² bei gut midi Lagerung

minder gelagerte und örtlich mit Humusresten durchsetzte Füllsande neigen zu Sackungen und sind im entwässerten Zustand nachzuverdichten

Schluffe

Bodengruppen gem. DIN 18 196:	UL / UM		
Bodenklassen gem. DIN 18 300:	4 (bei Verschlämmung Klasse 2)		
Verdichtbarkeitsklasse:	V 3		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 3 (sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	19	kN/m ³	
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10	kN/m ³	
Kohäsion c'_k :	2,5 - 7,5	kN/m ²	Rechenwert 5 kN/m ²
Reibungswinkel ϕ'_k :	27,5 / 30	°	
Steifemodul $E_{s,k}$:	10 - 25	MN/m ²	Rechenwert 12 - 15 MN/m ² bei steifer Konsistenz

Mergel, verwittert

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	TM, TA		
Bodenklasse gem. DIN 18 300:	4 / 5 (bei Verschlämmung Klasse 2)		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE – StB 09:	F 3 (sehr frostempfindlich)		

Feuchtraumgewicht γ_k	:	20 - 22	kN/m ³	Rechenwert 21 kN/m ³
Kohäsion c'_k	:	15	kN/m ²	
Reibungswinkel ϕ_k	:	25	°	
Steifemodul $E_{s,k}$:	15 - 60	MN/m ²	Rechenwert 15 - 20 MN/m ² für steife Lehme / Rechenwert 30 - 40 MN/m ² für hoch steifen bis halbfesten Mergel / Rechenwert 50 - 60 MN/m ² für halbfesten bis festen Mergel

Mergel, schwach verwittert bis unverwittert

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 5 / 6 (eingeschaltete massive Bänke Klasse 7)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	22 - 24	kN/m ³	Rechenwert 23 kN/m ³
Kohäsion c'_k	:	20 - 0	kN/m ²	Rechenwert 0 kN/m ²
Reibungswinkel ϕ_k	:	30 - 40	°	Ersatzreibungswinkel 35°
Steifemodul $E_{s,k}$:	>80	MN/m ²	Rechenwert 80 MN/m ² bei fester Konsistenz / Kalksteinbänke Rechenwert 150 MN/m ²

4. Bautechnische Empfehlungen

4.1 Verwendung des Aushubmaterials

Die in den tangierten Grünflächen im obersten Profilabschnitt im Abtrag anfallenden humosen Oberböden weisen infolge des möglichen Humuszersatzes bei Sauerstoffzutritt nur eine eingeschränkte Raumbeständigkeit auf. Unter rein bodenmechanischen Gesichtspunkten sind diese Bodengemenge demnach ausschließlich zur Modellierung künftiger Grünflächen sowie begrünter Erdbauwerke (z.B. Lärmschutzwälle) vorzusehen.

Die im Bereich der Straße anfallenden Bettungen / Tragschichten aus bislang sandigen Naturschottern oder Gemengen aus Schotter, Splitt und Sand sollten möglichst fachgerecht vom restlichen Aushub-/Abtragsmaterial, sprich insbesondere den überschütteten Oberböden separiert werden und können dann unter rein bodenmechanischen Gesichtspunkten einer entsprechender Wiederverwendung als Tragschichtmaterial zugeführt werden.

Die bindigen Sande repräsentieren im Sinne der ZTVA-StB 97 ein Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V 2 und der örtlich anfallende Schluff, ggf. bei sehr tiefen Eingriffen auch der Verwitterungslehm, ein Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V 3.

Bodengemenge der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 lassen sich infolge ihrer Wasserempfindlichkeit nur im max. erdfeuchten Zustand („optimaler Wassergehalt“ ist zu beachten) und bei fehlenden Niederschlägen fachgerecht einbauen und verdichten.

Bindige Sande weisen gegenüber den zum Einbau empfohlenen, nichtbindigen Sande, grundsätzlich eine höhere Wasserempfindsamkeit, eine reduzierte Wasserwegsamkeit auf und gelten als sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 3 gem. ZTVE - StB 09).

Bei zu hohen Wassergehalten ist die Überführung in einen einbau- und verdichtungsfähigen Zustand wahlweise mittels der Zugabe von Kalk (nur zur Reduzierung des Wassergehaltes) oder mittels der Zugabe von Kalk-Zement-Bindemitteln (z.B. DOROSOL C 50 oder C 70) möglich. Die Kalk-Zement-Stabilisierung, sprich eine „Vermörtelung“, führt gleichzeitig zu einer deutlichen Erhöhung der Eigensteifigkeit.

Ohne eine Kalk-Zement-Stabilisierung weisen gerade die Bodengemenge der Verdichtbarkeitsklasse V 3 gegenüber nichtbindigen bis leicht bindigen, gleichzeitig gut korngestützten Füllböden / Schüttungen selbst bei sachgemäßem Einbau eine reduzierte Eigensteifigkeit auf. Gleichzeitig ist bei Schluffen / Lehmen auch die insgesamt geringe bis sehr geringe Wasserdurchlässigkeit dieses Einbaumaterials zu berücksichtigen. Kommt eine „Vermörtelung“ mit Kalk-Zement-Bindemitteln zur Ausführung, entstehen nahezu wasserundurchlässige Schichten.

Vor diesem Hintergrund wird von einem Einbau der Aushub- und Abtragungsgemenge der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 in kleinräumigen Arbeitsräumen unterkellierter Hochbauten, in Kanaltrassen künftig versiegelter Verkehrsflächen und auch in Arbeitsräumen nichtunterkellierter Hochbauten unter Gebäudesohlen und Verkehrsflächen abgeraten.

Anzustreben ist eine Verwertung dieser Gemenge im Rahmen großflächiger Geländeausgleichsmaßnahmen, ggf. in Verbindung mit einer Kalk- oder Kalk-Zement-Verbesserung, oder auch in später begrünter Erdbauwerken.

4.2 Umweltrelevante Bewertung des Aushubmaterials

Die organoleptische Bewertung der entnommenen Bodenproben ergab zunächst einmal keine geruchlichen Auffälligkeiten im Hinblick auf mögliche unverträgliche Belastungen mit umweltrelevanten Schadstoffen. Gleichzeitig war der „gewachsene“ Baugrund auch unter optischen Gesichtspunkten organoleptisch unauffällig.

Die im Bereich der RKS 37 gekernte Tragschicht zeigte sich weder geruchlich auffällig, noch konnte eine Anspritzung mit einem teerhaltigen Bindemittel ausgemacht werden. Die unauffällige Charakterisierung kann durch die beigelegte Analytik bestätigt werden, wonach PAKs nicht nachgewiesen werden konnten und auch der Phenol-Index bei $< 0,01$ mg/l verbleibt.

Die aufgefüllten Oberböden enthalten in Teilabschnitten Bauschuttreste (vgl. RKS 4 zw. 0,6 - 1,2 m, RKS 10, RKS 11, RKS 15). Im Umfeld der RKS 37 konnten in

den humosen Verfüllungen zwischen 0,5 und 0,7 m, in der RKS 38 zwischen 0,0 und 0,9 m und auch in den umgelagerten Oberböden unterhalb der Tragschicht in der RKS 39, hier zwischen 0,5 und 0,8 m Tiefe, Aschen ausgemacht werden. Auch örtliche, unterhalb der Tragschichten oder unterhalb umgelagerter Oberböden befindliche Verfüllungen enthalten Humusreste oder winzige Bauschuttanteile (siehe RKS 37 0,35 - 0,5 m, RKS 38 0,9 - 1,2 m, RKS 39 0,8 - 1,9 m).

Nach Rücksprache mit dem Planungsbüro KLT – Consult GmbH Ingenieure wurden die entnommenen Bodenproben zu insgesamt 7 Mischproben zusammengefasst und einer Untersuchung nach der LAGA TR Boden 11 / 2004 und zwar nach den Parametern der Tab. II.1.2-2 im Feststoff und nach der Tab. II.1.2-3 im Eluat unterzogen.

Die MP 1 umfasst dabei die Oberböden und die MP 2 die nachfolgenden Sande im Bereich der Reihenhauszeilen 1 bis 3, die MP 3 erfasst die Oberböden und die MP 4 die nachfolgenden Sande im Bereich der Reihenhauszeilen 4 bis 6 und gleiches gilt für die MP 5 und die MP 6, die die Oberböden bzw. nachfolgenden Sanden bei den Einfamilienhäusern umfasst. Mit der MP 7 werden tiefere Sandböden im Bereich der Kanaltrassen vereinnahmt. Im Detail setzten sich die Mischproben wie folgt zusammen:

MP 1 / Oberboden (Profilschnitt 2.1 und Hälfte Profilschnitt 2.2)

RKS 1 0,0 – 0,50 m, RKS 2 0,0 – 0,40 m, RKS 3 0,0 – 0,45 m, RKS 4 0,0 – 1,7 m, RKS 5 0,0 – 0,40 m, RKS 6 0,0 – 0,45 m, RKS 7 0,0 – 0,30 m, RKS 8 0,0 – 0,40 m, RKS 9 0,0 – 0,40 m, RKS 10 0,0 – 0,50 m, RKS 11 0,0 – 0,45 m, RKS 12 0,0 – 0,70 m

MP 2 / Sand (Profilschnitt 2.1 und Hälfte Profilschnitt 2.2)

RKS 1 0,50 – 0,95 m, RKS 2 0,40 – 1,50 m, RKS 3 0,45 – 0,80 m, RKS 5 0,40 – 1,30 m, RKS 6 0,45 – 0,70 m, RKS 7 0,30 – 1,10 m, RKS 8 0,40 – 1,50 m, RKS 9 0,40 – 1,50 m, RKS 10 0,50 – 1,40 m, RKS 11 0,45 – 1,50 m, RKS 12 0,70 – 1,70 m

MP 3 / Oberboden (Profilschnitt 2.3 und Hälfte Profilschnitt 2.2)

RKS 13 0,0 – 0,50 m, RKS 14 0,0 – 0,40 m, RKS 15 0,0 – 0,50 m, RKS 16 0,0 – 0,50 m, RKS 17 0,0 – 0,35 m, RKS 18 0,0 – 0,45 m, RKS 19 0,0 – 0,45 m, RKS 20 0,0 – 0,50 m, RKS 21 0,0 – 0,40 m, RKS 22 0,0 – 0,35 m, RKS 23 0,0 – 0,40 m, RKS 24 0,0 – 0,30 m

MP 4 / Sand (Profilschnitt 2.3 und Hälfte Profilschnitt 2.2)

RKS 13 0,50 – 1,60 m, RKS 14 0,40 – 1,30 m, RKS 15 0,50 – 1,80 m, RKS 16 0,50 – 1,40 m, RKS 17 0,35 – 0,80 m, RKS 18 0,45 – 1,40 m, RKS 19 0,45 – 1,40 m, RKS 20 0,50 – 1,40 m, RKS 21 0,40 – 1,20 m, RKS 22 0,35 – 1,30 m, RKS 23 0,40 – 0,75 m, RKS 24 0,30 – 1,50 m

MP 5 / Oberboden (Profilschnitt 2.4 und 2.5)

RKS 25 0,0 – 0,40 m, RKS 26 0,0 – 0,35 m, RKS 27 0,0 – 0,30 m, RKS 28 0,0 – 0,35 m, RKS 29 0,0 – 0,45 m, RKS 30 0,0 – 0,40 m, RKS 31 0,0 – 0,40 m, RKS 32 0,0 – 0,50 m, RKS 33 0,0 – 0,40 m, RKS 34 0,0 – 0,45 m, RKS 35 0,0 – 0,45 m, RKS 36 0,0 – 0,40 m

MP 6 / Sand (Profilschnitt 2.4 und 2.5)

RKS 25 0,40 – 1,40 m, RKS 26 0,35 – 1,20 m, RKS 27 0,30 – 1,40 m, RKS 28 0,35 – 2,40 m, RKS 29 0,45 – 0,80 m, RKS 30 0,40 – 1,50 m, RKS 31 0,40 – 1,50 m, RKS 32 0,50 – 1,50 m, RKS 33 0,40 – 1,30 m, RKS 34 0,45 – 1,30 m, RKS 35 0,45 – 1,30 m, RKS 36 0,40 – 1,40 m

MP 7 / Sand (Profilschnitt 2.6)

RKS 2 1,50 – 3,90 m, RKS 37 1,40 – 3,50 m, RKS 10, 1,40 – 3,00 m, RKS 38 1,20 – 4,40 m, RKS 18 1,40 – 3,40 m, RKS 39 1,90 – 2,50 m, RKS 41 0,40 – 3,00 m, RKS 40 0,40 – 3,90 m

Die MP 1, MP 3 und die MP 5 erfassen somit die humosen Oberböden. Nach der Analytik nach der LAGA Boden TR 2004, jeweils untersucht für die Kategorie „Sand“ weist die MP 1 einen TOC-Wert von 3,7 Gew.-% und bleibt ansonsten unauffällig. Gleiches gilt für die MP 3 mit einem TOC-Gehalt von 2,2 Gew.-%. Die MP 5 zeigt neben dem TOC-Wert von 2,1 Massen-% noch eine leichte Überschreitung bei Sulfat im Eluat.

Nach der LAGA Boden wären alle 3 Mischproben wegen des TOC-Wertes nach Z2 zu kategorisieren. Aufgrund seines Humusgehaltes eignet sich ein humoser Oberboden jedoch nicht für die von dieser Technischen Regel erfassten Verwertungsbereiche.

So wird der Oberboden nachfolgend nach den Kriterien der Bundes-Bodenschutz-Verordnung bewertet. Gem. den Richtlinien des Bundes-Bodenschutzgesetzes wird der sandige Oberboden demnach in den Bodenart Sand eingestuft und hinsichtlich der Vorsorgewerte für Metalle (Cadmium, Blei, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel und Zink) und auch der Vorsorgewerte für organische Stoffe (PCB, Benzo(a)pyren und PAKs) bewertet. Die Vorsorgewerte entsprechen dabei den Z0-Werten in der LAGA Boden TR 2004 im Feststoff. So die Böden bei den Parametern allesamt in der Kategorie Z0 verblieben, werden auch die Vorsorgewerte nach der Bundes-Bodenschutz-Verordnung allesamt eingehalten, so dass der Oberboden für einen externen Wiedereinbau auf vorher unbelasteten Flächen genutzt werden kann.

Die MP2, MP 4 und die MP 6 erfassen die Sandböden unterhalb der oben beschriebenen Oberböden im Bereich der künftigen Wohnhäuser und die MP 7 die Sande im Bereich künftiger Kanaltrassen.

Nach der LAGA Boden TR 2004 sind alle 4 Mischproben unauffällig und folglich nach Z0 zu verwerten / entsorgen.

4.3 Bewertung der Baugrundverhältnisse / Gründungsart / Bodenauftrag / Verdichtungswerte

Die geplanten Erdgeschoss-Fertigfußboden-Höhen (EFHs / OKFF EGs) sind dem planseitig zur Verfügung gestellten Lageplan sowie orientierend auch den auf den Anlagen 2.1 bis 2.5 dargestellten Profilschnitten zu entnehmen. Für die Reihenhauszeilen auf den Anlagen 2.1 bis 2.3 sind jeweils die mittleren Planhöhen eingetragen während auf den Anlagen 2.4 und 2.5 die genauen Planhöhen der Einfamilienhäuser zu entnehmen sind.

Ausgehend von einer konventionellen Gründung der nicht unterkellerten Hochbauten über eine biegesteife Sohlplatte in Verbindung mit außen liegenden, frostsichernden, massiven Schürzen, alternativ auf einem gleichsam frostsichernden Polster oder über lastabtragende Streifenfundamente, wird die für die Ausführungen des Berichtes maßgebliche Aufstandsfläche für die in mind. frostsicherer Einbindetiefe von $d \geq 0,8$ m abzusetzenden Frostschrüzen / Fundamente bei rd. 1 m unterhalb der jeweiligen EFH abgeschätzt. Auch diese Niveaus sind in den Schnitten vermerkt ebenso wie die Sohlenunterkante der Gründungsplatten, die etwa 0,35 / 0,4 m unterhalb der jeweiligen OKFF EG / EFH zum Liegen kommen.

Konstruktions- bzw. Fundamentpläne mit den entsprechenden Lasten liegen dem Unterzeichner nicht vor. Die max. Linienlasten werden im Bereich tragender Wände einer bis zu 2½ - geschossigen Bauweise in Größenordnungen zwischen 80 und 100 kN/m abgeschätzt.

Nach Abtrag der umgelagerten, humosen Oberböden, oder tiefer reichender, humoser Verfüllungen, wie im Bereich der RKS 4 oder auch der Aufnahme örtlich unterhalb des Oberbodens anstehender Schluffe / Lehme (siehe RKS 6), liegen die Abtragsplanen meist zwischen den angedachten Sohlenunterkanten und dem frostsicheren Absatzniveau massiver Schürzen / Fundamente oder nur wenig darunter. Im Bereich der Einfamilienhäuser im Osten, vgl. Anl. 2.5, liegen die Abtragniveaus eher höher und entsprechend hier meist den Sohlenunterkanten. Merklich vertiefte Planen sind im Bereich der RKS 4 mit hier bis 1,7 m u. GOK reichenden, humosen Oberböden und bei der DPL 13, wahrscheinlich auch der RKS 28 und dem angrenzenden Umfeld, mit hier örtlich minder und bereits in der Tiefe nachzuverdichtenden Sanden mit Basen um 1,5 m u. GOK zu erwarten. In beiden Fällen wird hier zudem unterhalb des GW-Spiegels in dann wasserführende und folglich fließende Sande eingegriffen. Örtlich können sich jedoch auch in den vorgenannten Planfeldern bei nachfolgend weicheren oder unzureichend gelagerten Sanden, die ebenfalls noch aufzunehmen wären, die Planen noch vertiefen.

Grundsätzlich sind die Höhendifferenz zwischen Abtragsplanum und den späteren Sohlenunterkante durch einen lastabtragenden / lastverteilenden, im Basisbereich drainierenden und zur Sohle hin kapillARBrechenden Sohlenunterbau / Bodenauftrag zu überbrücken. Bei örtlich höheren Einbaustärke hat das Polster dabei mit einem hinreichenden Überstand eingebaut zu werden.

Nach dem Kenntnisstand des Unterzeichners präferiert der Bauträger eine Gründung über Bodenplatten auf einem gleichsam frostsichernden Schotterpolster bei Verzicht auf massive Betonschürzen. Mit Verweis auf das Kapitel 3.2 wird von dieser Gründungsvariante, sprich einem Verzicht auf massive Schürzen von vornherein abgeraten, so einfach die Flurabstände mit möglichen Hochgrundwasserständen bis in die Basis des Oberbodens zu gering ausfallen.

Im Abtragsplanum stehen dann feine und vorwiegend bindige Sande von mitteldichter Lagerung und somit hinreichender Tragfähigkeit an. Nach Kap. 3.1 neigen die feinen Sande bei Zutritten von Wässern aber zu oberflächennahen Aufweichungen / Verschlammungen und reagieren bereits im feuchten Zustand in Verbindung mit dynamischen Lasteinträgen mit Konsistenzminderungen mit z. T. Übergängen zu breiigen Zuständen. Folglich sollten die Böden mittels eines gleichfalls drainierenden, weil gut wasserdurchlässigen und hoch tragfähigen, gröber körnigen Schotter- oder Kiespolster stabilisiert und so vor den Witterungseinflüssen geschützt / konserviert werden. Die zunächst kalkulierte Stärke wird über den bindigen Sanden mit etwa 0,3 m angegeben.

Als Schüttung / Teil des Sohlenunterbaus empfiehlt sich dann ein grobkörniger, raumbeständiger, verdichtungsfähiger, gut wasserdurchlässiger und folglich auch drainierender Naturschotter / Kies der Körnung 0/45 bis 5/45.

Der Schotter / Kies ist in Lagenstärken von $d \leq 0,3$ m aufzubringen und zu verdichten. Bei der Verdichtung ist darauf zu achten, dass mittels geeigneter Verdichtungsgeräte nur der Schotter / Kies und nicht der unterlagernde feuchte Sand durch dynamische Lasteinträge erfasst wird. In diesem Sinne hat der Bodenabtrag im rückschreitenden Verfahren mit glatten Schneiden und umgehender Abdeckung des Planums mit dem Schüttungsmaterial zu erfolgen. Wird das Abtragsplanum bei feuchten Witterungsbedingungen ungeschützt befahren, sind Aufweichungen / Verschlammungen mit abnehmenden Tragfähigkeiten des Bodens möglich.

Das gut wasserdurchlässige Schüttungsmaterial weist neben seinen hohen tragfähigkeitsspezifischen Eigenschaften auch gut drainierende Wirkungen auf. Bei widrigen Witterungsverhältnissen ist so über die über die Schüttung gleichfalls eine Entwässerung des Planums in offener Wasserhaltung möglich.

Oberhalb der basalen Kies / Schotterschüttung können zur Überbrückung der weiteren Höhendifferenz neben Schottern, Kiesen oder Kiessanden auch preiswertere, nichtbindige Füllsande der Bodenklasse 3, Bodengruppen SU, SE, SW verwendet werden. Die - wie der untere Schotter / Kies in Lagenstärken von 0,2 / 0,3 m einzubauenden Sande - sind ebenfalls mittels Flächenrüttler auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Dort, wo mit Aufnahme der humosen Verfüllungen (vgl. RKS 4) oder minder gelagerter Sande (vgl. DPL 13, ggf. RKS 28, etc.) tiefer in das Erdreich eingegriffen wird, sind die Abtragsarbeiten im Schutze lokaler Grundwasserabsenkungen auszuführen. Bei Verwendung herkömmlicher, vakuumbeaufschlagter Lanzen, ist dabei bei der Niederbringung / Einspülung der Lanzen darauf zu achten, dass die Filterstrecken oberhalb des nachfolgenden Mergels verbleiben. Feinstkornanteile führen hier zu einem Zusetzen der Filter. Sollten die Lanzen so im Mittel mehr als 3 m u. GOK eingespült werden müssen, wären kiesummantelte Lanzen / Kleinbrunnen zu verwenden, die einerseits ein Zusetzen der Schlitze verhindern und eine Entwässerung über die gesamte Filterstrecke ermöglichen.

Nach erfolgter Entwässerung der bindigen Sande ist im Umfeld der RKS 4, nach Aufnahme der humosen Verfüllungen bis auf die nachfolgend bindigen Sande, wie bereits zuvor beschreiben, zu verfahren. So ist die empfindsame Grubensohle des Austauschbereiches mit dem entwässernden, stabilisierenden Flächenfilter anzudecken und nach Verdichtung des Schotterpolsters im entwässerten Zustand der aufgehende Bodenauftrag mit Schotter, Kies oder auch Sand zu gestalten.

Im Bereich der minder gelagerten, nichtbindigen Sande im Umfeld der DPL 13 / RKS 28, kann nach Aufnahme der minder gelagerten, bis 1,5 m u. GOK reichenden Sande ebenso wie bei Austausch der humosen Böden verfahren werden, denkbar ist auch eine Nachverdichtung der entwässerten, nichtbindigen Sande und hierüber ein lagenweiser Einbau verdichteter Füllsande, wieder unter Wahrung eines hinreichenden Überstandes.

Die Schüttungen, die ausgehend davon, dass die künftige EFH / OKFF EG hinreichend (mind. 0,25 m) über das Gelände herausgehoben wird und die somit tieferen Anschlussflächen mit einem hiervon abfallenden Gefälle modelliert und fachgerecht entwässert / drainiert werden, dürften bei den genannten bodenmechanischen Eigenschaften gleichfalls als kapillarbrechender Sohlenunterbau fungieren. Liegt der Höchstgrundwasserstand dabei mind. 0,3 m unterhalb der angedachten Sohlenunterkante ist auch eine Abdichtung des Bauwerkes nur gegen Erdfeuchtigkeit nach DIN 18 195, T. 4, möglich. Bei Verwendung minderwertiger, weil nicht ausreichend wasserdurchlässiger Füllsande oder RC-Schüttungen, ist bei entsprechend minderer Abdichtung unmittelbar unterhalb der Bauwerkssohle eine kapillarbrechende Schüttung vorzuhalten. Kann die entsprechende Heraushebung über Gelände nicht eingehalten werden oder liegen zu geringe Flurabstände vor, ist die Sohle für den Lastfall „drückende Wässer“ zu konzipieren.

Die Schüttungen sind grundsätzlich im erdfeuchten Zustand mittels adäquater Verdichtungsgeräte auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Dabei ist, wie schon erläutert, bei der Verdichtung darauf zu achten, dass der bindige, wasserempfindliche Untergrund hierdurch keine dynamischen Lasteinträge erfährt. Aufgeweichte Böden sind aufzunehmen, der untere Schotter / Kies entsprechend zu verstärken.

Die geforderte Verdichtung ist durch den Bauunternehmer nachzuweisen oder das Gutachterbüro zu überprüfen. Bei Durchführung von statischen Lastplattendruckversuchen gem. DIN 18 134 dürften auf der Oberkante eines abschließend schotterigen Sohlenunterbaus Verformungsmoduln E_{v2} von etwa 45 bis 60 MN/m² erreicht werden können. Dies setzt auch ein E_{v2} / E_{v1} -Verhältnis von $\leq 2,5$ voraus.

Die Aufstandsfläche der Frostschrüzen / Fundamente liegt bei den angenommenen Höhen entweder in den unteren Teilen des verdichtet eingebrachten Polsters oder noch im gewachsenen bindigen Sand, wo sie ohne weitere Bodenverbesserungsmaßnahmen abgesetzt werden können.

4.4 Belastung des Untergrundes, Setzungsverhalten

Erfolgt die statische Bemessung der Gründungsplatten nach dem Bettungsmodulverfahren und werden hierbei die in Kap. 3.3 erwähnten charakteristischen Kenngrößen der angetroffenen Bodenschichtung sowie die unten aufgeführten Kennwerte des Polsters angesetzt, ergibt sich bei einer wahrscheinlichen, charakteristischen Sohldruckbeanspruchung von $\sigma = 125 - 150 \text{ kN/m}^2$, resultierend aus Linienlasten um 80 – 100 kN/m, die sich an der Unterkante der biegesteifen Gründungsplatte mit Einflussbreiten von etwa $b = 0,8 / 1,2 \text{ m}$ über einer gedachten Länge $l = 10 \text{ m}$ darstellen, der Ansatz eines charakteristischen statischen Bettungsmoduls von $k_{sk} \sim 15 - 20 \text{ MN/m}^3$. Die rechn. Setzung liegt um $s \approx 1 \text{ cm}$.

Mitlastabtragende, massive Frostschrüzen sollten Einbindetiefen von $t \geq 0,8 \text{ m}$ und eine Breite von $b = 0,5 \text{ m}$ aufweisen, um für eine charakteristische Sohldruckbeanspruchung von $\sigma = 160 \text{ kN/m}^2$ ausgelegt werden. Lastabtragende Fundamente haben mind. 1 m in das Erdreich einzubinden, um bei Breiten von $b = 0,5 \text{ m}$ für eine charakteristische Sohldruckbeanspruchung von $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$ ausgelegt werden zu können. Die Einbindetiefen unterstellen jeweilig einen Hochgrundwasserstand der im Niveau oder unterhalb der Fundamentaufstandsflächen verbleibt.

Liegen höhere Linienlasten vor und sollen selbige über Fundamente in den Untergrund eingeleitet werden, bietet es sich an selbige über lastverteilende, den Untergrund stabilisierende und insbesondere die Gefahr eines Grundbruches reduzierende Schotterpolster abzusetzen. Bei Bedarf können entsprechende, geotechnische Berechnungen gerne nachgereicht werden.

Die bei den erdstatischen Berechnungen ermittelten Werte basieren auf den im Kapitel 3.3 angeführten mittleren Bodenkennwerten der angetroffenen Bodenhorizonte und den nachfolgend, für das jeweilige Bodenauftragsmaterial, angesetzten Kennwerten.

Naturschotter oder Kies der Körnung 0/45 bis 5/45

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19 - 19,5	kN/m ³
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m ²
Reibungswinkel φ_k	:	35 - 37,5	°
Steifemodul $E_{s,k}$:	80	MN/m ² (verdichtet auf 100% der einfachen Proctordichte)

Füllsand, nichtbindig

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19	kN/m ³
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m ²
Reibungswinkel φ_k	:	35	°
Steifemodul $E_{s,k}$:	50 / 60	MN/m ² (verdichtet auf 100% der einfachen Proctordichte)

4.5 Kanalrohre, Tragfähigkeit des Untergrundes, Rohraufleger, Wasserhaltung

Im Bereich der Zuwegungen zwischen den Reihenhauszeilen 1 und 2, den Nummern 3 und 4 sowie auch den Häusern 5 und 6 und mittig der viereckig orientierten Mehrfamilienhäuser werden Trennsysteme im offenen Verfahren mit Anbindung der Schmutzwasserkanalisation an der Sammler in der Brevingstraße verlegt. In Ermangelung bislang exakter Höhenplanungen zu den künftigen Grabensohlen werden diese mit Einbindetiefen zwischen 2 und 3 m kalkuliert. Im Anschluss an den Bestandskanal kann es auch örtlich zu noch tieferen Anschlussniveaus kommen. Die entsprechenden Baugrundverhältnisse werden auf der Anlage 2.6 wiedergegeben.

Wie erwartet, verlaufen die Kanalgrabensohlen meist in bindigen Sanden von mitteldichter Lagerung, wenn auch örtlich mal nichtbindige Sandlagen angeschnitten werden. Mitteldicht gelagerte bindige Sande gelten als hinreichend tragfähig, nichtbindige Sande als günstig tragfähig und insbesondere als geringer wasserempfindlich.

Bei einem lokalen Verlauf der Grabensohlen in nichtbindigen Sanden von mitteldichter Lagerung bedürfen diese Sande an sich keiner Bodenertüchtigung und können - auch in Anlehnung an die DIN EN 1610 - darüber direkt abgesetzt werden, auch wenn hier gewöhnlich eine minder starke Trag- und Ausgleichsschicht aus grobkörnigen Schüttungsmaterialien in Form von z. B. Schottern, Kiesen oder Kiessanden zum Tragen kommt. Grundsätzlich sind aber durch z. B. Auskoffierungsarbeiten aufgelockerte oder im vorliegenden Zustand schon unzureichend gelagerte, humusfreie Sande einer intensiven Nachverdichtung zu unterziehen.

Bevorzugt liegen die Sohlen allerdings in bindigen Sanden. Diese sind zwar als hinreichend tragfähig, gegenüber den nichtbindigen Sanden jedoch als etwas eingeschränkter tragfähig einzustufen und reagieren auf Zutritten von Wässern mit Aufweichungen / Verschlammungen und im bereits feuchten Zustand sehr emp-

findsam auf dynamische Lasteinträge. So sollten die Kanalrohre über bindigen Sanden oberhalb einer gering bis mittel dimensionierten Tragschicht aus nichtbindigem, verdichtungswilligem, hoch tragfähigem und damit grobkörnigem und insbesondere gut wasserdurchlässigem Lockergesteinsmaterial (z. B. Hartkalksteinschotter 0/45 oder Kiessand 0/32) in einer Stärke zwischen etwa 0,15 / 0,2 m gebettet werden. Über steifen Lehmen bedürfen Rohre mittleren Durchmessers (bis etwa DN 500) einer Polsterauflage in Stärken von etwa 0,25 / 0,3. Bei Rohren größeren Durchmessers ist es ratsam, die Polster um etwa 0,1 m zu verstärken.

Wegen der Empfindsamkeit bindiger Sande im bereits feuchten Zustand wird grundsätzlich empfohlen, die Gräben mit Glattschneiden auszuschachten und die Basen umgehend nach Freilegung mit dem groben Schüttungsmaterial anzudecken. Die Schotter- / Kieslagen sind dabei im entwässerten Zustand so zu verdichten, dass ein dynamischer Lasteintrag in ggf. stärker feuchte Bodeneinheiten ausgeschlossen werden kann. Schon im natürlichen Zustand unzureichend gelagerte oder durch Zutritte von Regen- / Oberflächenwässern gem. VOB aufgeweichte / verschlammte Böden sind vollends aufzunehmen und durch das gut tragfähige und den weiteren Baugrund stabilisierende Schüttgut auszutauschen.

Werden im Zuge der offenen Rohrvorlegearbeiten ggf. lokal von den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen, ist der Baugrundsachverständige auf jeden Fall mit einer Begutachtung der Grabensohlen und einer Präzisierung der Gründungsarbeiten zu beauftragen.

Die Auflagerniveaus der Kanalrohre verlaufen ab Einbindungen von 1 / 1,5 m unter Gelände durchweg unterhalb des Grundwasserspiegels.

Vor dem Hintergrund der bei Anschnitt im Wasser ausfließenden Sande und damit auch zur fachgerechten Trockenlegung der Aushubebenen, sind die Gräben im Schutze einer geschlossenen Grundwasserabsenkung trocken zu legen und nachfolgend die empfindsamen Grabensohlen mittels Flächenfiltern zu stabilisieren und zudem im offenen Verfahren zu entwässern (kombiniertes Verfahren).

Hierbei ist der Untergrund zunächst im Vakuumverfahren „vorzuentwässern“. Diese Entwässerung kann dabei mittels Lanzen / Kleinbrunnen oder auch mittels Drains / Tiefendrains erfolgen. Bei Verwendung von Lanzen / Kleinbrunnen ist die Vakuumentwässerung dabei – abweichend zu konventionellen Kleinfileranlagen – mit modifizierten Kleinfilerbohrbrunnen mit Kies- oder Grobsandummantelung vorzunehmen. Auf diese Weise wird eine Entwässerung des Untergrundes über die gesamte Filterstrecke gewährleistet und ein Zusetzen der Filter mit Feinstkorn aus dem unteren Schluff / Lehm unterbunden, in welche die Lanzen / Kleinbrunnen bei Einspülungen von mind. 2 m unter die künftige Aushubebene einbinden können. Eine ausreichende Vorlaufzeit der Entwässerungsanlage vor Beginn der Aushubarbeiten ist zu gewährleisten.

Alternativ zu der beschriebenen Grundwasserabsenkung mittels kiesummantelter Lanzen / Kleinbrunnen ist für die „Strecken“ auch eine Entwässerung mittels vakuumbaufschlagter Tiefendrains mit aufgehenden Kiesfiltern eine praktikable Lösung.

Nach Trockenlegung der Grabensohlen im bindigen Sand ist der im Aushubniveau freigelegte bindige Boden mit seiner gleichzeitig hohen Empfindlichkeit gegen Wasserzutritte sowie seiner Strukturempfindlichkeit gegen dynamische Lasten umgehend mit dem schon in Unterkapitel 4.3 dargelegten grobkörnigen Schüttungsmaterial anzudecken, welches dann neben Stabilisierungs- und Tragschichtzwecken, auch die Funktion eines bauzeitlicher Flächenfilter übernimmt. In den unverbauten Grabensohlen ist der basale Schotterflächenfilter zur Stabilisierung des Böschungsfußes soweit wie möglich an den Böschungen hochzuziehen.

Das im grobkörnigen Schotter- oder Kiesflächenfilter gesammelte / gefasste Restgrundwasser ist dann zusammen mit dem im grobkörnigen Schüttgut eingestautem Schichtenwasser und Oberflächenwasser gem. VOB über angrenzende Pumpensümpfe, ggf. in Verbindung mit zusätzlich im Schotter verlegter Drainstränge in offener Wasserhaltung aus den Gräben abzuführen.

Grundsätzlich sind die bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen dabei bis zur fachgerechten Verfüllung der Kanalgräben aufrecht zu halten.

4.6 Kanalgrabensicherung

In Anlehnung an die DIN 4124 können begangene Kanal- und Leitungsgräben mit einer Aushubtiefe von mehr als 1,25 m und außerhalb des Einflussbereiches von Verkehrs- oder auch Stapellasten in den erdfeuchten Verfüllungen und Sanden bis max. 45° geböscht werden. Bei Eingriffen unterhalb des Grundwasserspiegels bedürfen bei Anschnitt im Wasser fließende Sande einer Stabilisierung durch Wasserentzug mittels einer geschlossenen Grundwasserabsenkung.

Zur Vermeidung von Aufweichungen / Ausschwemmungen macht es Sinn längerfristige Grabenböschungen mittels Folien vor Regenwasserzutritten zu schützen.

Kann aufgrund eingeschränkter Platzverhältnisse oder angrenzender Stapel- oder Verkehrslasten die Abböschung nicht realisiert werden sind die Gräben in diesen Abschnitten im Schutze eines Verbaus zu errichten.

Als Verbauart kommen für die flachen Abschnitte von etwa 2 – 3 m u. GOK ein ausgesteifter, senkrechter Kanaldielenverbau oder ein endgesteifter Großtafelverbau in Frage. Dabei sind nasse Sande und örtlich wassergesättigte Schluffe als hoch sensibel beim Runterbringen von Verbaulementen einzustufen. Jegliche Verbauten sind jeweils statisch auf die angrenzenden Verkehrslasten zu prüfen.

Unter Beachtung der oberhalb der Kanaltrassen geplanten Verkehrswege wird zur Vermeidung von späteren Setzungsdifferenzen im Fahrbahnbereich grundsätzlich empfohlen, die Kanalgräben generell mit nichtbindigen, raumbeständigen, verdichtungsfähigen und ausreichend wasserdurchlässigen Lockergesteinsmaterialien (z. B. nichtbindige Sande gem. DIN 1054 mit max. 10% bindigen Anteilen, Bodengruppen gem. DIN 18 196 SU / SE / SW, Bodenklasse 3 gem. DIN 18 300) zu verfüllen. Hierzu können auch lokal anfallenden, nichtbindigen Sande verwendet werden.

Bei der Verdichtung der Füllmaterialien sind gem. der ZTVE-StB 09 Proctordichten zwischen 97 und 98% (1 m unter Planum bis zur Grabensohle) und 100% der einfachen Proctordichte (Planum bis 1 m darunter) einzuhalten.

4.7 Verkehrsflächen

Für die Erstellung von befestigten, öffentlichen Verkehrsflächen sind die Vorgaben der RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen), der ZTVE-StB 09 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) sowie der ZTV SoB-StB 04 (Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau) maßgebend.

Für die geplanten Zuwegungen wird eine Konzipierung als Wohnstraßen unterstellt, die nach der alten RStO 01 in die Bauklassen V / IV eingestuft werden können, was in etwa den Belastungsklassen Bk0,3 bis Bk1,0 nach der neuen RStO 12 entspricht. Standardisierte Aufbauten sehen dabei z. B. folgenden Aufbau vor:

Bk1,0 (58 cm)	3 cm Asphaltdeckschicht AC 8 DN
	10 cm Asphalttragschicht AC 22 TN
	45 cm Schottertragschicht der Körnung 0/45
Bk0,3 (50 cm)	3 cm Asphaltdeckschicht AC 8 DN
	8 cm Asphalttragschicht AC 22 TN
	39 cm Schottertragschicht der Körnung 0/45
Bk0,3 (50 cm)	8 cm Verbundsteinpflaster, grau (20 /16,5 / 8)
	4 cm Brechsand / Splitt 0/5
	38 cm Schottertragschicht der Körnung 0/45

Die Fahrbahnhöhen dürften sich dabei in etwa an der vorhandenen Geländemorphologie orientieren oder nur wenig darüber liegen.

Unter rein frostsicherheitstechnischen Aspekten schreibt die RStO für Nebenanlagen in Form von Rad- und Gehwegen für Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 / F 3 eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 0,3 m vor (vgl. Tafel 6, Ausführungen in Kap. 5.2 der RStO 12).

Der nachfolgend standardisierte Aufbau berücksichtigt diese Vorgaben und stellt sich im Ausbauquerschnitt mit einem Gesamtaufbau von 32 cm wie folgt dar:

- 8 cm Betonplatten 20/10 /8
- 4 cm Brechsand / Splitt 0/5
- 20 cm Frostschutzschicht / Schottertragschicht der Körnung 0/45

Die Gesamtkonstruktionen gehen dabei jeweils von einem frostempfindlichen Baugrund der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 und einem auf dem Planum zu erreichenden Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ aus. Gleichzeitig wird – gem. den relevanten Zeilen der Tafel 1 der RStO 01 - auf der Oberkante des ungebundenen Oberbaus im Bereich der Stichstraße ein Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 120 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Über den ungebundenen Aufbauten der Nebenanlagen wird gem. RStO 12 ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ gefordert.

Wir verweisen an dieser Stelle wieder auf die Anlage 2.6, wo orientierend die Baugrundverhältnisse im Anschluss an die Brevingstraße und im weiteren Verlauf der Zuwegungen dargestellt sind. Nach Aufnahme der Oberböden und örtlichen Befestigungen im Anschluss an die Straße, wobei wir z. B. im Bereich der RKS 37 bereits im Zuge der Kanalbaumaßnahme eine entsprechende Entwässerung und einen hier flächigen Austausch der hier bis 1,4 m u. GOK reichenden, weichen und humosen Verfüllungen unterstellen, liegen im Abtragsplanum durchweg bindige Sande vor. Sofern es sich hier um gewachsene Sande handelt, dürften selbige eine mind. mitteldichte Lagerung aufweisen. Schluffige Sandverfüllungen, wie im Bereich der RKS 38 und der RKS 39, sind hier durch örtliche Einsicht in das Planum zu prüfen und dann zu entscheiden, ob selbige Böden zu hohe Humusgehalte aufweisen und dann ohnehin aufgenommen werden müssen oder mindere Lagerungen zeigen und dann ggf. zusätzlicher Ertüchtigungen bedürfen.

Über nur gerade mitteldicht gelagerten bindigen Auffüllsanden wird der geforderte Verformungsmodul E_{v2} mit Steifemoduln $E_{s,k} = 10 - 15 \text{ MN/m}^2$ bei weitem und über den bindigen Sanden von mitteldichter Lagerung mit Steifemoduln $E_{s,k} = 20 \text{ MN/m}^2$ auch nicht erreicht. So sind hier Baugrundertüchtigungen von Nöten.

Die gerade mitteldicht gelagerten, teils weicheren, allerdings humusarmen Füllsande können durch Verstärkung des ungebundenen, schotterigen Fahrbahnoberbaus um etwa 0,3 / 0,35 m und die bindigen Sande von mitteldichter Lagerung durch Verdickung des Oberbaus um etwa 0,2 / 0,25 m ertüchtigt werden. Als Alternative bietet sich jeweils auch die Einfräsung eines angepassten Bindemittels mit vermehrt kalkhaltigen Anteilen bei mehr schluffigen Böden (z. B. Dorosol C 50) und mit mehr Zement beim Sand an. Liegen partiell tiefer reichend weichere Böden vor, kann sich die Ertüchtigung durch den Einbau einer Tragschicht losweise noch verstärken.

Bei einer Ertüchtigung des Baugrundes durch Verstärkung der Tragschicht, sprich Aufnahme der Böden und Ersatz selbiger gegen gut wasserdurchlässige Schotter-schüttungen gilt, dass der Schotter / die Tragschicht in Lagenstärken von $d \leq 0,3$ m aufzubringen und mittels Flächenrüttlern auf mind. 100% der einfachen Proctordichte zu verdichten ist. Bei der Verdichtung im stärker feuchten und dann empfindsamen Sand ist dabei tunlichst darauf zu achten, dass mittels geeigneter Verdichtungsgeräte nur der Schotter und nicht der unterlagernde feuchte Schluff Lehm / Sand durch dynamische Lasteinträge erfasst wird. In diesem Sinne hat der Bodenabtrag hier im rückschreitenden Verfahren mit glatten Schneiden und umgehender Andeckung des Planums mit dem Schüttungsmaterial zu erfolgen. Wird das Abtragsplanum bei feuchten Witterungsbedingungen ungeschützt befahren, sind Aufweichungen / Verschlämmungen mit abnehmenden Tragfähigkeiten des Bodens wahrscheinlich. Aufgeweichte Böden sind aufzunehmen, der Schotter entsprechend zu verstärken.

Das gut wasserdurchlässige Schüttungsmaterial weist neben seinen hohen tragfähigkeitsspezifischen Eigenschaften auch gut drainierende Wirkungen auf. Bei widrigen Witterungsverhältnissen ist so über die Schüttung gleichfalls eine Entwässerung des Planums in offener Wasserhaltung möglich. Unterstützend sollten in dem Flächenfilter gleichsam in filterstabilem Material verlegte Drainagen mit geführt werden. Hierüber ist auch nachbauzeitlich eine Entwässerung und damit Wahrung einer entsprechenden Frostsicherheit des ungebundenen Oberbaus selbst bei hohen Grundwasserständen möglich. Ansonsten ist mittels Randgräben / Randdrainagen für eine dauerhafte Trockenlegung der ungebundenen Fahrbahn-oberbauten zu sorgen. In diesem Fall wären dann geneigte, im Dachprofil angelegte Planen von Nöten.

Wegen der teils sehr geringen Flurabstände ist es ratsam, die Ausbauten der Zuwegungen an die Kanalbaumaßnahmen anzukoppeln, so hierüber die Strecken im Zuge der angeratenen, geschlossenen Wasserhaltung entwässert und gleichsam stabilisiert werden. So sollte die Grundwasserabsenkung für die Bauzeit der Wege weitestgehend aufrecht erhalten werden. Von Vorteil wären in diesem Zuge die benannten Tiefendrainen. Dort, wo in den Zuwegungen keine Kanäle verlegt werden, ist zu prüfen, ob nicht infolge hier teils tiefer reichender Bodenaustauschmaßnahmen, insbesondere im Anschluss an die Brevingstraße, so deuteten es zumindest einige Bodenaufschlüsse an (vgl. RKS 37 und RKS 39), gleichsam losweise geschlossene Wasserhaltungen zum Tragen kommen müssen, um eine fachgerechte Ertüchtigung der Planen zu realisieren.

Kommt eine Verfestigung / Ertüchtigung des Baugrundes durch Einfräsung von Bindemitteln zum Tragen ist im Besonderen auf entsprechende Dachprofile und Entwässerung der ertüchtigten Planen zu achten, so eingestaute Wässer das Bindemittel verbrauchen und auch mit Kalk dehydrierte Böden wieder aufweichen lassen.

Die aufgeführten bzw. in den geltenden Regelwerken genannten Verdichtungswerte bzw. Verformungsmoduln sind jeweils durch die ausführenden Baufirmen nachzuweisen bzw. durch den Baugrundsachverständigen zu prüfen. Dies erfolgt dann in der Regel mittels statischer Lastplattendruckversuche gem. DIN 18 134, wahlweise ausgeführt auf dem Ursprungsplanum, dem verbesserten / ertüchtigten Planum – hier ist ein Zielwert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen - oder auch auf dem vollständig hergestellten, ungebundenen Fahrbahnoberbau.

4.8 Versickerung von Regenwasser

Wie bereits erläutert, ist in dem nördlichen Randstreifen, nach Aussage des Bauträgers kann von den angrenzenden Ackerflächen hier ein etwa 3 m breiter Streifen mit genutzt werden, eine Versickerung oder wenigstens eine teilweise Rückhaltung des auf den versiegelten Flächen anfallenden Regenwassers anzustreben.

Nach den Schichtenprofilen der Versickerungsbohrungen RKS V 1 bis RKS V 4, dargestellt auf der Anlage 2.7, wurden in dem überplanten Abschnitt, unterhalb eines etwa 0,4 / 0,45 m mächtigen Oberbodens, vorwiegend bindige Sande angetroffen, wie sie auch in den übrigen Teilen des Planfeldes erkundet wurden. Dabei geben die erkundeten Sande einen guten Überblick über das zu erwartende Korngrößenspektrum. So finden sich in der RKS V 1 schluffige, leicht verlehmt Sande, in der RKS V 2 wechselnd bindige Sande und in den RKS V 3 und RKS V 4 die überwiegend vorherrschenden, schluffigen Sande. Mittels der ausgeführten Sickerversuche konnte für die bindigen aber leicht verlehmt Sande in der RKS V 1 ein k_f -Wert von knapp $2,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$, für die wechselnd bindigen Sande in der RKS V 2 ein Beiwert von $8 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ und die nur schluffigen Sande in den RKS V 3 und RKS V 4 ein k_f -Wert von $6 - 7 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ermittelt werden.

Werden die erkundeten Sande über flächige Versickerungssysteme, wie z. B. oberflächennahe Mulden oder auch Mulden-Rigolen-Systeme angebunden, ist es zulässig einen Mittelwert über die Sandfolge von $5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ zu erstellen. In diesem Sinne wären die Sande noch als eingeschränkt wasserwegsam einzustufen und für eine dezentrale Versickerung von Regenwässern in Anlehnung an das DWA Regelwerk A 138 geeignet.

Bei derzeitigen Flurabständen um 0,9 / 1,2 m liegen grenzwertige Abstände zur Basis der Versickerungsanlagen vor. Allerdings wurden die k_f -Werte bei exakt selbigen Rahmenbedingungen und mit nur einem Abstand von etwa 0,1 m zum Grundwasserspiegel ermittelt. Zumindest bei diesen Grundwasserständen scheint daher eine dezentrale Versickerung der Regenwässer noch möglich. Bei höheren Grundwasserständen kommt es dann zu zeitweisen Überstauungen, die dann mittels Überläufen an das Kanalsystem kompensiert werden sollten.

5. Schlusswort

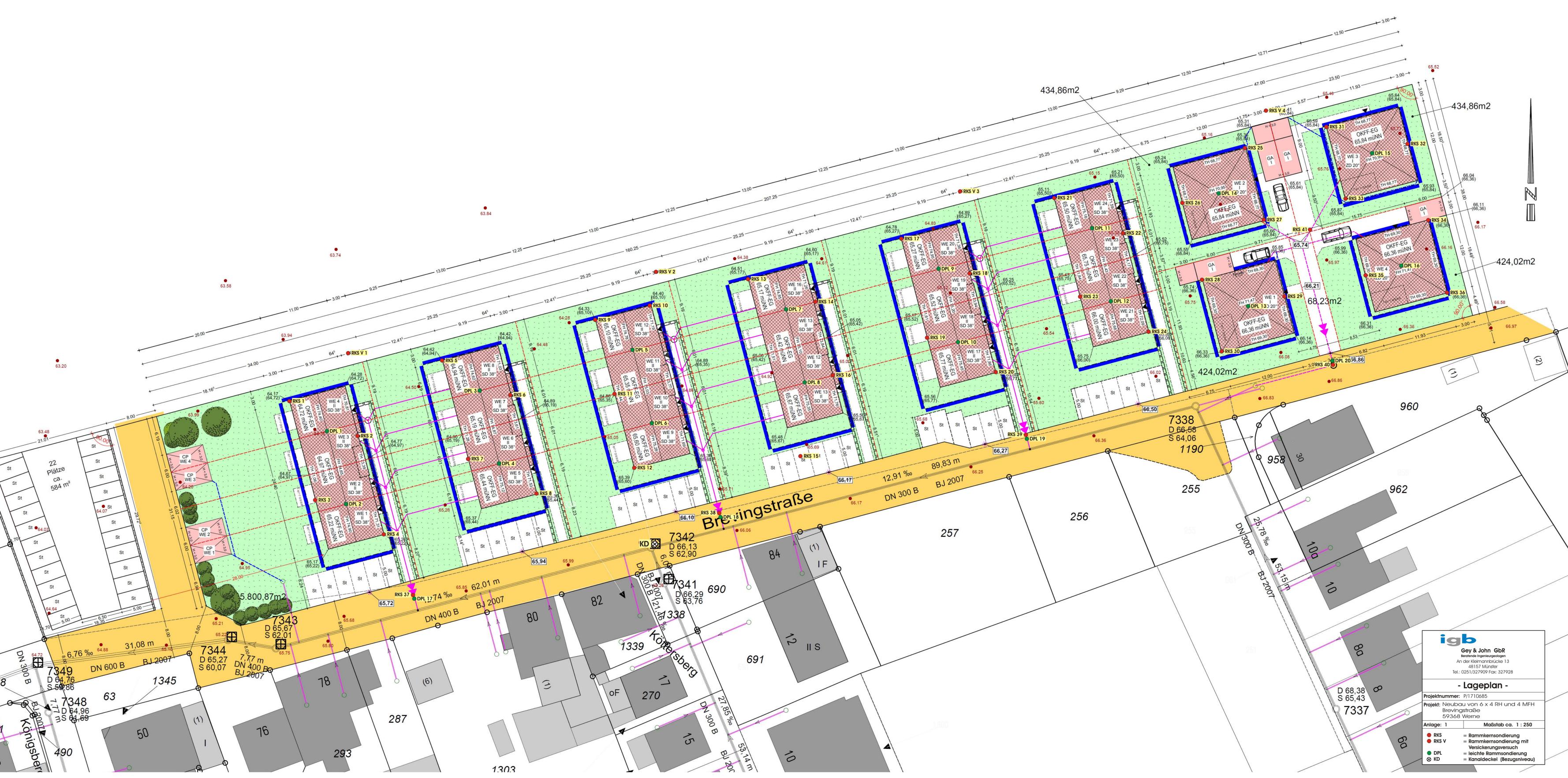
Zu Beginn der Erd- und Gründungsarbeiten kann der Baugrundsachverständige bei Bedarf mit einer ergänzenden Baustellenbegehung beauftragt werden.

Im Zuge dieses Ortstermins werden die im Gutachten beschriebenen gründungstechnischen Abläufe gemeinsam mit dem ausführenden Bauunternehmen und den zuständigen Fachingenieuren – der Ausführungsplanung und den örtlichen Gegebenheiten entsprechend – weiter präzisiert.

Werden im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ggf. lokal von den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen, ist der Baugrundsachverständige auf jeden Fall mit einer Begutachtung der Abtragpläne und einer Präzisierung der Gründungsarbeiten zu beauftragen.

Sollten sich bei der weiteren Planung noch Fragen ergeben, die in dem vorliegenden Gutachten nicht oder nur abweichend behandelt wurden, wird um eine Rücksprache mit dem Unterzeichner gebeten.

Dipl.-Geol. A. Gey



igb
 Gey & John GbR
 Beratende Ingenieure
 An der Kleinanbucke 13
 48157 Münster
 Tel.: 0251/327999 Fax: 327928

- Lageplan -

Projektnummer: P/1710685
 Projekt: Neubau von 6 x 4 RH und 4 MFH
 Brevingstraße
 59368 Weime

Anlage: 1 Maßstab ca. 1 : 250

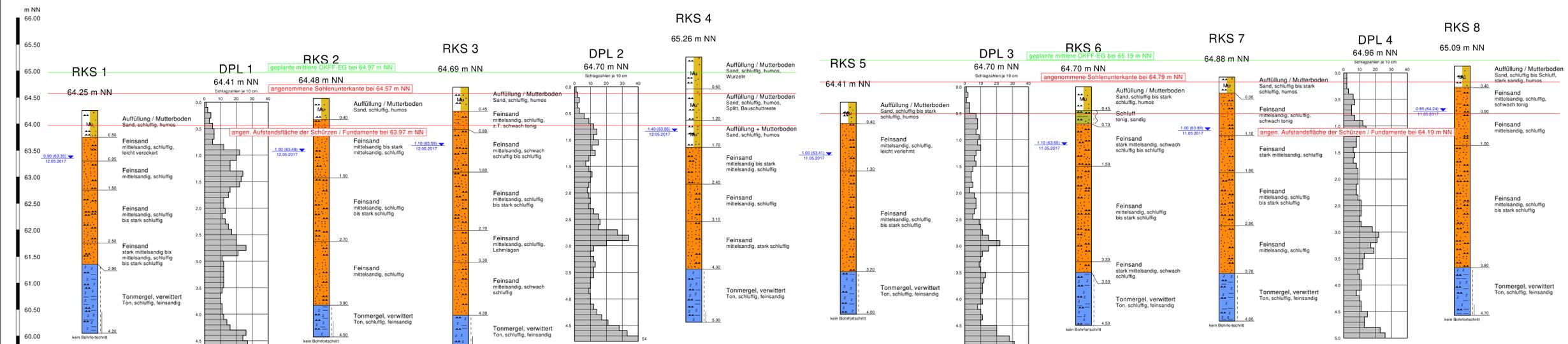
- RKS = Rammkernsondierung
- RKS V = Rammkernsondierung mit Versickerungsversuch
- DPL = leichte Rammsondierung
- ⊗ KD = Kanaldeckel (Bezugsniveau)

Legende				

Igb Gay & John GbR
 An der Kleinmühlbrücke 13
 48157 Münster
 Tel.: 0251/327909 Fax: 327928

Neubau von 6 x 4 RH und 4 MFH
 Brevingstraße in 59368 Werne
 Reihenhäuser 1 und 2

Projekt Nr.: p1710685
 Anlage Nr.: 2.1



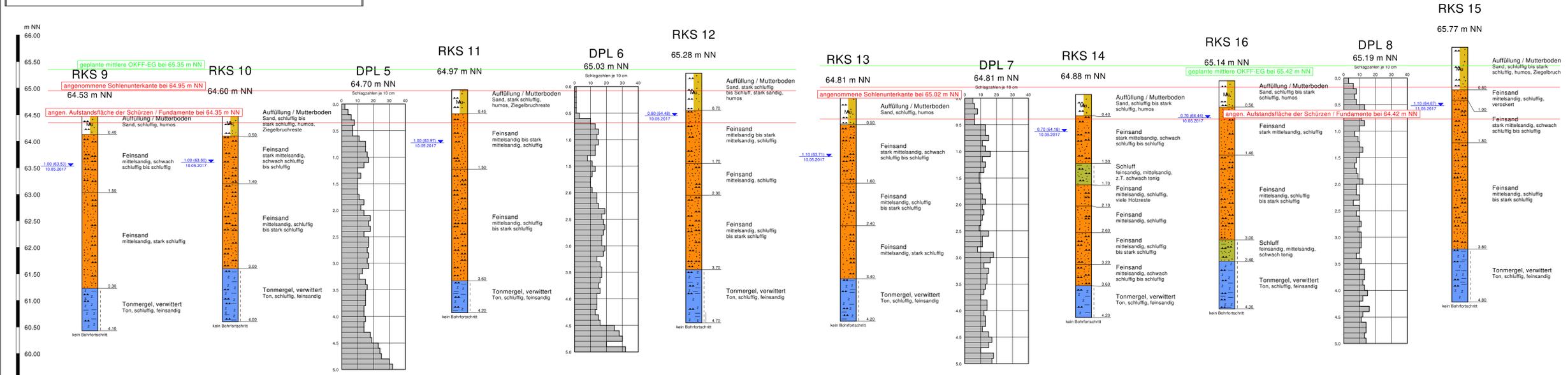
Darstellung von Schichtenprofilen und Rammdiagrammen

Legende			
steif - halbfest	■ Schluff	■ Mittelsand	■ Auffüllung
steif	■ Feinsand	■ Mutterboden	■ Ton- bis Kalkmergel

Igb Gay & John GbR
 An der Klemmbrücke 13
 48127 Münster
 Tel.: 0251/327909 Fax: 327928

Neubau von 6 x 4 RH und 4 MFH
 Brevingstraße in 59368 Werne
 Reihenhäuser 3 und 4

Projekt Nr.: p1710685
 Anlage Nr.: 2.2



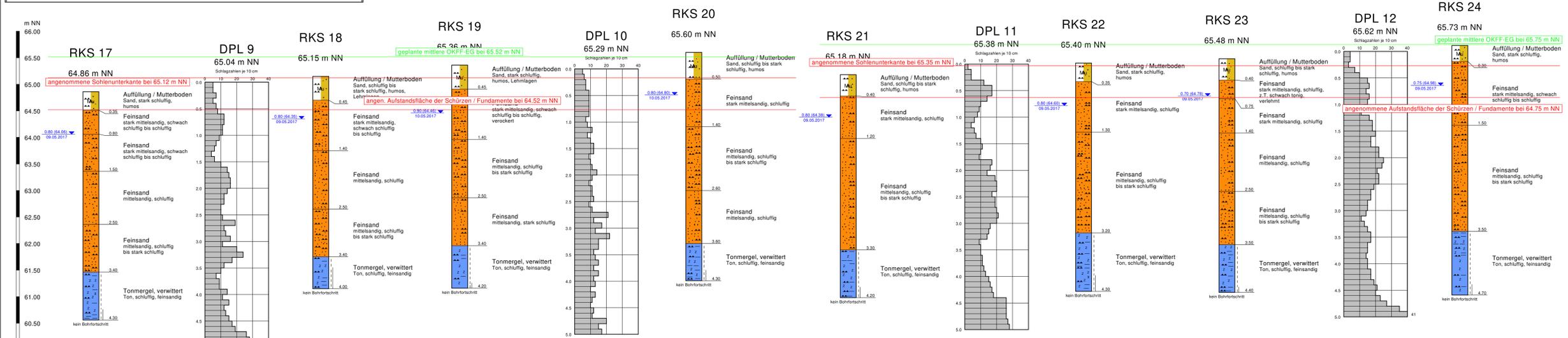
Darstellung von Schichtenprofilen und Rammdiagrammen

steif - halbfest	Feinsand	Mutterboden	Ton- bis Kaikmergel
steif	Mittelsand	Auffüllung	

Igb Gay & John GbR
 An der Klemmbrücke 13
 48127 Münster
 Tel.: 0251/327909 Fax: 327928

Neubau von 6 x 4 RH und 4 MFH
 Brevingstraße in 59368 Werne
 Reihenhäuser 5 und 6

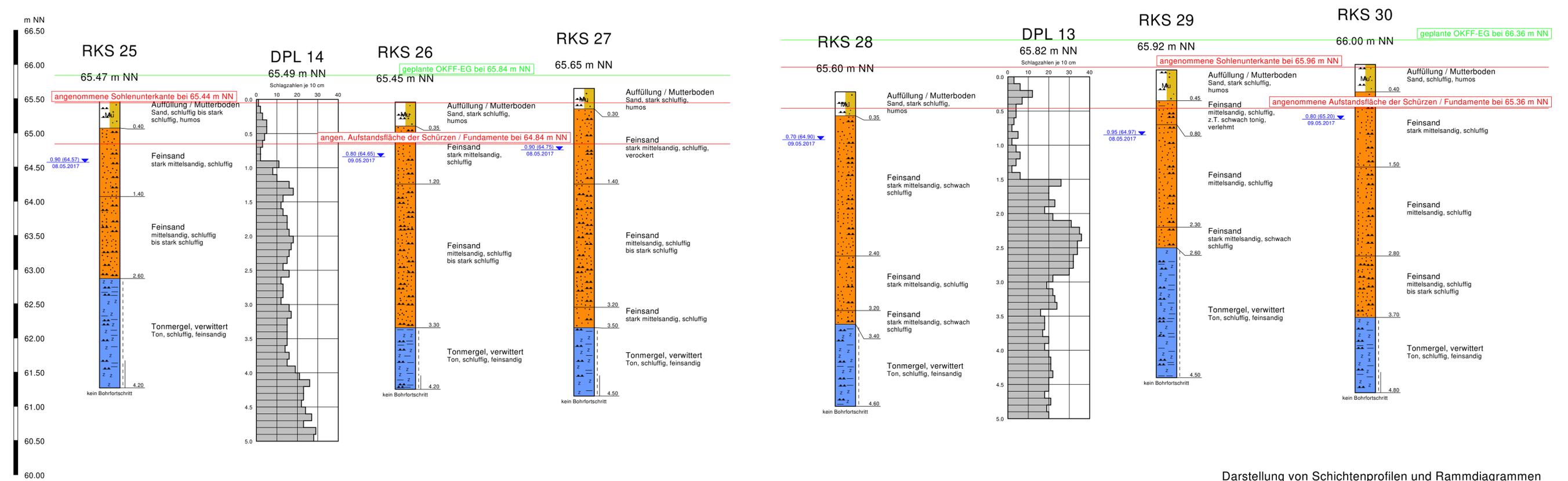
Projekt Nr.: p1710685
 Anlage Nr.: 2.3



Darstellung von Schichtenprofilen und Rammdiagrammen

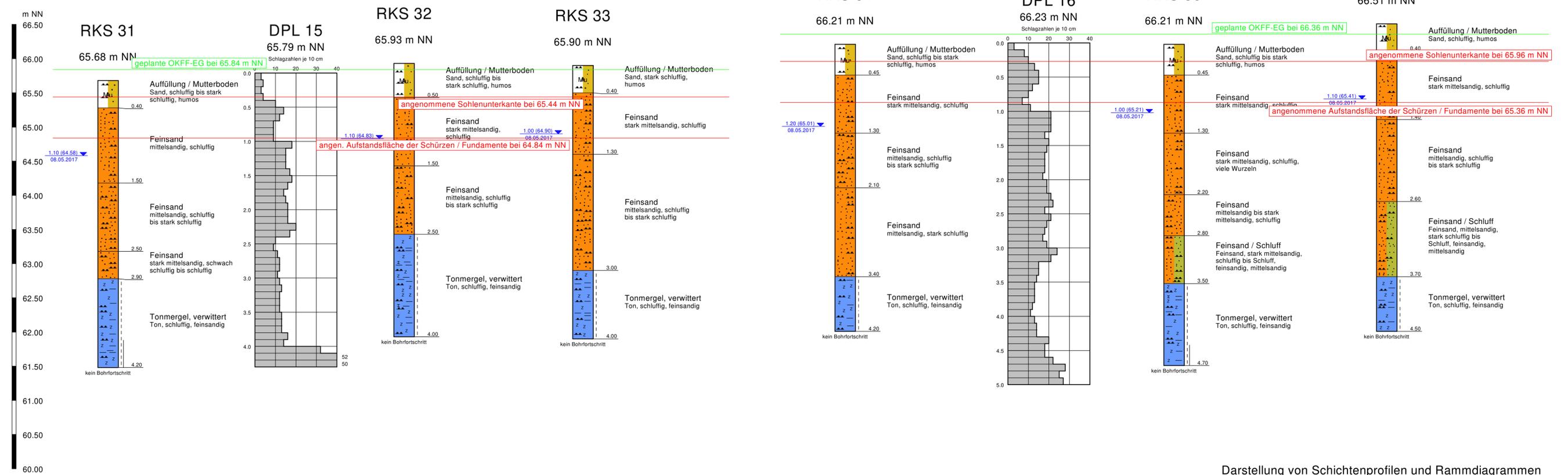
Legende			
	steif - halbfest		Feinsand
	steif		Mutterboden
			Auffüllung
			Ton- bis Kalkmergel

igb Gey & John GbR An der Kleimannbrücke 13 48157 Münster Tel.: 0251/327909 Fax: 327928	Neubau von 6 x 4 RH und 4 MFH Brevingstraße in 59368 Werne Mehrfamilienhäuser im Westen	Projekt Nr. p/1710685 Anlage Nr. 2.4



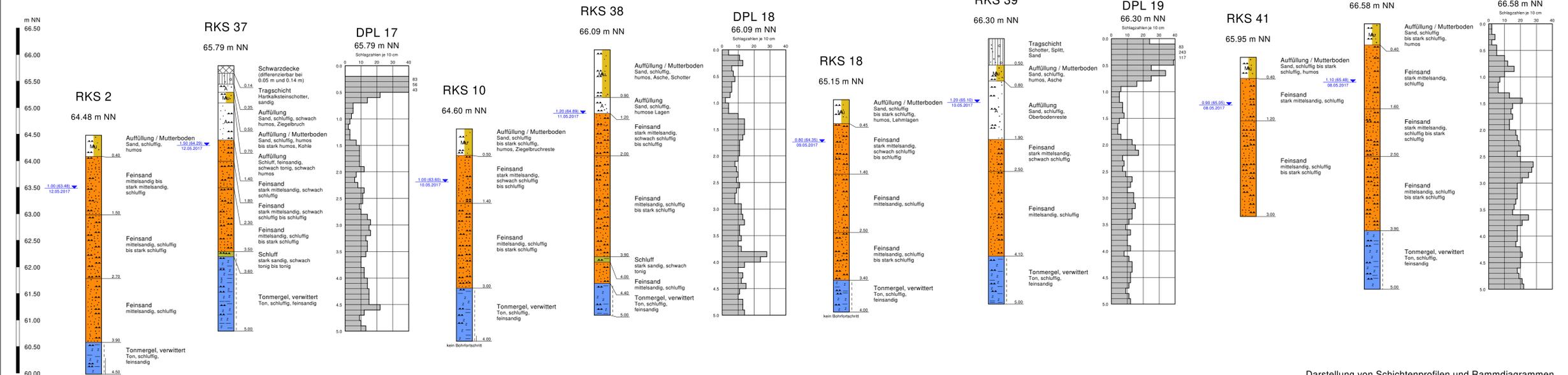
Legende			
	steif - halbfest		Schluff
	steif		Feinsand
	Mittelsand		Mutterboden
	Auffüllung		Ton- bis Kalkmergel

igb Gey & John GbR An der Kleimannbrücke 13 48157 Münster Tel.: 0251/327909 Fax: 327928	Neubau von 6 x 4 RH und 4 MFH Brevingstraße in 59368 Werne Mehrfamilienhäuser im Osten	Projekt Nr. p/1710685 Anlage Nr. 2.5
--	--	---



Darstellung von Schichtenprofilen und Rammdiagrammen

Legende									
steif - halbfest			Schluff		Feinsand		Mutterboden		Ton- bis Kalkmergel
steif			Sand		Mittelsand		Auffüllung		Tragschicht
							Schwarzdecke		



igb Gay & John GbR
 An der Klemmbrücke 13
 48157 Münster
 Tel.: 0251/327909 Fax: 327928

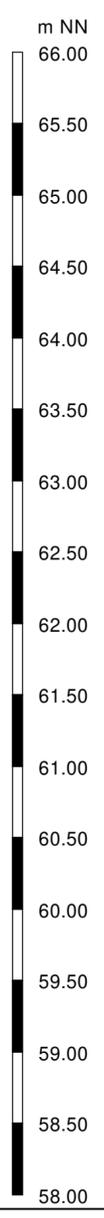
Neubau von 6 x 4 RH und 4 MFH
 Brevingstraße in 59368 Werne
 Kanal- und Straßenbau

Projekt Nr.: p1710685
 Anlage Nr.: 2.6

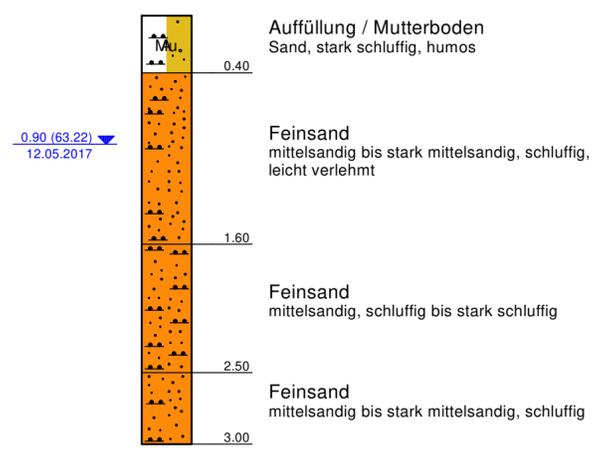
Darstellung von Schichtenprofilen und Rammdiagrammen

Legende			
	Feinsand		Mutterboden
	Mittelsand		Auffüllung

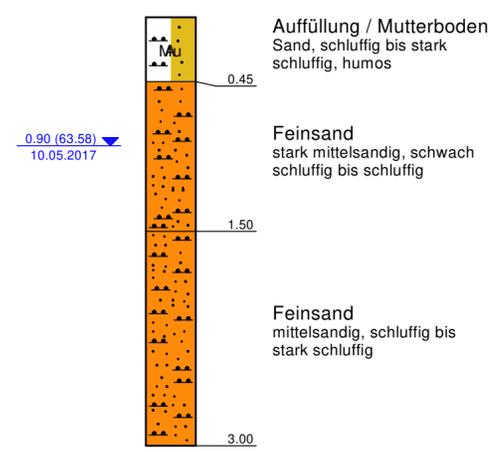
igb Gey & John GbR An der Kleimannbrücke 13 48157 Münster Tel.: 0251/327909 Fax: 327928	Neubau von 6 x 4 RH und 4 MFH Brevingstraße in 59368 Werne Versickerungsversuche	Projekt Nr. p/1710685 Anlage Nr. 2.7
--	--	---



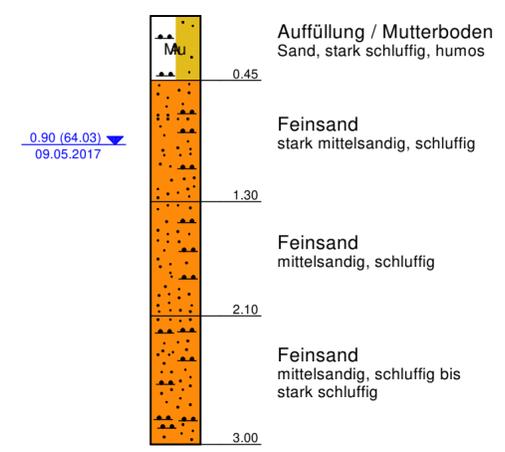
RKS V 1
64.12 m NN



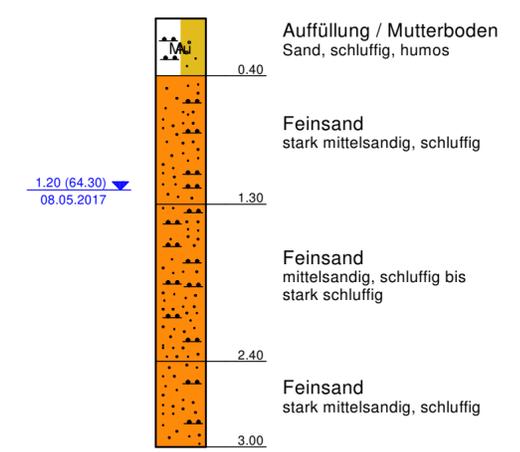
RKS V 2
64.48 m NN



RKS V 3
64.93 m NN



RKS V 4
65.50 m NN



Versickerungsversuche im Gelände zur Ermittlung des k_f -Wertes

Anlage: 3

Projekt: **Neubau von 6 x 4 Reihenhäusern und 4 Mehrfamilienhäusern in 59368 Werne, Brevingstraße**

Projektnummer: p/1710685

Datum: 08. - 12.05.2017

Name der Bohrung	Nr. des Versuches	Brunnenradius r [mm]	Wasserstandshöhe h [m]	Zeit t [min]	Wassermenge [l]	Wasserzugabe Q [m³/s]	k_f -Wert [m/s]
RKS V 1 0,4 - 0,8 m u. GOK leicht verlehmt	1	25	0,40	11,25	0,100	1,48E-07	2,69E-06
	2	25	0,40	12,25	0,100	1,36E-07	2,47E-06
RKS V 2 0,45 - 0,75 m u. GOK wechselnd bindig	1	25	0,30	4,07	0,100	4,10E-07	9,93E-06
	2	25	0,30	4,63	0,100	3,60E-07	8,73E-06
	3	25	0,30	4,75	0,100	3,51E-07	8,51E-06
RKS V 3 0,4 - 0,75 m u. GOK bindig	1	25	0,35	3,40	0,100	4,90E-07	1,02E-05
	2	25	0,35	4,00	0,100	4,17E-07	8,66E-06
	3	25	0,35	4,82	0,100	3,46E-07	7,19E-06
RKS V 4 0,4 - 0,8 m bindig	1	25	0,40	3,93	0,100	4,24E-07	7,71E-06
	2	25	0,40	4,50	0,100	3,70E-07	6,73E-06
	3	25	0,40	4,65	0,100	3,58E-07	6,52E-06

WESSLING GmbH, Oststr. 7, 48341 Altenberge

igb Gey & John GbR
Beratende Ingenieurgeologen
Herr Dipl.-Geol. Andreas Gey
An der Kleimannbrücke 13
48157 Münster

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: H.-P. Janett
Durchwahl: +49 2505 89 154
Fax: +49 2505 89 185
E-Mail: Heinz-Peter.Janett@wessling.de

Prüfbericht

Projekt: 17-10685 - Werne

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
Probe Nr.	17-091886-01				
Eingangsdatum	12.06.2017				
Bezeichnung	MP 1 Sand				
Probenart	Sand				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	5 L Eimer				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	12.06.2017				
Untersuchungsende	22.06.2017				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-091886-01			
Bezeichnung	MP 1 Sand			
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	973	
Frischmasse der Messprobe	g	OS	127	
Königswasser-Extrakt		TS	15.06.2017	
Feuchtegehalt	%	TS	21	

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-091886-01			
Bezeichnung	MP 1 Sand			
Trockenrückstand	Gew%	OS	79,0	

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	17-091886-01			
Bezeichnung	MP 1 Sand			
Benzol	mg/kg	TS	<0,01	
Toluol	mg/kg	TS	0,01	
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,01	
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,01	

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
Probe Nr.					17-091886-01
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,01		
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	0,01		
Summenparameter					
Probe Nr.					17-091886-01
Bezeichnung					MP 1 Sand
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	0,25		
EOX	mg/kg	TS	<0,5		
Kohlenwasserstoff-Index > C10-C22	mg/kg	TS	<20		
Kohlenwasserstoff-Index	mg/kg	TS	<20		
TOC	Gew%	TS	3,7		
Polychlorierte Biphenyle (PCB)					
Probe Nr.					17-091886-01
Bezeichnung					MP 1 Sand
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,01		
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,01		
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	<0,01		
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	<0,01		
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	<0,01		
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	<0,01		
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	-/-		
Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)					
Probe Nr.					17-091886-01
Bezeichnung					MP 1 Sand
Dichlormethan	mg/kg	TS	<0,05		
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS	<0,05		
Trichlormethan	mg/kg	TS	<0,05		
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS	<0,05		
Tetrachlormethan	mg/kg	TS	<0,05		
Trichlorethen	mg/kg	TS	<0,05		
Tetrachlorethen	mg/kg	TS	<0,05		
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS	-/-		
Im Königswasser-Extrakt					
Elemente					
Probe Nr.					17-091886-01
Bezeichnung					MP 1 Sand
Arsen (As)	mg/kg	TS	5,8		
Blei (Pb)	mg/kg	TS	49		
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	0,54		
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	13		
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	19		
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	7,3		

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
Probe Nr.	17-091886-01				
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4		
Zink (Zn)	mg/kg	TS	110		
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	0,11		

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	17-091886-01				
Bezeichnung	MP 1 Sand				
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,06		
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,06		
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,06		
Fluoren	mg/kg	TS	<0,06		
Phenanthren	mg/kg	TS	0,11		
Anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Fluoranthren	mg/kg	TS	0,17		
Pyren	mg/kg	TS	0,13		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Chrysen	mg/kg	TS	0,12		
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	0,14		
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	0,09		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	0,13		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	0,08		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	0,967		

Im Eluat
Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-091886-01				
Bezeichnung	MP 1 Sand				
pH-Wert		W/E	7,5		
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	78,6		

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	17-091886-01				
Bezeichnung	MP 1 Sand				
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	3,7		
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005		
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	6,1		

Elemente

Probe Nr.	17-091886-01				
Bezeichnung	MP 1 Sand				
Arsen (As)	µg/l	W/E	<10		

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1		Auftrag Nr.	CAL-09709-17		Datum	22.06.2017	
Probe Nr.	17-091886-01							
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<10					
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,5					
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<3,0					
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	3,0					
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<2,0					
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2					
Zink (Zn)	µg/l	W/E	16					
Summenparameter								
Probe Nr.	17-091886-01							
Bezeichnung	MP 1 Sand							
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01					

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**

Probe Nr.	17-091886-02
Eingangsdatum	12.06.2017
Bezeichnung	MP 2 Sand
Probenart	Sand
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	5 L Eimer
Anzahl Gefäße	1
Untersuchungsbeginn	12.06.2017
Untersuchungsende	22.06.2017

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-091886-02		
Bezeichnung	MP 2 Sand		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	983
Frischmasse der Messprobe	g	OS	117
Königswasser-Extrakt		TS	15.06.2017
Feuchtegehalt	%	TS	14,9

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-091886-02		
Bezeichnung	MP 2 Sand		
Trockenrückstand	Gew%	OS	85,1

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	17-091886-02		
Bezeichnung	MP 2 Sand		
Benzol	mg/kg	TS	<0,01
Toluol	mg/kg	TS	<0,01
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,01
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	-/-

Summenparameter

Probe Nr.	17-091886-02		
Bezeichnung	MP 2 Sand		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	<0,1
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoff-Index > C10-C22	mg/kg	TS	<20
Kohlenwasserstoff-Index	mg/kg	TS	<20
TOC	Gew%	TS	0,16

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**
Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	17-091886-02		
Bezeichnung	MP 2 Sand		
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	<0,01
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	-/-

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.	17-091886-02		
Bezeichnung	MP 2 Sand		
Dichlormethan	mg/kg	TS	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS	<0,05
Trichlormethan	mg/kg	TS	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg	TS	<0,05
Trichlorethen	mg/kg	TS	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg	TS	<0,05
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS	-/-

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

Probe Nr.	17-091886-02		
Bezeichnung	MP 2 Sand		
Arsen (As)	mg/kg	TS	3,6
Blei (Pb)	mg/kg	TS	50
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	0,13
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	9,3
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	3,1
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	8,3
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS	13
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,03

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	17-091886-02		
Bezeichnung	MP 2 Sand		
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,06
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,06
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,06
Fluoren	mg/kg	TS	<0,06
Phenanthren	mg/kg	TS	<0,06

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
Probe Nr.					17-091886-02
Anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Chrysen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	<0,06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-		

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.				17-091886-02
Bezeichnung				MP 2 Sand
pH-Wert		W/E	7,3	
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	37,0	

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.				17-091886-02
Bezeichnung				MP 2 Sand
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	1,7	
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005	
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	3,8	

Elemente

Probe Nr.				17-091886-02
Bezeichnung				MP 2 Sand
Arsen (As)	µg/l	W/E	<10	
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<10	
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,5	
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<3,0	
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<2,0	
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<2,0	
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2	
Zink (Zn)	µg/l	W/E	11	

Summenparameter

Probe Nr.				17-091886-02
Bezeichnung				MP 2 Sand
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01	

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**

Probe Nr.	17-091886-03
Eingangsdatum	12.06.2017
Bezeichnung	MP 3 Sand
Probenart	Sand
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	5 L Eimer
Anzahl Gefäße	1
Untersuchungsbeginn	12.06.2017
Untersuchungsende	22.06.2017

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-091886-03		
Bezeichnung	MP 3 Sand		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	979
Frischmasse der Messprobe	g	OS	121
Königswasser-Extrakt		TS	15.06.2017
Feuchtegehalt	%	TS	17,3

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-091886-03		
Bezeichnung	MP 3 Sand		
Trockenrückstand	Gew%	OS	82,7

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	17-091886-03		
Bezeichnung	MP 3 Sand		
Benzol	mg/kg	TS	<0,01
Toluol	mg/kg	TS	0,01
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,01
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	0,01

Summenparameter

Probe Nr.	17-091886-03		
Bezeichnung	MP 3 Sand		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	0,12
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoff-Index > C10-C22	mg/kg	TS	<20
Kohlenwasserstoff-Index	mg/kg	TS	<20
TOC	Gew%	TS	2,2

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**
Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.				17-091886-03
Bezeichnung				MP 3 Sand
PCB Nr. 28	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 138	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 153	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 180	mg/kg	TS		<0,01
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS		-/-

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.				17-091886-03
Bezeichnung				MP 3 Sand
Dichlormethan	mg/kg	TS		<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Trichlormethan	mg/kg	TS		<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS		<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg	TS		<0,05
Trichlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS		-/-

Im Königswasser-Extrakt
Elemente

Probe Nr.				17-091886-03
Bezeichnung				MP 3 Sand
Arsen (As)	mg/kg	TS		5,8
Blei (Pb)	mg/kg	TS		36
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS		0,41
Chrom (Cr)	mg/kg	TS		15
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS		15
Nickel (Ni)	mg/kg	TS		8,7
Thallium (Tl)	mg/kg	TS		<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS		100
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS		0,08

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.				17-091886-03
Bezeichnung				MP 3 Sand
Naphthalin	mg/kg	TS		<0,06
Acenaphthylen	mg/kg	TS		<0,06
Acenaphthen	mg/kg	TS		<0,06
Fluoren	mg/kg	TS		<0,06
Phenanthren	mg/kg	TS		0,09

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
Probe Nr.					17-091886-03
Anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Fluoranthen	mg/kg	TS	0,14		
Pyren	mg/kg	TS	0,12		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Chrysen	mg/kg	TS	0,10		
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	TS	0,13		
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	0,09		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	0,13		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	0,793		

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.					17-091886-03
Bezeichnung					MP 3 Sand
pH-Wert		W/E	7,8		
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	84,3		

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.					17-091886-03
Bezeichnung					MP 3 Sand
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	1,5		
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005		
Sulfat (SO4)	mg/l	W/E	6,7		

Elemente

Probe Nr.					17-091886-03
Bezeichnung					MP 3 Sand
Arsen (As)	µg/l	W/E	<10		
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<10		
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,5		
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<3,0		
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	2,0		
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<2,0		
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2		
Zink (Zn)	µg/l	W/E	42		

Summenparameter

Probe Nr.					17-091886-03
Bezeichnung					MP 3 Sand
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01		

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**

Probe Nr.	17-091886-04
Eingangsdatum	12.06.2017
Bezeichnung	MP 4 Sand
Probenart	Sand
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	5 L Eimer
Anzahl Gefäße	1
Untersuchungsbeginn	12.06.2017
Untersuchungsende	22.06.2017

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-091886-04		
Bezeichnung	MP 4 Sand		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	983
Frischmasse der Messprobe	g	OS	117
Königswasser-Extrakt		TS	15.06.2017
Feuchtegehalt	%	TS	14,8

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-091886-04		
Bezeichnung	MP 4 Sand		
Trockenrückstand	Gew%	OS	85,2

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	17-091886-04		
Bezeichnung	MP 4 Sand		
Benzol	mg/kg	TS	<0,01
Toluol	mg/kg	TS	<0,01
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,01
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	-/-

Summenparameter

Probe Nr.	17-091886-04		
Bezeichnung	MP 4 Sand		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	<0,1
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoff-Index > C10-C22	mg/kg	TS	<20
Kohlenwasserstoff-Index	mg/kg	TS	<20
TOC	Gew%	TS	0,23

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**
Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.				17-091886-04
Bezeichnung				MP 4 Sand
PCB Nr. 28	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 138	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 153	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 180	mg/kg	TS		<0,01
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS		-/-

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.				17-091886-04
Bezeichnung				MP 4 Sand
Dichlormethan	mg/kg	TS		<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Trichlormethan	mg/kg	TS		<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS		<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg	TS		<0,05
Trichlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS		-/-

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

Probe Nr.				17-091886-04
Bezeichnung				MP 4 Sand
Arsen (As)	mg/kg	TS		5,2
Blei (Pb)	mg/kg	TS		4,5
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS		0,15
Chrom (Cr)	mg/kg	TS		7,1
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS		3,1
Nickel (Ni)	mg/kg	TS		7,8
Thallium (Tl)	mg/kg	TS		<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS		13
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS		<0,03

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.				17-091886-04
Bezeichnung				MP 4 Sand
Naphthalin	mg/kg	TS		<0,06
Acenaphthylen	mg/kg	TS		<0,06
Acenaphthen	mg/kg	TS		<0,06
Fluoren	mg/kg	TS		<0,06
Phenanthren	mg/kg	TS		<0,06

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
Probe Nr.					17-091886-04
Anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Fluoranthren	mg/kg	TS	<0,06		
Pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Chrysen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	<0,06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-		

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.				17-091886-04
Bezeichnung				MP 4 Sand
pH-Wert		W/E	7,8	
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	51,1	

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.				17-091886-04
Bezeichnung				MP 4 Sand
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	1,8	
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005	
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	5,2	

Elemente

Probe Nr.				17-091886-04
Bezeichnung				MP 4 Sand
Arsen (As)	µg/l	W/E	<10	
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<10	
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,5	
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<3,0	
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<2,0	
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<2,0	
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2	
Zink (Zn)	µg/l	W/E	4,0	

Summenparameter

Probe Nr.				17-091886-04
Bezeichnung				MP 4 Sand
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01	

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**

Probe Nr.	17-091886-05
Eingangsdatum	12.06.2017
Bezeichnung	MP 5 Sand
Probenart	Sand
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	5 L Eimer
Anzahl Gefäße	1
Untersuchungsbeginn	12.06.2017
Untersuchungsende	22.06.2017

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-091886-05		
Bezeichnung	MP 5 Sand		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	977
Frischmasse der Messprobe	g	OS	123
Königswasser-Extrakt		TS	15.06.2017
Feuchtegehalt	%	TS	18,6

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-091886-05		
Bezeichnung	MP 5 Sand		
Trockenrückstand	Gew%	OS	81,4

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	17-091886-05		
Bezeichnung	MP 5 Sand		
Benzol	mg/kg	TS	<0,01
Toluol	mg/kg	TS	0,01
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,01
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	0,01

Summenparameter

Probe Nr.	17-091886-05		
Bezeichnung	MP 5 Sand		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	<0,1
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoff-Index > C10-C22	mg/kg	TS	<20
Kohlenwasserstoff-Index	mg/kg	TS	<20
TOC	Gew%	TS	2,1

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**
Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.				17-091886-05
Bezeichnung				MP 5 Sand
PCB Nr. 28	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 138	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 153	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 180	mg/kg	TS		<0,01
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS		-/-

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.				17-091886-05
Bezeichnung				MP 5 Sand
Dichlormethan	mg/kg	TS		<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Trichlormethan	mg/kg	TS		<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS		<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg	TS		<0,05
Trichlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS		-/-

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

Probe Nr.				17-091886-05
Bezeichnung				MP 5 Sand
Arsen (As)	mg/kg	TS		7,0
Blei (Pb)	mg/kg	TS		34
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS		0,53
Chrom (Cr)	mg/kg	TS		17
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS		15
Nickel (Ni)	mg/kg	TS		9,2
Thallium (Tl)	mg/kg	TS		<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS		92
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS		0,07

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.				17-091886-05
Bezeichnung				MP 5 Sand
Naphthalin	mg/kg	TS		<0,06
Acenaphthylen	mg/kg	TS		<0,06
Acenaphthen	mg/kg	TS		<0,06
Fluoren	mg/kg	TS		<0,06
Phenanthren	mg/kg	TS		0,09

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
Probe Nr.					17-091886-05
Anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Fluoranthen	mg/kg	TS	0,15		
Pyren	mg/kg	TS	0,12		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Chrysen	mg/kg	TS	0,11		
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	TS	0,12		
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	0,10		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	0,1		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	0,790		

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.				17-091886-05
Bezeichnung				MP 5 Sand
pH-Wert		W/E	9,1	
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	115	

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.				17-091886-05
Bezeichnung				MP 5 Sand
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	1,7	
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005	
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	21	

Elemente

Probe Nr.				17-091886-05
Bezeichnung				MP 5 Sand
Arsen (As)	µg/l	W/E	<10	
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<10	
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,5	
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<3,0	
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	3,0	
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<2,0	
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2	
Zink (Zn)	µg/l	W/E	7,0	

Summenparameter

Probe Nr.				17-091886-05
Bezeichnung				MP 5 Sand
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01	

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**

Probe Nr.	17-091886-06
Eingangsdatum	12.06.2017
Bezeichnung	MP 6 Sand
Probenart	Sand
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	5 L Eimer
Anzahl Gefäße	1
Untersuchungsbeginn	12.06.2017
Untersuchungsende	22.06.2017

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-091886-06		
Bezeichnung	MP 6 Sand		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	982
Frischmasse der Messprobe	g	OS	118
Königswasser-Extrakt		TS	15.06.2017
Feuchtegehalt	%	TS	15

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-091886-06		
Bezeichnung	MP 6 Sand		
Trockenrückstand	Gew%	OS	85,0

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	17-091886-06		
Bezeichnung	MP 6 Sand		
Benzol	mg/kg	TS	<0,01
Toluol	mg/kg	TS	<0,01
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,01
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	-/-

Summenparameter

Probe Nr.	17-091886-06		
Bezeichnung	MP 6 Sand		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	<0,1
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoff-Index > C10-C22	mg/kg	TS	<20
Kohlenwasserstoff-Index	mg/kg	TS	<20
TOC	Gew%	TS	0,14

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**
Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	17-091886-06		
Bezeichnung	MP 6 Sand		
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	<0,01
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	-/-

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.	17-091886-06		
Bezeichnung	MP 6 Sand		
Dichlormethan	mg/kg	TS	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS	<0,05
Trichlormethan	mg/kg	TS	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg	TS	<0,05
Trichlorethen	mg/kg	TS	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg	TS	<0,05
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS	-/-

Im Königswasser-Extrakt
Elemente

Probe Nr.	17-091886-06		
Bezeichnung	MP 6 Sand		
Arsen (As)	mg/kg	TS	12
Blei (Pb)	mg/kg	TS	4,2
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	0,2
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	6,6
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	2,6
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	7,0
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS	12
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,03

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	17-091886-06		
Bezeichnung	MP 6 Sand		
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,06
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,06
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,06
Fluoren	mg/kg	TS	<0,06
Phenanthren	mg/kg	TS	<0,06

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
Probe Nr.					17-091886-06
Anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Chrysen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	<0,06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-		

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.				17-091886-06
Bezeichnung				MP 6 Sand
pH-Wert		W/E	8,7	
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	54,1	

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.				17-091886-06
Bezeichnung				MP 6 Sand
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	1,4	
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005	
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	4,7	

Elemente

Probe Nr.				17-091886-06
Bezeichnung				MP 6 Sand
Arsen (As)	µg/l	W/E	<10	
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<10	
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,5	
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<3,0	
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<2,0	
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<2,0	
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2	
Zink (Zn)	µg/l	W/E	6,0	

Summenparameter

Probe Nr.				17-091886-06
Bezeichnung				MP 6 Sand
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01	

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**

Probe Nr.	17-091886-07
Eingangsdatum	12.06.2017
Bezeichnung	MP 7 Sand
Probenart	Sand
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	5 L Eimer
Anzahl Gefäße	1
Untersuchungsbeginn	12.06.2017
Untersuchungsende	22.06.2017

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-091886-07		
Bezeichnung	MP 7 Sand		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	982
Frischmasse der Messprobe	g	OS	118
Königswasser-Extrakt		TS	15.06.2017
Feuchtegehalt	%	TS	15,5

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	17-091886-07		
Bezeichnung	MP 7 Sand		
Trockenrückstand	Gew%	OS	84,5

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	17-091886-07		
Bezeichnung	MP 7 Sand		
Benzol	mg/kg	TS	<0,01
Toluol	mg/kg	TS	<0,01
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,01
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,01
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	-/-

Summenparameter

Probe Nr.	17-091886-07		
Bezeichnung	MP 7 Sand		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	<0,1
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoff-Index > C10-C22	mg/kg	TS	<20
Kohlenwasserstoff-Index	mg/kg	TS	<20
TOC	Gew%	TS	0,13

Prüfbericht Nr. **CAL17-066573-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**
Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.				17-091886-07
Bezeichnung				MP 7 Sand
PCB Nr. 28	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 138	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 153	mg/kg	TS		<0,01
PCB Nr. 180	mg/kg	TS		<0,01
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS		-/-

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.				17-091886-07
Bezeichnung				MP 7 Sand
Dichlormethan	mg/kg	TS		<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Trichlormethan	mg/kg	TS		<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS		<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg	TS		<0,05
Trichlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg	TS		<0,05
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS		-/-

Im Königswasser-Extrakt
Elemente

Probe Nr.				17-091886-07
Bezeichnung				MP 7 Sand
Arsen (As)	mg/kg	TS		2,5
Blei (Pb)	mg/kg	TS		4,2
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS		0,12
Chrom (Cr)	mg/kg	TS		7,5
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS		3,2
Nickel (Ni)	mg/kg	TS		7,2
Thallium (Tl)	mg/kg	TS		<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS		14
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS		<0,03

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.				17-091886-07
Bezeichnung				MP 7 Sand
Naphthalin	mg/kg	TS		<0,06
Acenaphthylen	mg/kg	TS		<0,06
Acenaphthen	mg/kg	TS		<0,06
Fluoren	mg/kg	TS		<0,06
Phenanthren	mg/kg	TS		<0,06

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
Probe Nr.					17-091886-07
Anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Chrysen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,06		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	<0,06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,06		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-		

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.					17-091886-07
Bezeichnung					MP 7 Sand
pH-Wert		W/E	8,8		
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	61,9		

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.					17-091886-07
Bezeichnung					MP 7 Sand
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	1,6		
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005		
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	6,0		

Elemente

Probe Nr.					17-091886-07
Bezeichnung					MP 7 Sand
Arsen (As)	µg/l	W/E	<10		
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<10		
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,5		
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<3,0		
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<2,0		
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<2,0		
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2		
Zink (Zn)	µg/l	W/E	9,0		

Summenparameter

Probe Nr.					17-091886-07
Bezeichnung					MP 7 Sand
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01		

Prüfbericht Nr.	CAL17-066573-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

17-091886-01

Hinweis: Aufgrund des Probengefäßes muss bei der Bestimmung von leichtflüchtigen Substanzen mit Minderbefunden gerechnet werden.

Abkürzungen und Methoden**ausführender Standort**

Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen	DIN EN 14346 ^A	Umweltanalytik Oppin
Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)	DIN EN 13657 ^A	Umweltanalytik Oppin
Metalle/Elemente in Feststoff	DIN EN ISO 11885 ^A	Umweltanalytik Oppin
Quecksilber (AAS) in Feststoff	DIN EN ISO 12846 ^A	Umweltanalytik Oppin
Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA)	DIN ISO 17380 ^A	Umweltanalytik Oppin
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) in Abfall	DIN EN 13137 ^A	Umweltanalytik Walldorf
Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)	DIN 38414 S17 ^A	Umweltanalytik Oppin
Kohlenwasserstoffe in Abfall (GC)	DIN EN 14039 ^A	Umweltanalytik Oppin
BTEX (leichtfl. aromat. Kohlenwasserst.)	DIN ISO 22155 ^A	Umweltanalytik Oppin
LHKW (leichtfl. halogen. Kohlenwasserstoffe)	DIN ISO 22155 ^A	Umweltanalytik Oppin
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	DIN ISO 10382 ^A	Umweltanalytik Oppin
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	DIN 38414 S23 ^A	Umweltanalytik Oppin
Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg	DIN EN 12457-4 ^A	Umweltanalytik Oppin
Feuchtegehalt	DIN EN 12457-4 ^A	Umweltanalytik Oppin
pH-Wert in Wasser/Eluat	DIN 38404-5 ^A	Umweltanalytik Oppin
Leitfähigkeit, elektrisch	DIN EN 27888 ^A	Umweltanalytik Oppin
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 ^A	Umweltanalytik Oppin
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 ^A	Umweltanalytik Oppin
Cyanide gesamt	DIN EN ISO 14403 ^A	Umweltanalytik Oppin
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 11885 ^A	Umweltanalytik Oppin
Quecksilber (AAS), in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 12846 ^A	Umweltanalytik Oppin
Phenol-Index in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14402 ^A	Umweltanalytik Oppin
OS	Originalsubstanz	
TS	Trockensubstanz	
WE	Wasser/Eluat	



Heinz-Peter Janett
 Dipl.-Biologe
 Abteilungsleiter Umwelt

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

LAGA – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II:

Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) – (Stand 05.11.2004)

Anhang zum Prüfbericht: **CAL17-066573-1**

Proben-Nr.: **17-091886-01**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **Sand**

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Tabelle II 1.2.-2 und Tabelle II 1.2.-4)

Parameter	Dimension	Analysewert	Z 0			Z 0* ¹⁾	Z 1	Z 2	Zuordnung
			Sand	Lehm / Schluff	Ton				
Arsen	mg/kg TS	5,8	10	15	20	15 ²⁾	45	150	Z 0
Blei	mg/kg TS	49	40	70	100	140	210	700	Z 0*
Cadmium	mg/kg TS	0,54	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	10	Z 0*
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	13	30	60	100	120	180	600	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	19	20	40	60	80	120	400	Z 0
Nickel	mg/kg TS	7,3	15	50	70	100	150	500	Z 0
Thallium	mg/kg TS	<0,4	0,4	0,7	1	0,7 ⁴⁾	2,1	7	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	0,11	0,1	0,5	1	1,0	1,5	5	Z 0*
Zink	mg/kg TS	110	60	150	200	300	450	1500	Z 0*
Cyanide gesamt	mg/kg TS	0,25		-	-	-	3	10	k.A.
TOC (Masse%)		3,7		0,5(1,0) ⁵⁾		0,5(1,0) ⁵⁾	1,5	5	Z 2
EOX	mg/kg TS	<0,5			1	1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	<20			100	200 ⁷⁾	300 ⁷⁾	1000 ⁷⁾	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	<20			-	(400) ⁷⁾	(600) ⁷⁾	(2000) ⁷⁾	k.A.
BTX	mg/kg TS	0,01			1	1	1	1	Z 0
LHKW	mg/kg TS	-/-			1	1	1	1	k.A.
PCB ₆	mg/kg TS	-/-			0,05	0,1	0,15	0,5	k.A.
PAK ₁₆	mg/kg TS	0,967			3	3	3(9) ⁸⁾	30	Z 0
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,09			0,3	0,6	0,9	3	Z 0

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Tabelle II. 1.2-3 und Tabelle II. 1.2.-5)

Parameter	Dimension	Analysewert	Z 0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Zuordnung
pH-Wert	-	7,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	Z 0/Z 0*
Leitfähigkeit	µS/cm	78,6	250	250	1500	2000	Z 0/Z 0*
Chlorid	mg/l	3,7	30	30	50	100 ⁹⁾	Z 0/Z 0*
Sulfat	mg/l	6,1	20	20	50	200	Z 0/Z 0*
Cyanid	µg/l	<5	5	5	10	20	Z 0/Z 0*
Arsen	µg/l	<10	14	14	20	60 ¹⁰⁾	Z 0/Z 0*
Blei	µg/l	<10	40	40	80	200	Z 0/Z 0*
Cadmium	µg/l	<0,5	1,5	1,5	3	6	Z 0/Z 0*
Chrom (gesamt)	µg/l	<3	12,5	12,5	25	60	Z 0/Z 0*
Kupfer	µg/l	3	20	20	60	100	Z 0/Z 0*
Nickel	µg/l	<2	15	15	20	70	Z 0/Z 0*
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,5	<0,5	1	2	Z 0/Z 0*
Zink	µg/l	16	150	150	200	600	Z 0/Z 0*
Phenolindex	µg/l	<10	20	20	40	100	Z 0/Z 0*

n.n. = nicht nachgewiesen

n.b. = nicht bestimmbar

n.a. = nicht analysiert

k.A. = keine Angabe

1) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

4) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

6) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

7) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C10 bis C40), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

8) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und < 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

9) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

10) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Hinweis:

Die Zuordnung erfolgt ausschließlich auf formaler Grundlage und ist nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Einzel- und Sonderfallregelungen (z. B. durch Fußnoten) sind nicht berücksichtigt. Diese Zuordnung ersetzt keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen.

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

LAGA – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II:

Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) – (Stand 05.11.2004)

Anhang zum Prüfbericht: **CAL17-066573-1**

Proben-Nr.: **17-091886-02**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **Sand**

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Tabelle II 1.2.-2 und Tabelle II 1.2.-4)

Parameter	Dimension	Analysenwert	Z 0			Z 0* ¹⁾	Z 1	Z 2	Zuordnung
			Sand	Lehm / Schluff	Ton				
Arsen	mg/kg TS	3,6	10	15	20	15 ²⁾	45	150	Z 0
Blei	mg/kg TS	50	40	70	100	140	210	700	Z 0*
Cadmium	mg/kg TS	0,13	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	10	Z 0
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	9,3	30	60	100	120	180	600	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	3,1	20	40	60	80	120	400	Z 0
Nickel	mg/kg TS	8,3	15	50	70	100	150	500	Z 0
Thallium	mg/kg TS	<0,4	0,4	0,7	1	0,7 ⁴⁾	2,1	7	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	<0,03	0,1	0,5	1	1,0	1,5	5	Z 0
Zink	mg/kg TS	13	60	150	200	300	450	1500	Z 0
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,1		-	-	-	3	10	k.A.
TOC	(Masse%)	0,16		0,5(1,0) ⁵⁾		0,5(1,0) ⁵⁾	1,5	5	Z 0
EOX	mg/kg TS	<0,5			1	1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	<20			100	200 ⁷⁾	300 ⁷⁾	1000 ⁷⁾	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	<20			-	(400) ⁷⁾	(600) ⁷⁾	(2000) ⁷⁾	k.A.
BTX	mg/kg TS	-/-			1	1	1	1	k.A.
LHKW	mg/kg TS	-/-			1	1	1	1	k.A.
PCB ₆	mg/kg TS	-/-			0,05	0,1	0,15	0,5	k.A.
PAK ₁₆	mg/kg TS	-/-			3	3	3(9) ⁸⁾	30	k.A.
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,06			0,3	0,6	0,9	3	Z 0

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Tabelle II. 1.2-3 und Tabelle II. 1.2.-5)

Parameter	Dimension	Analysenwert	Z 0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Zuordnung
pH-Wert	-	7,3	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	Z 0/Z 0*
Leitfähigkeit	µS/cm	37	250	250	1500	2000	Z 0/Z 0*
Chlorid	mg/l	1,7	30	30	50	100 ⁹⁾	Z 0/Z 0*
Sulfat	mg/l	3,8	20	20	50	200	Z 0/Z 0*
Cyanid	µg/l	<5	5	5	10	20	Z 0/Z 0*
Arsen	µg/l	<10	14	14	20	60 ¹⁰⁾	Z 0/Z 0*
Blei	µg/l	<10	40	40	80	200	Z 0/Z 0*
Cadmium	µg/l	<0,5	1,5	1,5	3	6	Z 0/Z 0*
Chrom (gesamt)	µg/l	<3	12,5	12,5	25	60	Z 0/Z 0*
Kupfer	µg/l	<2	20	20	60	100	Z 0/Z 0*
Nickel	µg/l	<2	15	15	20	70	Z 0/Z 0*
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,5	<0,5	1	2	Z 0/Z 0*
Zink	µg/l	11	150	150	200	600	Z 0/Z 0*
Phenolindex	µg/l	<10	20	20	40	100	Z 0/Z 0*

n.n. = nicht nachgewiesen

n.b. = nicht bestimmbar

n.a. = nicht analysiert

k.A. = keine Angabe

1) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

4) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

6) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

7) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C10 bis C40), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

8) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und < 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

9) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

10) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Hinweis:

Die Zuordnung erfolgt ausschließlich auf formaler Grundlage und ist nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Einzel- und Sonderfallregelungen (z. B. durch Fußnoten) sind nicht berücksichtigt. Diese Zuordnung ersetzt keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen.

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

LAGA – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II:

Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) – (Stand 05.11.2004)

Anhang zum Prüfbericht: CAL17-066573-1

Proben-Nr.: 17-091886-03

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: Sand

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Tabelle II 1.2.-2 und Tabelle II 1.2.-4)

Parameter	Dimension	Analysewert	Z 0			Z 0* ¹⁾	Z 1	Z 2	Zuordnung
			Sand	Lehm / Schluff	Ton				
Arsen	mg/kg TS	5,8	10	15	20	15 ²⁾	45	150	Z 0
Blei	mg/kg TS	36	40	70	100	140	210	700	Z 0
Cadmium	mg/kg TS	0,41	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	10	Z 0*
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	15	30	60	100	120	180	600	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	15	20	40	60	80	120	400	Z 0
Nickel	mg/kg TS	8,7	15	50	70	100	150	500	Z 0
Thallium	mg/kg TS	<0,4	0,4	0,7	1	0,7 ⁴⁾	2,1	7	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	0,08	0,1	0,5	1	1,0	1,5	5	Z 0
Zink	mg/kg TS	100	60	150	200	300	450	1500	Z 0*
Cyanide gesamt	mg/kg TS	0,12		-	-	-	3	10	k.A.
TOC	(Masse%)	2,2		0,5(1,0) ⁵⁾		0,5(1,0) ⁵⁾	1,5	5	Z 2
EOX	mg/kg TS	<0,5		1		1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	<20			100	200 ⁷⁾	300 ⁷⁾	1000 ⁷⁾	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	<20			-	(400) ⁷⁾	(600) ⁷⁾	(2000) ⁷⁾	k.A.
BTX	mg/kg TS	0,01			1	1	1	1	Z 0
LHKW	mg/kg TS	-/-			1	1	1	1	k.A.
PCB ₆	mg/kg TS	-/-			0,05	0,1	0,15	0,5	k.A.
PAK ₁₆	mg/kg TS	0,793			3	3	3(9) ⁸⁾	30	Z 0
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,09			0,3	0,6	0,9	3	Z 0

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Tabelle II. 1.2-3 und Tabelle II. 1.2.-5)

Parameter	Dimension	Analysewert	Z 0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Zuordnung
pH-Wert	-	7,8	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	Z 0/Z 0*
Leitfähigkeit	µS/cm	84,3	250	250	1500	2000	Z 0/Z 0*
Chlorid	mg/l	1,5	30	30	50	100 ⁹⁾	Z 0/Z 0*
Sulfat	mg/l	6,7	20	20	50	200	Z 0/Z 0*
Cyanid	µg/l	<5	5	5	10	20	Z 0/Z 0*
Arsen	µg/l	<10	14	14	20	60 ¹⁰⁾	Z 0/Z 0*
Blei	µg/l	<10	40	40	80	200	Z 0/Z 0*
Cadmium	µg/l	<0,5	1,5	1,5	3	6	Z 0/Z 0*
Chrom (gesamt)	µg/l	<3	12,5	12,5	25	60	Z 0/Z 0*
Kupfer	µg/l	2	20	20	60	100	Z 0/Z 0*
Nickel	µg/l	<2	15	15	20	70	Z 0/Z 0*
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,5	<0,5	1	2	Z 0/Z 0*
Zink	µg/l	42	150	150	200	600	Z 0/Z 0*
Phenolindex	µg/l	<10	20	20	40	100	Z 0/Z 0*

n.n. = nicht nachgewiesen

n.b. = nicht bestimmbar

n.a. = nicht analysiert

k.A. = keine Angabe

1) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

4) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

6) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

7) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C10 bis C40), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

8) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und < 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

9) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

10) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Hinweis:

Die Zuordnung erfolgt ausschließlich auf formaler Grundlage und ist nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Einzel- und Sonderfallregelungen (z. B. durch Fußnoten) sind nicht berücksichtigt. Diese Zuordnung ersetzt keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen.

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

LAGA – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II:

Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) – (Stand 05.11.2004)

Anhang zum Prüfbericht: **CAL17-066573-1**

Proben-Nr.: **17-091886-04**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **Sand**

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Tabelle II 1.2.-2 und Tabelle II 1.2.-4)

Parameter	Dimension	Analysenwert	Z 0			Z 0* ¹⁾	Z 1	Z 2	Zuordnung
			Sand	Lehm / Schluff	Ton				
Arsen	mg/kg TS	5,2	10	15	20	15 ²⁾	45	150	Z 0
Blei	mg/kg TS	4,5	40	70	100	140	210	700	Z 0
Cadmium	mg/kg TS	0,15	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	10	Z 0
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	7,1	30	60	100	120	180	600	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	3,1	20	40	60	80	120	400	Z 0
Nickel	mg/kg TS	7,8	15	50	70	100	150	500	Z 0
Thallium	mg/kg TS	<0,4	0,4	0,7	1	0,7 ⁴⁾	2,1	7	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	<0,03	0,1	0,5	1	1,0	1,5	5	Z 0
Zink	mg/kg TS	13	60	150	200	300	450	1500	Z 0
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,1		-	-	-	3	10	k.A.
TOC	(Masse%)	0,23		0,5(1,0) ⁵⁾		0,5(1,0) ⁵⁾	1,5	5	Z 0
EOX	mg/kg TS	<0,5			1	1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	<20			100	200 ⁷⁾	300 ⁷⁾	1000 ⁷⁾	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	<20			-	(400) ⁷⁾	(600) ⁷⁾	(2000) ⁷⁾	k.A.
BTX	mg/kg TS	-/-			1	1	1	1	k.A.
LHKW	mg/kg TS	-/-			1	1	1	1	k.A.
PCB ₆	mg/kg TS	-/-			0,05	0,1	0,15	0,5	k.A.
PAK ₁₆	mg/kg TS	-/-			3	3	3(9) ⁸⁾	30	k.A.
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,06			0,3	0,6	0,9	3	Z 0

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Tabelle II. 1.2-3 und Tabelle II. 1.2.-5)

Parameter	Dimension	Analysenwert	Z 0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Zuordnung
pH-Wert	-	7,8	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	Z 0/Z 0*
Leitfähigkeit	µS/cm	51,1	250	250	1500	2000	Z 0/Z 0*
Chlorid	mg/l	1,8	30	30	50	100 ⁹⁾	Z 0/Z 0*
Sulfat	mg/l	5,2	20	20	50	200	Z 0/Z 0*
Cyanid	µg/l	<5	5	5	10	20	Z 0/Z 0*
Arsen	µg/l	<10	14	14	20	60 ¹⁰⁾	Z 0/Z 0*
Blei	µg/l	<10	40	40	80	200	Z 0/Z 0*
Cadmium	µg/l	<0,5	1,5	1,5	3	6	Z 0/Z 0*
Chrom (gesamt)	µg/l	<3	12,5	12,5	25	60	Z 0/Z 0*
Kupfer	µg/l	<2	20	20	60	100	Z 0/Z 0*
Nickel	µg/l	<2	15	15	20	70	Z 0/Z 0*
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,5	<0,5	1	2	Z 0/Z 0*
Zink	µg/l	4	150	150	200	600	Z 0/Z 0*
Phenolindex	µg/l	<10	20	20	40	100	Z 0/Z 0*

n.n. = nicht nachgewiesen

n.b. = nicht bestimmbar

n.a. = nicht analysiert

k.A. = keine Angabe

1) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

4) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

6) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

7) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C10 bis C40), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

8) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und < 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

9) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

10) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Hinweis:

Die Zuordnung erfolgt ausschließlich auf formaler Grundlage und ist nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Einzel- und Sonderfallregelungen (z. B. durch Fußnoten) sind nicht berücksichtigt. Diese Zuordnung ersetzt keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen.

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

LAGA – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II:

Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) – (Stand 05.11.2004)

Anhang zum Prüfbericht: CAL17-066573-1

Proben-Nr.: 17-091886-05

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: Sand

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Tabelle II 1.2.-2 und Tabelle II 1.2.-4)

Parameter	Dimension	Analysewert	Z 0		Z 0* ¹⁾	Z 1	Z 2	Zuordnung	
			Sand	Lehm / Schluff / Ton					
Arsen	mg/kg TS	7	10	15	20	15 ²⁾	45	150	Z 0
Blei	mg/kg TS	34	40	70	100	140	210	700	Z 0
Cadmium	mg/kg TS	0,53	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	10	Z 0*
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	17	30	60	100	120	180	600	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	15	20	40	60	80	120	400	Z 0
Nickel	mg/kg TS	9,2	15	50	70	100	150	500	Z 0
Thallium	mg/kg TS	<0,4	0,4	0,7	1	0,7 ⁴⁾	2,1	7	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	0,07	0,1	0,5	1	1,0	1,5	5	Z 0
Zink	mg/kg TS	92	60	150	200	300	450	1500	Z 0*
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,1			-	-	3	10	k.A.
TOC	(Masse%)	2,1		0,5(1,0) ⁵⁾		0,5(1,0) ⁵⁾	1,5	5	Z 2
EOX	mg/kg TS	<0,5			1	1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	<20			100	200 ⁷⁾	300 ⁷⁾	1000 ⁷⁾	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	<20			-	(400) ⁷⁾	(600) ⁷⁾	(2000) ⁷⁾	k.A.
BTX	mg/kg TS	0,01			1	1	1	1	Z 0
LHKW	mg/kg TS	-/-			1	1	1	1	k.A.
PCB ₆	mg/kg TS	-/-			0,05	0,1	0,15	0,5	k.A.
PAK ₁₆	mg/kg TS	0,79			3	3	3(9) ⁸⁾	30	Z 0
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,1			0,3	0,6	0,9	3	Z 0

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Tabelle II. 1.2-3 und Tabelle II. 1.2.-5)

Parameter	Dimension	Analysewert	Z 0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Zuordnung
pH-Wert	-	9,1	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	Z 0/Z 0*
Leitfähigkeit	µS/cm	115	250	250	1500	2000	Z 0/Z 0*
Chlorid	mg/l	1,7	30	30	50	100 ⁹⁾	Z 0/Z 0*
Sulfat	mg/l	21	20	20	50	200	Z 1.2
Cyanid	µg/l	<5	5	5	10	20	Z 0/Z 0*
Arsen	µg/l	<10	14	14	20	60 ¹⁰⁾	Z 0/Z 0*
Blei	µg/l	<10	40	40	80	200	Z 0/Z 0*
Cadmium	µg/l	<0,5	1,5	1,5	3	6	Z 0/Z 0*
Chrom (gesamt)	µg/l	<3	12,5	12,5	25	60	Z 0/Z 0*
Kupfer	µg/l	3	20	20	60	100	Z 0/Z 0*
Nickel	µg/l	<2	15	15	20	70	Z 0/Z 0*
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,5	<0,5	1	2	Z 0/Z 0*
Zink	µg/l	7	150	150	200	600	Z 0/Z 0*
Phenolindex	µg/l	<10	20	20	40	100	Z 0/Z 0*

n.n. = nicht nachgewiesen

n.b. = nicht bestimmbar

n.a. = nicht analysiert

k.A. = keine Angabe

1) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

4) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

6) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

7) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C10 bis C40), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

8) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und < 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

9) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

10) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Hinweis:

Die Zuordnung erfolgt ausschließlich auf formaler Grundlage und ist nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Einzel- und Sonderfallregelungen (z. B. durch Fußnoten) sind nicht berücksichtigt. Diese Zuordnung ersetzt keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen.

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

LAGA – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II:

Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) – (Stand 05.11.2004)

Anhang zum Prüfbericht: **CAL17-066573-1**

Proben-Nr.: **17-091886-06**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **Sand**

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Tabelle II 1.2.-2 und Tabelle II 1.2.-4)

Parameter	Dimension	Analysewert	Z 0		Z 0* ¹⁾	Z 1	Z 2	Zuordnung
			Sand	Lehm / Schluff / Ton				
Arsen	mg/kg TS	12	10	15 20	15 ²⁾	45	150	Z 0*
Blei	mg/kg TS	4,2	40	70 100	140	210	700	Z 0
Cadmium	mg/kg TS	0,2	0,4	1 1,5	1 ³⁾	3	10	Z 0
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	6,6	30	60 100	120	180	600	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	2,6	20	40 60	80	120	400	Z 0
Nickel	mg/kg TS	7	15	50 70	100	150	500	Z 0
Thallium	mg/kg TS	<0,4	0,4	0,7 1	0,7 ⁴⁾	2,1	7	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	<0,03	0,1	0,5 1	1,0	1,5	5	Z 0
Zink	mg/kg TS	12	60	150 200	300	450	1500	Z 0
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,1		-	-	3	10	k.A.
TOC (Masse%)		0,14		0,5(1,0) ⁵⁾	0,5(1,0) ⁵⁾	1,5	5	Z 0
EOX	mg/kg TS	<0,5		1	1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	<20		100	200 ⁷⁾	300 ⁷⁾	1000 ⁷⁾	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	<20		-	(400) ⁷⁾	(600) ⁷⁾	(2000) ⁷⁾	k.A.
BTX	mg/kg TS	-/-		1	1	1	1	k.A.
LHKW	mg/kg TS	-/-		1	1	1	1	k.A.
PCB ₆	mg/kg TS	-/-		0,05	0,1	0,15	0,5	k.A.
PAK ₁₆	mg/kg TS	-/-		3	3	3(9) ⁸⁾	30	k.A.
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,06		0,3	0,6	0,9	3	Z 0

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Tabelle II. 1.2-3 und Tabelle II. 1.2.-5)

Parameter	Dimension	Analysewert	Z 0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Zuordnung
pH-Wert	-	8,7	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	Z 0/Z 0*
Leitfähigkeit	µS/cm	54,1	250	250	1500	2000	Z 0/Z 0*
Chlorid	mg/l	1,4	30	30	50	100 ⁹⁾	Z 0/Z 0*
Sulfat	mg/l	4,7	20	20	50	200	Z 0/Z 0*
Cyanid	µg/l	<5	5	5	10	20	Z 0/Z 0*
Arsen	µg/l	<10	14	14	20	60 ¹⁰⁾	Z 0/Z 0*
Blei	µg/l	<10	40	40	80	200	Z 0/Z 0*
Cadmium	µg/l	<0,5	1,5	1,5	3	6	Z 0/Z 0*
Chrom (gesamt)	µg/l	<3	12,5	12,5	25	60	Z 0/Z 0*
Kupfer	µg/l	<2	20	20	60	100	Z 0/Z 0*
Nickel	µg/l	<2	15	15	20	70	Z 0/Z 0*
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,5	<0,5	1	2	Z 0/Z 0*
Zink	µg/l	6	150	150	200	600	Z 0/Z 0*
Phenolindex	µg/l	<10	20	20	40	100	Z 0/Z 0*

n.n. = nicht nachgewiesen

n.b. = nicht bestimmbar

n.a. = nicht analysiert

k.A. = keine Angabe

1) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

4) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

6) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

7) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C10 bis C40), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

8) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und < 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

9) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

10) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Hinweis:

Die Zuordnung erfolgt ausschließlich auf formaler Grundlage und ist nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Einzel- und Sonderfallregelungen (z. B. durch Fußnoten) sind nicht berücksichtigt. Diese Zuordnung ersetzt keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen.

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

LAGA – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II:

Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) – (Stand 05.11.2004)

Anhang zum Prüfbericht: **CAL17-066573-1**

Proben-Nr.: **17-091886-07**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **Sand**

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Tabelle II 1.2.-2 und Tabelle II 1.2.-4)

Parameter	Dimension	Analysewert	Z 0			Z 0* ¹⁾	Z 1	Z 2	Zuordnung
			Sand	Lehm / Schluff	Ton				
Arsen	mg/kg TS	2,5	10	15	20	15 ²⁾	45	150	Z 0
Blei	mg/kg TS	4,2	40	70	100	140	210	700	Z 0
Cadmium	mg/kg TS	0,12	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	10	Z 0
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	7,5	30	60	100	120	180	600	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	3,2	20	40	60	80	120	400	Z 0
Nickel	mg/kg TS	7,2	15	50	70	100	150	500	Z 0
Thallium	mg/kg TS	<0,4	0,4	0,7	1	0,7 ⁴⁾	2,1	7	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	<0,03	0,1	0,5	1	1,0	1,5	5	Z 0
Zink	mg/kg TS	14	60	150	200	300	450	1500	Z 0
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,1		-	-	-	3	10	k.A.
TOC	(Masse%)	0,13		0,5(1,0) ⁵⁾		0,5(1,0) ⁵⁾	1,5	5	Z 0
EOX	mg/kg TS	<0,5			1	1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	<20			100	200 ⁷⁾	300 ⁷⁾	1000 ⁷⁾	Z 0
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	<20			-	(400) ⁷⁾	(600) ⁷⁾	(2000) ⁷⁾	k.A.
BTX	mg/kg TS	-/-			1	1	1	1	k.A.
LHKW	mg/kg TS	-/-			1	1	1	1	k.A.
PCB ₆	mg/kg TS	-/-			0,05	0,1	0,15	0,5	k.A.
PAK ₁₆	mg/kg TS	-/-			3	3	3(9) ⁸⁾	30	k.A.
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,06			0,3	0,6	0,9	3	Z 0

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Tabelle II. 1.2-3 und Tabelle II. 1.2.-5)

Parameter	Dimension	Analysewert	Z 0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Zuordnung
pH-Wert	-	8,8	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	Z 0/Z 0*
Leitfähigkeit	µS/cm	61,9	250	250	1500	2000	Z 0/Z 0*
Chlorid	mg/l	1,6	30	30	50	100 ⁹⁾	Z 0/Z 0*
Sulfat	mg/l	6	20	20	50	200	Z 0/Z 0*
Cyanid	µg/l	<5	5	5	10	20	Z 0/Z 0*
Arsen	µg/l	<10	14	14	20	60 ¹⁰⁾	Z 0/Z 0*
Blei	µg/l	<10	40	40	80	200	Z 0/Z 0*
Cadmium	µg/l	<0,5	1,5	1,5	3	6	Z 0/Z 0*
Chrom (gesamt)	µg/l	<3	12,5	12,5	25	60	Z 0/Z 0*
Kupfer	µg/l	<2	20	20	60	100	Z 0/Z 0*
Nickel	µg/l	<2	15	15	20	70	Z 0/Z 0*
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,5	<0,5	1	2	Z 0/Z 0*
Zink	µg/l	9	150	150	200	600	Z 0/Z 0*
Phenolindex	µg/l	<10	20	20	40	100	Z 0/Z 0*

n.n. = nicht nachgewiesen

n.b. = nicht bestimmbar

n.a. = nicht analysiert

k.A. = keine Angabe

1) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

4) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

6) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

7) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C10 bis C40), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

8) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und < 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

9) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

10) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Hinweis:

Die Zuordnung erfolgt ausschließlich auf formaler Grundlage und ist nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Einzel- und Sonderfallregelungen (z. B. durch Fußnoten) sind nicht berücksichtigt. Diese Zuordnung ersetzt keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen.

WESSLING GmbH, Oststr. 7, 48341 Altenberge

igb Gey & John GbR
Beratende Ingenieurgeologen
Herr Dipl.-Geol. Andreas Gey
An der Kleimannbrücke 13
48157 Münster

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: H.-P. Janett
Durchwahl: +49 2505 89 154
Fax: +49 2505 89 185
E-Mail: Heinz-Peter.Janett@wessling.de

Prüfbericht

Projekt: 17-10685 - Werne

Prüfbericht Nr.	CAL17-066574-1	Auftrag Nr.	CAL-09709-17	Datum	22.06.2017
Probe Nr.	17-091914-01				
Eingangsdatum	12.06.2017				
Bezeichnung	RKS 37 (oben)				
Probenart	Bohrkern/Asphalt				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	500 ml PE				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	12.06.2017				
Untersuchungsende	22.06.2017				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-091914-01				
Bezeichnung	RKS 37 (oben)				
Brechen		OS	14.06.2017		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000		
Frischmasse der Messprobe	g	OS	100		

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	17-091914-01				
Bezeichnung	RKS 37 (oben)				
Naphthalin	mg/kg	OS	<1,0		
Acenaphthylen	mg/kg	OS	<1,0		
Acenaphthen	mg/kg	OS	<1,0		
Fluoren	mg/kg	OS	<1,0		
Phenanthren	mg/kg	OS	<1,0		
Anthracen	mg/kg	OS	<1,0		
Fluoranthren	mg/kg	OS	<1,0		
Pyren	mg/kg	OS	<1,0		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	OS	<1,0		
Chrysen	mg/kg	OS	<1,0		

Prüfbericht Nr. **CAL17-066574-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**

Probe Nr.				17-091914-01
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	OS	<1,0	
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	OS	<1,0	
Benzo(a)pyren	mg/kg	OS	<1,0	
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	OS	<1,0	
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	OS	<1,0	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	OS	<1,0	
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	OS	-/-	

Im Eluat**Summenparameter**

Probe Nr.				17-091914-01
Bezeichnung				RKS 37 (oben)
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01	

Prüfbericht Nr. **CAL17-066574-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**

Probe Nr.	17-091914-02
Eingangsdatum	12.06.2017
Bezeichnung	RKS 37 (unten)
Probenart	Bohrkern/Asphalt
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	500 ml PE
Anzahl Gefäße	1
Untersuchungsbeginn	12.06.2017
Untersuchungsende	22.06.2017

Probenvorbereitung

Probe Nr.	17-091914-02		
Bezeichnung	RKS 37 (unten)		
Brechen	OS	14.06.2017	
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000
Frischmasse der Messprobe	g	OS	100

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	17-091914-02		
Bezeichnung	RKS 37 (unten)		
Naphthalin	mg/kg	OS	<1,0
Acenaphthylen	mg/kg	OS	<1,0
Acenaphthen	mg/kg	OS	<1,0
Fluoren	mg/kg	OS	<1,0
Phenanthren	mg/kg	OS	<1,0
Anthracen	mg/kg	OS	<1,0
Fluoranthren	mg/kg	OS	<1,0
Pyren	mg/kg	OS	<1,0
Benzo(a)anthracen	mg/kg	OS	<1,0
Chrysen	mg/kg	OS	<1,0
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	OS	<1,0
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	OS	<1,0
Benzo(a)pyren	mg/kg	OS	<1,0
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	OS	<1,0
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	OS	<1,0
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	OS	<1,0
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	OS	-/-

Im Eluat

Prüfbericht Nr. CAL17-066574-1 Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**

Summenparameter

Probe Nr.	17-091914-02		
Bezeichnung	RKS 37 (unten)		
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01

 Prüfbericht Nr. **CAL17-066574-1** Auftrag Nr. **CAL-09709-17** Datum **22.06.2017**

Abkürzungen und Methoden

Brechen	DIN ISO 11464 ^A
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	DIN 38414 S23 ^A
Auslaugung, Schüttelverfahren WF-10 l/kg	DIN EN 12457-4 ^A
Phenol-Index in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14402 ^A
OS	Originalsubstanz
WE	Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik Altenberge
 Umweltanalytik Altenberge
 Umweltanalytik Altenberge
 Umweltanalytik Altenberge



Heinz-Peter Janett
 Dipl.-Biologe
 Abteilungsleiter Umwelt