

Gesamtinstandsetzung A3 Abschnitt II, AS Rösrath bis AS Lohmar Durchlass Schwarzer Siefenbach

Bauherr

Die Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Rheinland I Außenstelle Köln, Deutz-
Kalker-Straße 18 – 26, 50679 Köln

Objektplaner

Ingenieurgemeinschaft A3 Rösrath, c/o Fischer Teamplan, Holzdam 8, 50374 Erftstadt

Geotechnischer Bericht

ICG Ingenieure GmbH, Theodorstraße 178, 40472 Düsseldorf

Datum

25.03.2025

A large, stylized blue ink signature of Patrick Lammertz, written over a horizontal line.

Dr.-Ing. Patrick Lammertz
Sachverständiger / Gutachter

A blue ink signature of Martin Cremer, written over a horizontal line.

Martin Cremer, B.Sc.
Projektingenieur

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	4
2	Unterlagen	5
3	Baugrund	5
3.1	Geologischer und hydrogeologischer Überblick	5
3.2	Erkundungsprogramm	6
3.3	Baugrundaufbau	7
3.3.1	Auffüllungen (Schicht 1)	8
3.3.2	Gewachsener Boden (Schichten 2 und 3)	9
3.4	Sensorische Beurteilung der Bodenproben	10
3.5	Chemische Analysen	11
3.5.1	Chemisches Untersuchungsprogramm nach EBV (2025)	11
3.5.2	Chemisches Untersuchungsprogramm nach LAGA (2018)	13
3.5.3	Hinweise zur Durchführung der Aushub-, Separierungs- und Entsorgungsarbeiten	14
3.6	Homogenbereiche	16
3.7	Erdbebenzone	18
3.8	Bodenmechanische Kennwerte	19
4	Grundwasser	20
5	Geotechnische Stellungnahme	21
5.1	Rohrvortrieb	21
5.2	Baugruben	23
5.2.1	Angaben zur Bemessung	23
5.2.2	Bohrpfahlwand	25
5.2.3	Spundwandverbau	26

5.2.4	Weitere Hinweise	27
6	Schlussbemerkung	27

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan mit Lage der Erkundungspunkte
Anlage 2	Bohrprofile und Sondierdiagramme
Anlage 3.1	Übersicht Bodenmechanische Laborversuche
Anlage 3.2	Korngrößenverteilung
Anlage 3.3	Zustandsgrenzen
Anlage 3.4	Glühverlust
Anlage 3.4	Wassergehalt
Anlage 4.1	Untersuchungsbericht AU88419 vom 03.02.2025, SEWA GmbH
Anlage 4.2	Chemische Analyseergebnisse, tabellarische Übersicht (EBV)
Anlage 4.3	Untersuchungsbericht AU61875 vom 05.04.2018, SEWA GmbH
Anlage 4.4	Chemische Analyseergebnisse, tabellarische Übersicht (LAGA)
Anlage 5	Eigenschaften und Kennwerte der Bodenschichten

1 Veranlassung

Im Rahmen des Projektes Gesamtinstandsetzung BAB A3, Abschnitt II zwischen den Anschlussstellen Rösrath und Lohmar ergibt sich etwa bei Autobahn-km 17,44 aufgrund von Tragfähigkeitsdefiziten die Notwendigkeit eines Ersatzneubaus für das Bauwerk BW 5109 786 (Durchlass: Schwarzer Siefenbach).

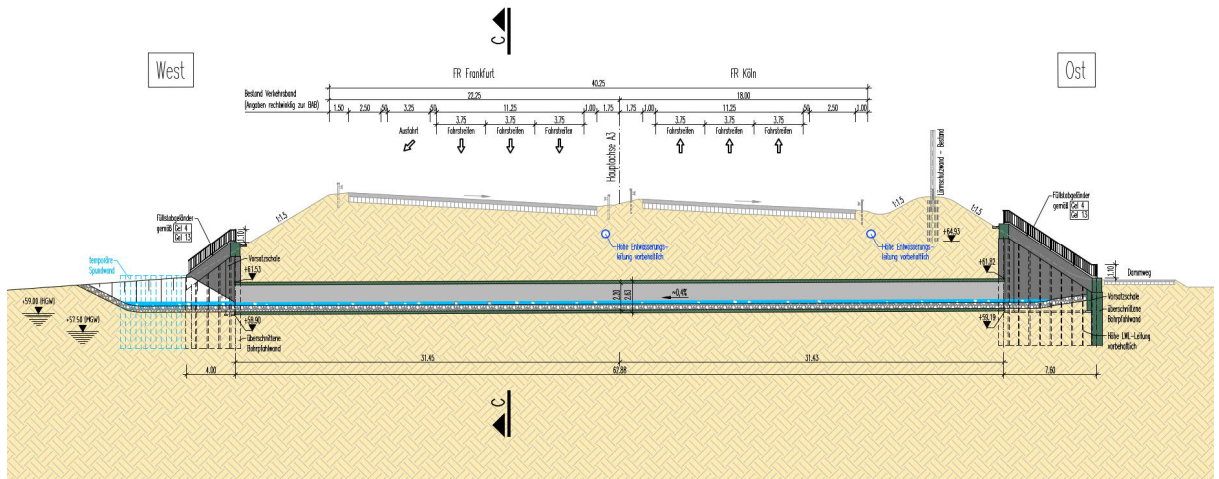


Bild 1-1 Ersatzneubau – Längsschnitt A-A (aus [1])

Der Ersatzneubau soll rund 11 m nördlich des Bestandsbauwerks in geschlossener Bauweise hergestellt werden. Es geplant, diesen als Rohrvortrieb DN 2200 auf einer Länge von ca. 63 m auszuführen. Für die Start- und Zielbaugruben ist eine überschnittene Bohrpfehlwand geplant.

Die ICG Düsseldorf wurde von der Ingenieurgesellschaft A3 Rösrath beauftragt, für den geplanten Ersatzneubau eine Baugrunduntersuchungen durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht (Baugrundgutachten) auf der Grundlage des derzeitigen Planungsstandes auszuarbeiten.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Lohmar, UF Siefenbach, km 17,436, BW-Nr. 5109-786 (alt), BW-Nr. 5109-594 (neu); Grundriss, Längsschnitt, Entwurfszeichnung, Maßstab 1:200; Unterlage 8, Blatt Nr.: 01; Vorabzug, Datum: 24.03.2025; Aufsteller: Fischer Ingenieurbüro GmbH + Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH

3 Baugrund

3.1 Geologischer und hydrogeologischer Überblick

Nach der vorliegenden Geologischen Karte (Blatt 5109, Lohmar) ist der Baugrund im Untersuchungsbereich durch die Flussaufschüttungen von Sülz und Agger geprägt, bei denen es sich zuoberst um Hochflutablagerungen aus feinkörnigen, bindigen Böden und darunter um Terrassensedimente aus Sanden und Kiesen (grobkörnige, nichtbindige Böden) handelt. Die Gesamtmächtigkeit dieser Flussablagerungen kann bis zu 15 m betragen.

Im Liegenden folgt das Grundgebirge, das aus den unterdevonischen Odenspieler Schichten besteht, die sich überwiegend aus braunen oder grauen, plattigen bis bankigen Grauwackensandsteinen aufbauen und untergeordnet Tonschiefereinlagerungen enthalten. An der Oberkante der Grundgebirgsschichten kann bereichsweise ein mehr oder weniger stark ausgeprägter Verwitterungshorizont in einer Mächtigkeit von mehreren Metern vorhanden sein.

Im Untersuchungsbereich sind oberflächennah großflächige anthropogene Auffüllungen zu erwarten, insbesondere dort, wo die BAB A3 in Dammlage verläuft. Erfahrungsgemäß können diese Auffüllungen neben umgelagerten natürlichen Böden mit mineralischen Fremdbestandteilen (z.B. Bauschutt, Schlacken, Aschen, etc.) auch konzentriert abgelagerte Schichten enthalten.

Als Grundwasserleiter dienen insbesondere die gut durchlässigen Sande und Kiese der Terrassenablagerungen, die in die Vorfluter Sülz und Agger entwässern. Bei hohen Grundwasserständen ist davon auszugehen, dass das Grundwasser gespannt unterhalb der bindigen Deckschicht der Hochflutablagerungen ansteht.

3.2 Erkundungsprogramm

Zur Erkundung des Baugrundaufbaus und der Bodenschichtung im Bereich des Durchlasses „Schwarzer Siefenbach“ sowie zur Entnahme von Bodenproben wurden durch die ICG im Oktober 2017 sowie durch die Bohrunternehmung Schützeichel im Juni 2018 folgende geotechnische Untersuchungen (direkte und indirekte Aufschlüsse) ausgeführt:

- 2 großkalibrige Bohrungen B 1 und B 2 nach DIN EN ISO 22475-1 mit Tiefen von 16 m, Bohrdurchmesser $\varnothing$ 178/146 mm
- 3 Kleinrammbohrungen (KRB 1, 2 und 3) nach DIN EN ISO 22475-1 mit Tiefen von 7,5 bis 10,0 m, Bohrdurchmesser $\varnothing$ 80 bis 60 mm (teleskopierend), zur Erkundung des Baugrundaufbaus und zur Entnahme von Bodenproben
- 3 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1, 2 und 3) nach DIN EN ISO 22476-2 mit Tiefen von 6,6 bis 10,0 m zur Bestimmung der Festigkeit (Lagerungsdichte, Zustandsform) der anstehenden Böden

Zudem erfolgten angepasst an die nunmehr vorliegende Planung Ende des Jahres 2024 die nachstehend aufgeführten ergänzenden geotechnischen Untersuchungen:

- 3 Kleinrammbohrungen (KRB 207, 208 und 209) nach DIN EN ISO 22475-1 mit Tiefen von 6,0 m, Bohrdurchmesser $\varnothing$ 50 – 80 mm
- 2 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 207 und 209) nach DIN EN ISO 22476-2 mit Tiefen von 6,0 m

Die Ansatzpunkte der direkten und indirekten Aufschlüsse wurden von der ICG lage- und höhenmäßig im örtlichen System (mNHN-Werte, Rechts und Hochwert)

eingemessen und sind im Lageplan der Anlage 1 eingetragen. Die zugehörigen Bohrprofile und Rammdiagramme finden sich in Anlage 2.

Den Kleinrammbohrungen sowie den großkalibrigen Bohrungen wurden insgesamt 101 Bodenproben der Güteklasse 3 und 4 nach DIN EN 1997-2 entnommen. Die gewonnenen Bodenproben wurden vor Ort hinsichtlich ihrer granulometrischen Zusammensetzung sowie organoleptisch angesprochen und in Schichtenverzeichnisse gemäß DIN EN ISO 14688-1 eingetragen.

Zur Klassifizierung der Böden sowie zur Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden sechs repräsentative Bodenproben für Untersuchungen im Labor ausgewählt, die in den Profilen der Anlage 2 markiert sind. Das Programm für die bodenmechanischen Laborversuche umfasst:

- 10 x Bestimmung der Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17892-4)
- 2 x Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN 18122)
- 1 x Bestimmung des Wassergehaltes (DIN EN ISO 17892-1)
- 1 x Bestimmung des Glühverlustes (DIN 18128)

Die Ergebnisse der ausgeführten Laborversuche sind in Anlage 3.1 zusammengefasst. Die detaillierten Ergebnisse können den Anlagen 3.2 und 3.3 entnommen werden.

3.3 Baugrundaufbau

Die Ergebnisse der Baugrunderkundung bestätigen vom Grundsatz her die generellen geologischen Verhältnisse. Die Hochflutablagerungen der Agger wurden dabei jedoch nur in sehr geringer Restmächtigkeit erkundet bzw. fehlen vollständig. Stattdessen wurden überwiegend aufgefüllte Böden vorgefunden. Das devonische Grundgebirge wurde aufgrund der geringen Tiefe der durchgeführten Aufschlüsse erwartungsgemäß nicht angetroffen.

Der Baugrund wird demnach aus bautechnischer Sicht in drei Schichten eingeteilt:

- Schicht 1: Auffüllungen
aus natürlichen Böden und Fremdstoffen
- Schicht 2: Hochflutablagerungen
Schluff, teils, tonig, sandig, teils organisch
- Schicht 3: Terrassensedimente
Kies, sandig, schwach schluffig

Die einzelnen Baugrundsichten lassen sich anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse wie folgt beschreiben:

3.3.1 Auffüllungen (Schicht 1)

Die Geländeoberfläche befindet sich in den Aufschlusspunkten

- B 1, B 2 und KRB 208 (Autobahndamm) auf den Ordinaten 68,8 bis 67,5 mNHN, sowie
- in den Kleinbohrungen KRB 1 bis 3, KRB 207 und KRB 209 (West- bzw. Ostseite des Durchlasses) auf den Ordinaten von 62,0 bis 61,5 mNHN.

Die Geländeoberfläche ist teils mit Schwarzdecke mit Dicken von 13 bis 34 cm befestigt und teils lediglich mit einer Grasnarbe sowie mit Wurzelresten durchsetzten Schluffen und Sanden bedeckt. Unterhalb der Geländeoberfläche wurden zunächst Auffüllungen mit Gesamtmächtigkeiten von

- 6,0 bis 7,1 m in Dammlage, sowie
- 1,7 bis 3,4 m an der West- bzw. Ostseite des Durchlasses

angetroffen.

Die Auffüllungen bestehen vorwiegend aus Schluff-, Sand- und/oder Kiesgemischen, die bereichsweise schwache Anteile mineralischer Fremdstoffe wie Bauschutt,

Schlacke, Schotter, Aschen, Ziegelbruch, Teer- und Dachpappenreste sowie Steine und Felsschutt mit Kantenlängen bis zu 20 cm enthalten. Zudem wurden konzentriert abgelagerte Schichten aus Betonresten, Felsschutt, Bauschuttresten und Schotter mit Dicken von bis zu 0,5 m festgestellt. Insbesondere im Bereich des Autobahndamms sind in unregelmäßiger Lage und Menge Betonbruchstücke mit Kantenlängen von teils 10 bzw. 15 cm in Erscheinung getreten. Hinsichtlich der Kantenlänge ist allerdings davon auszugehen, dass die Betonbruchstücke durch den Bohrvorgang zerkleinert worden sind und somit auch größere, blockartige Betonbruchstücke (> 20 cm bis 63 cm und größer) innerhalb des Dammkörper eingeschaltet sein können.

Nach der Bodenansprache besaßen die angeschütteten bindigen Böden (Schluffe) zum Zeitpunkt der Erkundung eine meist steife Konsistenz. Im Bereich des Autobahndamms wurden auch Schluffe angetroffen, die eine weiche bis steife Konsistenz aufwiesen.

Wie die Ergebnisse der schweren Rammsonde zeigen, liegen die nichtbindigen Auffüllungen bei Schlagzahlen von meist $N_{10H} = 5$ bis 30 in einer mitteldichten bis dichten Lagerung vor.

3.3.2 Gewachsener Boden (Schichten 2 und 3)

Hochflutablagerungen (Schicht 2)

Unterhalb der Auffüllungen wurden in KRB 1, KRB 3 und KRB 209 sowie auch in B 2 in sehr geringen Restmächtigkeiten von 0,2 bzw. 0,9 m Hochflutablagerungen der Agger erkundet. In KRB 207, KRB 208, KRB 2 und B 1 fehlt diese Schicht vollständig.

Bei den Hochflutablagerungen handelt es sich generell um feinsandige, teils tonige Schluffe, die teils schwache organische Beimengungen enthalten können, sowie untergeordnet auch um schwach tonige, schluffige, kiesige Sande im Übergangsbereich zu den Terrassensedimenten. Die Sande können auf der Grundlage der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche in die Bodengruppe SU*(Sand-Schluff-Gemische) und die Schluffe in die Bodengruppe UL (leicht plastische Tone) nach DIN 18196 eingestuft werden (siehe Anlage 3.1).

Die Schluffe bzw. Tone wiesen zum Zeitpunkt der Baugrunderkundungen eine steife Konsistenz auf. Die Sande besitzen eine lockere bis mitteldichte Lagerung ($I_D = 0,15$ bis $0,50$).

In KRB 1 wurde zudem zum Schichtbeginn eine etwa 20 cm mächtige Lage eines weichen, sandigen Torfes angetroffen, der einen Glühverlust von etwa 25 % (stark organisch) sowie einen Wassergehalt von ca. 57 % aufweist.

Terrassensedimente (Schicht 3)

Ab einer Tiefe von etwa 61,1 bis 58,2 mNHN wurden jeweils bis zum Aufschlusstiefsten Terrassenablagerungen der Agger erkundet, die überwiegend aus schwach schluffigen, sandigen Kiesen bestehen, in denen bereichsweise dünnlagige sandige und schluffige Zwischenlagen eingeschaltet sind.

An fünf Proben der Terrassenablagerungen wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Gemäß den in Anlage 3.2.2 dargestellten Ergebnissen dieser Analysen bestehen die Proben aus etwa 24 bis 47 M.-% Sand, ca. 42 bis 69 M.-% Kies und weisen einen Schlämmkornanteil von ca. 7 bis 12 M.-% auf. Somit können die Bodenproben nach DIN 18196 der Bodengruppe Kies-Schluff-Gemische (GU) zugeordnet werden.

Die Ergebnisse der ausgeführten Rammsondierungen lassen mit Schlagzahlen von etwa $N_{10H} = 10$ bis 30 auf eine durchschnittlich mitteldichte Lagerung ($I_D = 0,35$ bis $0,65$) und von etwa $N_{10H} = 30$ bis > 50 auf eine dichte bis sehr dichte Lagerung ($I_D = 0,65$ bis $> 0,85$) schließen. Noch deutlich höhere Schlagzahlen von $N_{10H} >> 50$ deuten auf verkittete, verfestigte Zonen sowie auf grobstückige Einlagerungen (Steine und Blöcke) hin.

3.4 Sensorische Beurteilung der Bodenproben

Die organoleptische Beurteilung der erbohrten Auffüllungen ergab, dass diese unterhalb des bereichsweise vorhandenen Straßenoberbaus aus Schwarzdecke und Tragschichten teils in geringem Maße mineralische Fremdbestandteile in Form von

Schlacken, Aschen, Bauschuttresten, Ziegelbruch oder Bims enthalten. Außerdem wurde in KRB 1 eine 25 cm dicke Betonschicht erkundet.

Alle gewachsenen Böden waren organoleptisch unauffällig.

Anhand der sensorischen Beurteilung ergaben sich somit keine direkten Hinweise auf schädliche Bodenverunreinigungen.

3.5 Chemische Analysen

3.5.1 Chemisches Untersuchungsprogramm nach EBV (2025)

Aus dem entnommenen Probenmaterial wurden für die Ausführung von chemischen Analysen insgesamt neun Bodenproben für chemische Untersuchungen zusammengestellt. Das chemische Untersuchungsprogramm ist der Tabelle 3-1 zu entnehmen.

Die für chemische Untersuchungen ausgewählten Proben sind zusätzlich in dem Bohrprofilen der Anlage 2 farbig gekennzeichnet.

Tab. 3-1: Chemisches Untersuchungsprogramm

Probe	Aufschluss/ Probe-Nr.	Tiefe[m]	Bodenansprache	Untersuchungsparameter
MP 1	KRB 207/1	0,05 – 0,8	A, S, u, g', wu-re	EBV Anl. 1 Tab. 3 BM-0 bis BM-F3 + DepV Anl. 3 Tab. 2 DKI – DKII
	KRB 207/2	0,8 - 1,5	A, U, fs, g', z-stck	
	KRB 207/3	1,5 – 1,7	A, S, g, u', (Hausbrand)	
MP 2	KRB 208/4	0,7 - 1,1	A, S, g*, u'', u-str', k''	EBV Anl. 1 Tab. 3 BM-0 bis BM-F3 + DepV Anl. 3 Tab. 2 DKI – DKII
	KRB 208/5	1,1 - 2,2	A, U, s*, g, z-stck	
	KRB 208/6	2,2 - 3,1	A, Zsch, s, u, g'	
	KRB 208/7	3,1 - 4,6	A, U, s, t', g', z-stck	
	KRB 208/8	4,5 - 6,0	A, S, u, g', z-stck	
EP 1	KRB 208/1	0,0 – 0,13	A, SD, zerbohrt, k*	RuVA – StB 01

Chemische Untersuchungsergebnisse und Bewertung

Mit der Durchführung der chemischen Untersuchungen wurde die SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen von der ICG beauftragt. Die Analysenergebnisse sind im Detail dem als Anlage 4.1 beigefügten Untersuchungsbericht AU88419 vom 03.02.2025 der SEWA GmbH zu entnehmen.

Zur besseren Übersicht sind die Ergebnisse der chemischen Analysen nach den Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung (hier kurz: EBV), der DepV und der RuVA-StB 01 in der Anlage 4.2 tabellarisch zusammengefasst. Die Tabelle der Anlage 4.3 enthält dazu die maßgebenden Material-, Überwachungs- und Zuordnungswerte der Ersatzbaustoffverordnung und der Deponieverordnung.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen werden in der nachfolgenden Tabelle nochmals zusammengefasst. Die abfallrechtliche bzw. entsorgungstechnische Einteilung der untersuchten Probenmaterialien ist hierbei vor dem Hintergrund der Probenahme der Böden in-situ im Rahmen der stichprobenartigen Baugrunduntersuchung als vorläufig zu betrachten.

Tab. 3-2: Abfalltechnische Klassifizierung

Probe	Boden / Material (Schicht)	EBV	Deponie- klasse	RuVA-StB 01
MP 1: KRB 207/1 KRB 207/2 KRB 207/3	A, S, u, g', wu-re A, U, fs, g', z-stck A, S, g, u', (Hausbrand)	> BM-F3	(DK III)	-
MP 2: KRB 208/4 KRB 208/5 KRB 208/6 KRB 208/7 KRB 208/8	A, S, g*, u'', u-str', k'' A, U, s*, g, z-stck A, Zsch, s, u, g' A, U, s, t', g', z-stck A, S, u, g', z-stckw	BM-0*	DK I	-
EP 1 SCH 2/2	A, SD, zerbohrt, k*	-	-	Verwertungs- klasse A

Die stark erhöhten PAK-Gehalte der MP 1 sind vermutlich auf die Hausbrandreste (Teer-, Dachpappe, Aschen etc.) zurückzuführen. Hierbei handelt es sich gemäß den gemessenen Konzentrationen um „gefährlichen Abfall“. Zur Eingrenzung von

möglichen Hotspots sind ergänzende Erkundungen erforderlich. Es wird empfohlen, im Zuge der weiteren Planung ein Aushub- und Entsorgungskonzept auszuarbeiten.

3.5.2 Chemisches Untersuchungsprogramm nach LAGA (2018)

Von den erkundeten Auffüllungen wurden nach organoleptischer Beurteilung insgesamt zwei Proben der vorhandenen Schwarzdecken, zwei Proben der Tragschichten (Schotter) sowie fünf Proben der weiteren angeschütteten Böden ausgewählt und für die Ausführung von chemischen Analysen zu insgesamt vier Mischproben zusammengestellt.

Die Proben der Schwarzdecken und der Schottertragschicht wurden nach den Vorgaben der RuVA-StB 01 auf die Parameter PAK im Feststoff und Phenolindex im Eluat untersucht.

Die Tabelle 3-3 enthält eine Zusammenstellung der von der ICG für die chemische Analytik ausgewählten Boden- und Materialproben und den daran ausgeführten Analysenumfang. In den Bohrprofilen der Anlage 2 sind die untersuchten Proben zusätzlich farblich gekennzeichnet.

Tab. 3-3: Übersicht analysierter Boden- und Baustoffproben

Probe	Aufschluss	Entnahmetiefe [m unter GOK]	Boden-ansprache	Material	Untersuchungs- umfang
MP 1	KRB 2 KRB 3	0,0 – 0,16 0,0 – 0,15	A, SD A, SD	Oberflächenbefestigung	PAK (F) Phenolindex (E)
MP 2	KRB 2 KRB 3	0,3 – 0,75 0,15 – 0,6	A, So, s A, So, s	Tragschicht	PAK (F) Phenolindex (E)
MP 3	KRB 2 KRB 3	1,0 – 3,4 1,4 – 2,0	A, U, fs, g, b'', zb'', Bims'' A, U, fs, g'	Auffüllung	LAGA M 20 (1997) TOC (F)
MP 4	KRB 1 KRB 1 KRB 1	0,5 – 0,8 0,8 – 1,1 1,1 – 1,7	A, U, fs, g' A, U, fs, sst-stck A, U, fs, g, sst-stck	Auffüllung	LAGA M 20 (1997) TOC (F)

F = Feststoff; E = Eluat

Ergebnisse der chemischen Analysen

Die Analysenergebnisse der untersuchten Boden- und Baustoffproben können dem Untersuchungsbericht Nr. AU61875 der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH vom 05.04.2018 entnommen werden, der dem vorliegenden Bericht in Anlage 6.1 vollständig beigelegt ist.

Zur besseren Übersicht sind die chemischen Analysenergebnisse der beiden nach den Vorgaben der LAGA M 20 untersuchten Bodenproben in Anlage 6.2 tabellarisch zusammengefasst und es wird eine abfalltechnische Einstufung vorgeschlagen. Die Tabelle enthält außerdem die maßgebenden Zuordnungswerte der LAGA TR Boden (2004).

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Mischprobe MP 1 aus Schwarzdecken ist nach den Vorgaben der RuVa-StB 01 als Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A zu charakterisieren.
- In der Mischprobe MP 2 konnten PAKs im Feststoff und der Phenolindex im Eluat nicht oberhalb der analytischen Nachweisgrenzen gemessen werden.
- Die beiden untersuchten Mischproben der schluffigen Auffüllungen (MP 3 und MP 4) sind nach den Vorgaben der LAGA TR Boden (2004) in die Einbauklasse 1 einzustufen, wofür jeweils ein im Feststoff geringfügig erhöhter TOC-Gehalt verantwortlich ist. Alle weiteren untersuchten Parameter beider Proben halten sowohl im Feststoff als auch im Eluat die Zuordnungswerte der Einbauklasse 0 für die Bodenart Lehm/Schluff ein. Es wird empfohlen die Auffüllungen generell der Einbauklasse 1.2 zuzuordnen.

3.5.3 Hinweise zur Durchführung der Aushub-, Separierungs- und Entsorgungsarbeiten

Gemäß den geltenden abfallrechtlichen Bestimmungen sind die bei der Durchführung der Erdaushubarbeiten voraussichtlich als Abfall anfallenden Aushubmaterialien ihrer stofflichen und chemischen Zusammensetzung entsprechend getrennt aufzunehmen und einer geeigneten Entsorgung zuzuführen, wobei grundsätzlich eine Verwertung vorrangig vor einer Beseitigung anzustreben ist.

Gemäß den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und den darauf basierenden abfalltechnischen Einstufungen nach den Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung sind die angetroffenen Materialien vom Grundsatz her für eine Wiederverwertung geeignet.

Grundsätzlich ist darüber hinaus nicht vollständig auszuschließen, dass örtlich auch Materialien mit organoleptischen Auffälligkeiten angetroffen werden, die im Rahmen der punktuellen Baugrunderkundungen nicht erfasst worden sind. Diese Materialien müssen separiert, zwischengelagert, chemisch analysiert und hinsichtlich ihrer Entsorgung gesondert eingestuft werden.

Bei den Aushubarbeiten sind die Auffüllungen aus Bodenmaterialien (MP 1, MP 2, EP 1) mit einem Anteil an mineralischen Fremdbestandteilen von ≤ 50 Vol. % aufzunehmen und für die Durchführung ggf. erforderlicher baubegleitender Analysen für den Wiedereinbau bzw. für die Entsorgung bei einer geeigneten Verwertungsstelle zwischenzulagern.

Sofern ein Einbau dieser Materialien in technische Bauwerke beabsichtigt wird, sind die Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung bezüglich der Untersuchung und Klassifizierung von nicht aufbereitetem Bodenmaterial zu beachten. Demensprechend sind die anfallenden Bodenaushubmaterialien vom Erzeuger und Besitzer unverzüglich nach dem Aushub oder dem Abschieben auf die zur Bestimmung einer Materialklasse erforderlichen Parameter der Tabelle 3 in Anlage 1 der Ersatzbaustoffverordnung untersuchen zu lassen und auf der Grundlage der Ergebnisse in eine Materialklasse einzuteilen. Ergebnisse einer in-situ Untersuchung und damit der vorliegenden Untersuchung können dabei verwendet werden, sofern sich die Beschaffenheit des Bodens zum Zeitpunkt des Aushubs oder des Abschiebens nicht durch nutzungsbedingte oder sonstige Schadstoffeinträge verändert hat. Dies ist entsprechend baubegleitend zu prüfen und zu entscheiden. Die in diesem Bericht enthaltenen Bewertungen der voraussichtlich anfallenden Aushubmaterialien nach den Kriterien der Ersatzbaustoffverordnung sind insofern als vorläufig zu betrachten.

Von den ausführenden Unternehmen sind neben Deklarationsanalysen und der Erstellung einer Entsorgungsdokumentation sämtlicher Abfälle auch alle notwendigen Abstimmungen mit den zuständigen Behörden vorzunehmen.

Die im Einzelnen vom Fachentsorger in Anspruch genommenen Verwertungs- und Aufbereitungsanlagen sowie Deponien müssen rechtzeitig vor Baubeginn mitgeteilt werden.

3.6 Homogenbereiche

Der in Kapitel 3.3 beschriebene Baugrund wird auf der Grundlage der Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen sowie den Erfahrungen mit gleichartigen Böden gemäß den Anforderungen der VOB Teil C 2016 in Homogenbereiche eingeteilt. Eine Beschreibung des Baugrunds über Homogenbereiche ist bei der vorliegenden Baumaßnahme nach derzeitigem Planungsstand für die folgenden Bauleistungen bzw. DIN-Regelwerke durchzuführen:

- DIN 18300 - Erdarbeiten
- DIN 18301 - Bohrarbeiten
- DIN 18304 - Ramm-, Rüttel- und Verpressarbeiten
- DIN 18319 - Rohrvortriebsarbeiten

Eine Übersicht zur gewählten Einteilung des Baugrunds bzw. der Schichteinheiten in Homogenbereiche zeigt die Tabelle 3-1.

Tab. 3-1: Voreinstufung der Baugrundsichten in Homogenbereiche nach Gewerken

Schichteinheit	Homogenbereiche nach Gewerken (Voreinstufung)				
	DIN 18300 - Lösen-	- Ein- bauen -	DIN 18301 -	DIN 18304 -	DIN 18319 -
Schicht 1: Auffüllungen	LÖS - I	EIN - I	BOHR - I	RAM - I	ROHR - I
Schicht 2: Hochflutablagerungen	LÖS - II	EIN - II			
Schicht 3: Terrassensedimente	LÖS - III	EIN - III			

Die vorgenommene Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche stellt eine Empfehlung dar, die im Zuge der Ausschreibung vom Planer / Bauherrn zu überprüfen ist. Erforderlichenfalls sind die vorgeschlagenen Homogenbereiche zu modifizieren.

Die für die Homogenbereiche anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sind in Anlage 5 tabellarisch zusammengefasst. Zudem wird auf Folgendes hingewiesen:

- Nicht enthalten in dieser Einteilung in Homogenbereiche sind in der Anschüttung vorhandene grobstückige Einlagerungen oder Reste ehemaligen Bebauung (Fundamente, Mauerwerk, Anker etc.) sowie die Straßenbefestigung einschließlich der Schottertragschicht. Diese Materialien sind gesondert aufzunehmen und abzurechnen.
- Die feinkörnigen, bindigen Böden und bindigen Mischböden können aufgrund der gering plastischen Eigenschaften im wassergesättigten Zustand (Wasserzutritt, Niederschlag etc.) bei dynamischen Einflüssen (Baustellenverkehr, Erdbau, Bohrtätigkeit etc.) rasch von einer weichen bis steifen Konsistenz in eine breiige/flüssige Zustandsform übergehen. Dies ist bei den Erdbauarbeiten zu berücksichtigen.
- Untersuchungen zur Abrasivität der Lockergesteine wurden nicht vorgenommen. Nach den vorliegenden Erfahrungen sind die gewachsenen und

angeschütteten Schluffe (Schicht 1 und 2) als kaum bis schwach abrasiv zu beurteilen, während die Böden der Schicht 3 (Kiese und Sande) sowie die aufgefüllten Böden und Fremdstoffe der Schicht 1 aufgrund des relativ hohen Quarzanteils als stark bis extrem abrasiv einzustufen sind.

- Die Sande und Kiese der Schicht 3 sind aufgrund ihrer Festigkeit als schwer bis schwerst rammbar einzustufen. Hilfsmaßnahmen (z. B. Lockerungsbohrungen etc.) sind einzuplanen.

Oberboden und Böden mit organischen Beimengungen (Schicht 1 und 2)

Oberboden stellt einen eigenen Homogenbereich dar. Die Oberbodenarbeiten sind in der DIN 18320 „Landschaftsbauarbeiten“ geregelt. Der Oberboden wird wie folgt eingeteilt:

- **Bodengruppen nach DIN 18196**
[OU] – Schluffe mit organischen Beimengungen
[OH] – grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art
- **Bodengruppen nach DIN 18915**
4 – schwachbindiger Boden
6 – bindiger Boden
8 – stark bindiger Boden
- **Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688, Teil 1 und 2**
Steine < 10 %
Blöcke 0 %
große Blöcke 0 %

3.7 **Erdbebenzone**

Nach DIN 4149:2005-04 liegt das Untersuchungsgebiet in der Erdbebenzone 1 (Gebiete, denen gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau ein Intensitätsintervall von $6,5 < 7,0$ zuzuordnen ist. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung

beträgt $0,4 \text{ m/s}^2$.) und ist der Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund) zuzuordnen.

3.8 Bodenmechanische Kennwerte

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse und der örtlichen Erfahrungen können die bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden bindigen und nichtbindigen Böden durch die in Tabelle 3-2 dargestellten Kennwerte beschrieben werden.

Tab. 3-2: Bodenmechanische Kennwerte

Bodenart	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
Schicht 1: Auffüllungen					
Schluff, sandig; teils kiesig, steif	19 – 20	9 – 10	25 – 27,5	2 – 5	5 – 10
Sand und Kies; Schotter mitteldicht gelagert	18 – 19	9 – 10	32,5	0	20 – 30
Schicht 2: Hochflutablagerungen					
Schluff, tonig, feinsandig; weich bis steif	19 – 20	9 – 10	25 – 27,5	2 – 10	6 – 12
Schicht 3: Terrassensedimente					
Kies, sandig, schluffig; mitteldicht bis sehr dicht gelagert	19 – 21	10 – 12	32,5 – 37,5	≈ 0	40 – 100
Zeichenerklärung: γ : Wichte des feuchten Bodens, γ' : Wichte unter Auftrieb ϕ' : Innerer Reibungswinkel, c' : Kohäsion, E_s : Steifemodul, κ : charakteristisch					

4 Grundwasser

Bei den Erkundungsarbeiten im Oktober 2017 wurde in den Kleinrammbohrungen das Grundwasser mit einem Flurabstand zwischen 3,4 und 3,8 m in den Terrassenkiesen angetroffen. Dies entsprach einer Grundwasseroberfläche zwischen etwa 58,1 und 58,2 mNHN.

In den großkalibrigen Bohrungen im Juni 2018 wurde das Grundwasser etwa 10,5 bzw. 9,8 m unter Gelände, d.h. auf der Ordinate 57,0 bzw. 59,0 mNHN nach Ende der Bohrung eingemessen.

Bei den Erkundungsarbeiten im Dezember 2024 wurde in den Kleinrammbohrungen das Grundwasser mit einem Flurabstand zwischen 3,3 und 4,0 m in den Terrassenkiesen angetroffen. Dies entsprach einer Grundwasseroberfläche zwischen etwa 58,0 und 58,2 mNHN.

Nach Auswertung von Grundwasserstandsmessungen des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV) von sieben Grundwassermessstellen im Umfeld der geplanten Baumaßnahme, lassen sich die charakteristischen Grundwasserstände für das Untersuchungsgebiet wie folgt angeben:

- | | | |
|------------------------------|-----|----------------------|
| • niedriger Grundwasserstand | NGW | ~ 55,0 bis 56,5 mNHN |
| • mittlerer Grundwasserstand | MGW | ~ 57,0 bis 58,0 mNHN |
| • hoher Grundwasserstand | HGW | ~ 58,5 bis 59,5 mNHN |

Da sechs der sieben ausgewerteten Grundwassermessstellen im Bereich der Firma GKN Walterscheid GmbH (Produktion- von Land- und Bau maschinenteilen) gelegen sind, ist für diese Messstellen davon auszugehen, dass die aufgezeichneten Grundwasserstände durch eine Wasserentnahme beeinflusst sind. Über das Ausmaß der jährlichen Grundwasserentnahme liegen der ICG keine Informationen vor.

Auf der Grundlage der vorliegenden Informationen wird für die weitere Planung empfohlen, von einem bauzeitlichen Grundwasserstand von **BauHGW = 60 mNHN** auszugehen.

Gemäß den vorliegenden wasserwirtschaftlichen Unterlagen liegt der Bachwasserstand für den Abfluss HQ100 etwa in Höhe der Ordinate 61,77 mNHN.

Das Untersuchungsgebiet liegt nach Information des LANUV außerhalb von Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten und ist keiner Wasserschutzzone zugeordnet.

5 Geotechnische Stellungnahme

5.1 Rohrvortrieb

Die Ordinaten der Rohrsohle wurde in die Bohr- und Sondierprofile der Anlage 2 eingetragen. Hieraus ist zu erkennen, dass der Rohrvortrieb vorwiegend die mitteldicht bis dicht gelagerten Kiese sowie im Bereich der Ein- und Ausfahrten teilweise die sandigen, teils humosen, teils tonigen Schluffe weicher bis steifer Konsistenz durchfährt. Die Rohrsohle liegt im Bereich bzw. unterhalb von hohen Grundwasserständen (BauHGW = 60 mNHN, vgl. Kapitel 4).

Nach den Hinweisen des Arbeitsblattes DWA-A 125 (Rohrvortrieb und verwandte Verfahren) sollte bei der geplanten Vortriebslänge von ca. 63 m und dem Rohrdurchmesser DN 2200 sowie unter Berücksichtigung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse und der örtlichen Randbedingungen ein steuerbares Verfahren wie dem Mikrotunnelbau, zum Beispiel mit Spülförderung und ggf. mit Druckluftpolster (Mixschild, 6.1.3.1.4) oder alternativ auch ein bemanntes steuerbares Verfahren (geschlossenes Schild (z.B. 6.2.3.5) zu Anwendung kommen.

Die Art des Lösens, die Stützung der Ortsbrust sowie die Förderung des gelösten Bodens sind auf die zu durchfahrenden Bodenarten abzustimmen. Die Eigenschaften

und Kennwerte nach DIN 18319 (Rohrvortriebsverfahren) sind in der Tabelle der Anlage 5 aufgelistet (siehe Kapitel 3.6).

Bei der Wahl der Viskosität der Bentonitsuspension ist zu berücksichtigen, dass in den Terrassensedimente (Schicht 3) auch Kiesschichten mit offenen Strukturen vorkommen können, in denen die Suspension abfließt. Der maßgebliche Korndurchmesser D_{25} zur Ermittlung des Bentonitanteils in der Suspension kann anhand der Körnungslinien in Anlage 3 bestimmt werden.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass lokal innerhalb der zu durchörternden Terrassensedimente Stein-, vereinzelt auch Blockeinlagerungen vorkommen können. Innerhalb der Abbaukammer müssen entsprechende Brecher installiert werden, um derartige Einlagerungen zu zerkleinern, damit sie mit der Flüssigkeitsförderung abtransportiert werden können. Die Vortriebsmaschine sollte mit Brechern ausgestattet sein.

Die Überdeckungshöhe errechnet sich im Bereich der Querung der Autobahn zu etwa mindestens $h_{\bar{u}} = 5,8$ m. Ein Überdeckungsmaß von $h_{\bar{u}} \geq 1,5 \times D_a$ ist gemäß DWA-A 125 einzuhalten ($D_a = 2,63$ m $\Rightarrow h_{\bar{u}} \geq 4,0$ m).

Beim Rohrvortrieb werden in der Umgebung des Rohres durch den unvermeidlichen Überschnitt Verformungen im Untergrund erzeugt, die sich nach der Geländeoberfläche ausbreiten und eine Senkungsmulde erzeugen.

Die Reichweite der möglichen Senkungsmulde ist neben den geometrischen Randbedingungen wie Rohrdurchmesser und Sohltiefe des Rohres auch von den bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes wie der Steifigkeit des Überlagerungsbodens und der Nachgiebigkeit des tieferen Untergrundes abhängig. Die Senkungsmulde ist umso flacher und weitgestreckter, je tiefer das Rohr liegt und je verformungssteifer die Deckschichten sind.

Nach einer überschlägigen Setzungsberechnung nach den Verfahren von LEONHARDT und SCHERLE sind mit Geländesetzungen im Bereich der Autobahn in einer Größenordnung von ca. 1,7 bis 2,5 cm zu rechnen (mit $D_a = 2,63$ m). Bei

Ausführung einer Ringspaltverpressung lassen sich die berechneten Verformungen erfahrungsgemäß um 30 bis 50 % reduzieren. Bei einem Überschnitt von mehr als 100 mm sollte der Ringraum verpresst werden. Diese Setzungen sind als eher moderat zu beurteilen. Die rechnerische Breite der Setzungsmulde beträgt etwa $b = 16,5 \text{ m}$.

Voraussetzung für den Einsatz des Mikrotunnelbaus ist die Kampfmittelfreiheit des Vortriebsquerschnittes einschließlich des Bereiches, in dem vortriebsbedingt signifikante Bodenbewegungen zu erwarten sind.

Es wird empfohlen, vor, während und nach den Arbeiten eine messtechnische Überwachung setzungsempfindlicher Infrastruktureinrichtungen durchzuführen.

5.2 Baugruben

Für die Start- und Zielbaugruben sind überschnittene Bohrpfahlwände sowie Spundwände geplant [1].

5.2.1 Angaben zur Bemessung

Hinsichtlich der Planung, Bemessung und Konstruktion von Verbauwänden wird grundsätzlich auf die EAB sowie die DIN EN 1997-1 und DIN 1054 verwiesen.

Für die statische Berechnung des Baugrubenverbaus gelten generell die in Kapitel 3.8 zusammengestellten bodenmechanischen Kennwerte. Zur Vereinfachung der statischen Berechnung des Verbaus darf bei der Ermittlung des Erddrucks bzw. der Erddruckkräfte von den nachfolgend aufgeführten charakteristischen Werten für die Bodenkenngößen ausgegangen werden:

- **Schicht 1 und 2 (Auffüllungen und Hochflutablagerungen):**

- **OK bis zur Ordinate 59,0 mNH**

Wichte	γ_k / γ_k'	=	19 / 10 kN/m ³
Ersatzreibungswinkel	φ_k''	=	30°

(Kohäsion	c_k'	=	0)
Steifemodul	$E_{s,k}$	=	6 MN/m ²

- **Schicht 3a (Terrassensedimente, mitteldicht):**

59,0 bis 56,0 mNHN

Wichte	γ_k / γ_k'	=	20 / 11 kN/m ³
Reibungswinkel	φ_k'	=	35°
Kohäsion	c_k'	=	0
Steifemodul	$E_{s,k}$	=	40 MN/m ²

- **Schicht 3b (Terrassensedimente, dicht):**

< 56,0 mNHN mNHN

Wichten	γ_k / γ_k'	=	21 / 12 kN/m ³
Reibungswinkel	φ_k'	=	37,5°
Kohäsion	c_k'	=	0
Steifemodul	$E_{s,k}$	=	80 MN/m ²

In den Bereichen, in denen keine Bauwerkslasten auf den Verbau wirken und keine empfindlichen Versorgungsleitungen im Einflussbereich liegen und entsprechend weiche Stützungsbedingungen bestehen, könnte vom Grundsatz her bei der Bemessung des Verbaus vom aktiven Erddruck ausgegangen werden. Sofern hohe Anforderungen an die Verformungsarmut des Verbaus gestellt werden, sollte bei der statischen Berechnung vom erhöhten aktiven Erddruck als Mittelwert zwischen aktivem Erddruck und dem Erdruchdruck ausgegangen werden.

Für die Ermittlung der vertikalen Tragfähigkeit der Verbauwände können die folgenden Mantelreibungs- und Spitzendruckwerte zugrunde gelegt werden.

- charakteristische Pfahlmantelreibung

Bohrpfahl:

Schicht 3a: $q_{s,k} = 60 \text{ kN/m}^2$

Schicht 3b: $q_{s,k} = 90 \text{ kN/m}^2$

Spundwand (eingerammt)

Schicht 3a: $q_{s,k} = 20 \text{ kN/m}^2$

Schicht 3b: $q_{s,k} = 30 \text{ kN/m}^2$

- charakteristischer Pfahlspitzendruck
Bohrpfahl
Schicht 3a: $q_{b,k} = 0,80 \text{ MN/m}^2$
Schicht 3b: $q_{b,k} = 1,30 \text{ MN/m}^2$
Spundwand (eingerammt)
Schicht 3a: $q_{b,k} = 8,0 \text{ MN/m}^2$
Schicht 3b: $q_{b,k} = 15,0 \text{ MN/m}^2$

Die Angaben zur Bemessung und Anwendung der Mantelreibungs- und Spitzendruckwerte gemäß EAB sind zu beachten.

Bei der Dimensionierung des Pressenwiderlagers darf ein räumlicher Erdwiderstand angesetzt werden. Dabei sind die durch Auflagerreaktionen im Boden erzeugten Spannungen im Hinblick auf ihre Verträglichkeit mit den mobilisierbaren Erdwiderstandsspannungen zu vergleichen. Mit Rücksicht auf eine Begrenzung der Verformungen darf hierbei nur der halbe Erdwiderstand ausgenutzt werden.

5.2.2 Bohrpfahlwand

In Bezug auf die Konstruktion, Ausführung und Qualitätssicherung von Bohrpfählen wird grundsätzlich auf die DIN EN 1536 und die ergänzenden Festlegungen in DIN SPEC 18140 verwiesen.

Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen wird im Hinblick auf den Herstellungsprozess der Bohrpfahlwand empfohlen, die folgenden Vorgaben und Hinweise zu berücksichtigen:

- Herstellung der Bohrpfähle im Schutze einer ausreichend voreilenden Verrohrung, Anpassung des Bohrvorgangs an die vorhandenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse (Wasserauflast!), so dass ein Bodenentzug und eine Entspannung des Baugrundes bei der Herstellung der Pfähle ausgeschlossen werden.
- Die Herstellung der Bohrpfähle ist entsprechend den Anforderungen der Normen ordnungsgemäß zu protokollieren.

- Die Herstellung der Baugrubensicherung und der Aushub der Baugrube müssen detailliert vermessungstechnisch überwacht werden. Hierzu ist ein entsprechendes Monitoringkonzept mit der ausführenden Firma abzustimmen. Die Messgenauigkeit des verwendeten Messsystems sollte mindestens 1 mm betragen.
- Im Rahmen der Qualitätssicherung sollte darüber hinaus seitens der ausführenden Firma eine detaillierte Beschreibung der zum Einsatz vorgesehenen Verfahrenstechnik und Bauabläufe beigebracht und diese mit dem zuständigen Tragwerksplaner und dem Geotechnischen Sachverständigen abgestimmt werden.
- Die Arbeiten sind fortlaufend zu überwachen und die Messergebnisse im Vergleich mit den Prognoseberechnungen fortlaufend zu beurteilen.

5.2.3 Spundwandverbau

Im Hinblick auf die Ausführung und Qualitätssicherung beim Einbringen der Spundbohlen wird auf die DIN EN 12699 hingewiesen.

Für das Einbringen der Spundbohlen und für die Auswahl der Einbringverfahren spielen neben den geometrischen Abmessungen des Profils die Rammbarkeit des Baugrundes eine entscheidende Rolle. Bei den anstehenden mitteldicht bis dicht gelagerten, teils steinigen Kiesen ist grundsätzlich von einer schweren bis schwersten Rammung auszugehen, ggf. werden Rammhilfen (bspw. Lockerungsbohrungen) erforderlich. Es wird empfohlen, die Spundbohlen mithilfe eines schlagenden Rammgeräts einzubringen, der Einsatz eines Vibrationsrammgeräts wird als kritisch angesehen.

Der Erfolg und auch die Güte des Einbringens der Rammelemente hängen im Wesentlichen davon ab, „wie“ gerammt wird. Dies setzt voraus, dass der beauftragte Unternehmer neben geeignetem, zuverlässig arbeitendem Gerät auch selbst über ausreichende Erfahrung und qualifizierte Fach- und Aufsichtskräfte verfügt und Gerät und Personal richtig einsetzen kann. Sämtliche Einrichtungen zum Einbringen der Spundbohlen müssen den normativen Vorgaben (DIN EN 996) entsprechen.

Bei der Wahl des Rammguts neben den statischen Erfordernissen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten vor allem auch die Beanspruchung beim Einbringen in den jeweiligen Baugrund zu berücksichtigen.

Grundsätzlich ist das Rammen von Spundbohlen mit Lärm- und Erschütterungsemissionen verbunden. Dies ist bei der Planung zu berücksichtigen.

5.2.4 Weitere Hinweise

Bei den Spezialtiefbauarbeiten (Bohrpfähle, Spundwände) werden erhebliche mechanische Kräfte auf den Boden ausgeübt. Dementsprechend sind die Standorte im Vorfeld im Hinblick auf das Vorhandensein von Kampfmitteln zu überprüfen. Unter Berücksichtigung möglicher Bohrhindernisse (Bauwerksreste o. ä.) sowie erfahrungsgemäß nicht auswertbarer Bereiche innerhalb der Auffüllungen, wird empfohlen, die Kampfmitteldetektion frühzeitig zu planen und durchzuführen sowie mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Beim Abteufen der Bohrungen für die Bohrpfähle usw. ist örtlich mit Steinen und Blöcken sowie verkitteten Zonen innerhalb der Terrassensedimenten zu rechnen. Es müssen entsprechende Zusatzmaßnahmen zur Durchörterung derartiger Zonen, wie z. B. Meißelarbeiten, berücksichtigt werden.

Gerätschaften des Spezialtiefbaus benötigen eine ausreichend tragfähige Arbeitsebene. Diesbezüglich wird auf das „Merkblatt zur Vermeidung von Maschinenumstürzen im Spezialtiefbau“ verwiesen.

6 Schlussbemerkung

Von der ICG wurden auftragsgemäß im Bereich des geplanten Rohrvortriebes und der Baugruben geotechnische Untersuchungen durchgeführt. Die Beschreibung des Baugrundes resultiert aus diesen punktuellen Aufschlüssen und ist Grundlage der bautechnischen Empfehlungen im Kapitel 5.

Die Ergebnisse der vorliegenden Baugrunderkundungen sind im Rahmen der Planungsphase im Hinblick auf die geplanten Bauwerke zu beurteilen. Mit Fortschreiten der Planung ist zu prüfen, ob ergänzende Baugrunderkundungen erforderlich sind.

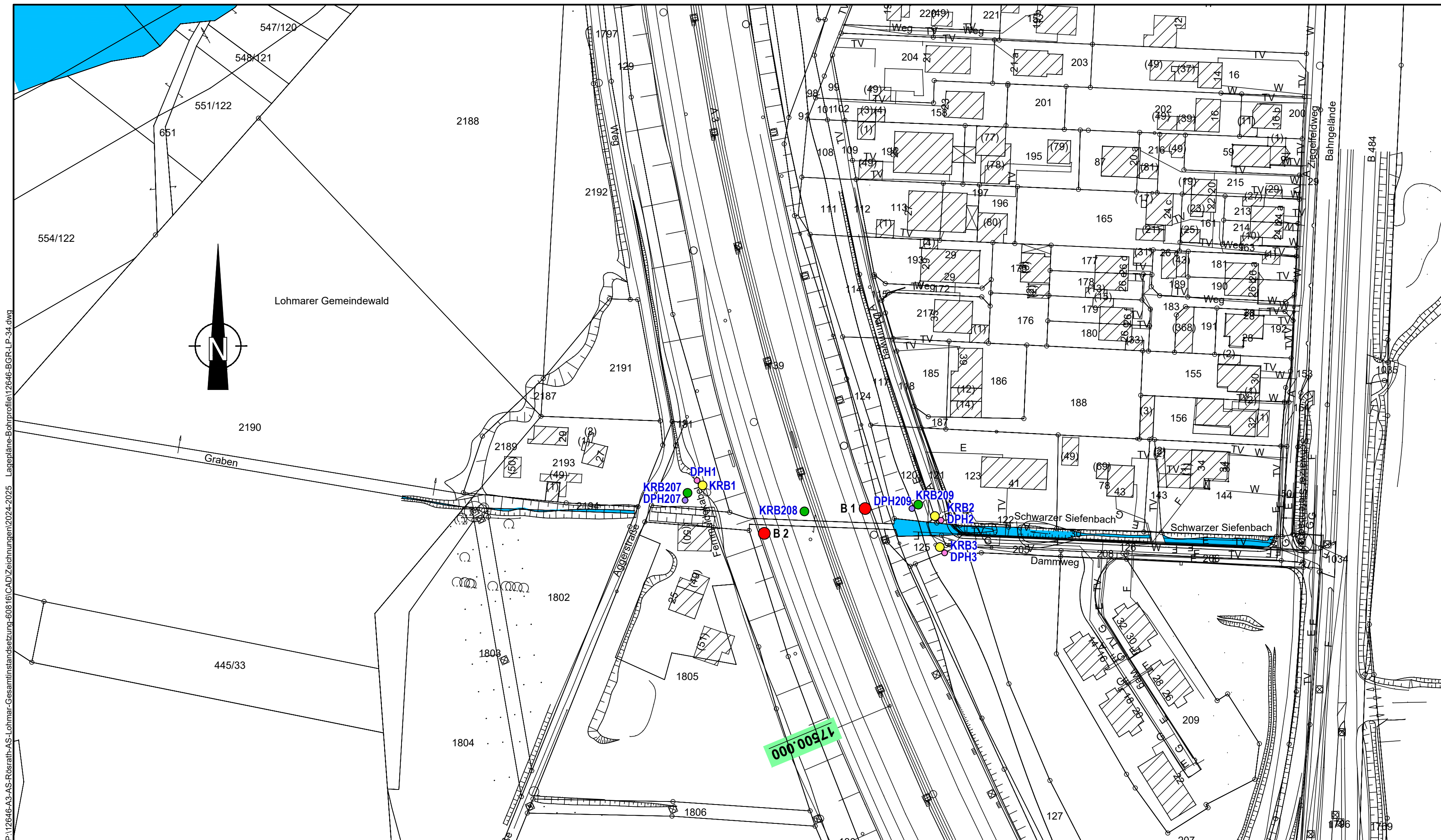
Im Rahmen der Bauüberwachung ist zu kontrollieren, ob die auf Grundlage der durchgeführten Baugrunduntersuchung vorgenommene Beschreibung, die Festlegung der geotechnischen Eigenschaften des Baugrundes und die der Bemessung zugrunde gelegten Grundsätze mit denen im Feld angetroffenen (geotechnischen) Baugrundverhältnissen übereinstimmen.

ICG Ingenieure GmbH

Verteiler

lwinterberg@schuessler-plan.de

sklesse@schuessler-plan.de



12646	GEZEICHNET	BEARBEITET	STAND
DATUM	02.07.2018	-	26.02.2025
NAME	so	La	ru

Pr.126-46-A3-AS-Rösrath-AS-Lohmar-Gesamtinstandsetzung-6081(D)CAD-Zeichnungen\2024-2025_Lagepläne-Bohrprofile\2646-BGR-BP-30-whk

Westseite des Durchlasses

Autobahn A3
FR Frankfurt a. M.

Autobahn A3
FR Köln

Ostseite des Durchlasses

DPH 207 KRB 207
16.12.2024 16.12.2024

DPH1
11.10.2017

KRB1
11.10.2017

B 2
11.06.2018

KRB 208
09.12.2024

B 1
16.06.2018

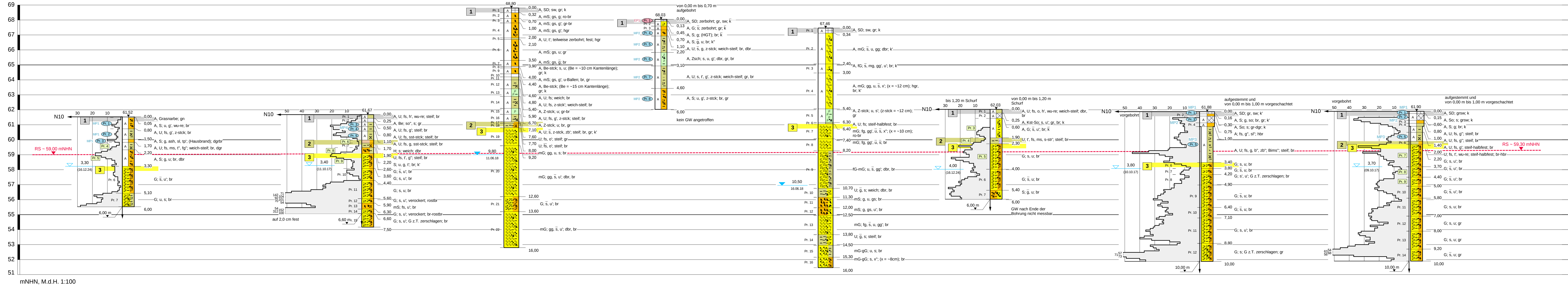
DPH 209 KRB 209
16.12.2024 16.12.2024

DPH2
10.10.2017

KRB2
10.10.2017

DPH3
09.10.2017

KRB3
09.10.2017



Legende

- | | | | |
|--------|-------------------|-----------------|--------------------------------|
| A | Anschüttung | h | torfig, humos |
| U | Schluff | t | tonig |
| mS | Mittelsand | k | kalkhaltig |
| S | Sand | b | Bauschuttreste |
| fg | Feinkies | tp | Teer-, Dachpapperest |
| fg-mG | Fein-Mittelkies | so | Schotterreste |
| mG | Mittelkies | ash | Aschereste |
| mG-gG | Mittel-Grobkies | zb | Ziegelreste |
| G | Kies | sl | Schlackereste |
| H | Torf, Humus | o | organisch |
| SD | Schwarzdecke | z-stck | Felsstücke |
| Be | Beton | sst-stck | Sandsteinstücke |
| So | Schotter | wu-re | Wurzelreste |
| Zsch | Felsschutt | s-str | sandstreifig |
| Kst-So | Kalksteinschotter | Pr. 1 | Probe |
| Z-stck | Felsstücke | 3.90
(02.99) | Ruhewasserstand m u. GOK |
| u | schluffig | 3.90
(02.99) | Grundwasser angeböhrt m u. GOK |
| ms | feinsandig | | |
| gs | grob-sandig | | |
| s | sandig | | |
| fg | feinkiesig | | |
| mg | mittalkiesig | | |
| gg | grobkiesig | | |
| g | kiesig | | |
| x | steinig | | |
- Baugrundsichtung
- | | |
|---|---|
| 1 | Auffüllungen aus natürlichen Böden und Fremdstoffen |
| 2 | Hochflutablagerungen |
| 3 | Terrassenablagerungen |
- BODENPROBEN FÜR CHEMISCHE ANALYSEN
- | | | | |
|----|------------|----|-------------|
| MP | Mischprobe | EP | Einzelprobe |
|----|------------|----|-------------|
- SCHWERE RAMMSONDIERUNG (DPH) NACH DIN EN ISO 22476-2
- | | |
|--|--------|
| Spitzenquerschnitt | 15 cm² |
| Masse des Rammbarrens | 50 kg |
| Fallaöhe | 0,5 m |
| N10H = Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe | |
- SONSTIGES
- FB = Fremdbestandteile, mineralisch
Stö = Störstoffe
- BODENFEUCHTE
- | | | | |
|----|-----------|----|-------------|
| tr | = trocken | ef | = erdfeucht |
| f | = feucht | n | = nass |
- BODENFARBEN
- | | | | | | | | |
|----|--------|----|---------|----|---------|----|-----------|
| we | = weiß | br | = braun | bg | = beige | gr | = grau |
| gn | = grün | oc | = ocker | ro | = rot | sw | = schwarz |
| ge | = gelb | bu | = bunt | h | = hell | d | = dunkel |

PLANINDEX

a	10.01.2025	Bohrprofile 2024 ergänzt	ru
NR	DATUM	ÄNDERUNG	GEZ

BAUHERR Die Autobahn GmbH des Bundes
Niederlassung Rheinland I Außenstelle Köln
Deutz-Kalker-Straße 18-26, 50679 Köln

OBJEKTPLANER Ingenieurgemeinschaft A3 Rösrath
c/o Fischer Teampplan
Holzdamm 8, 50374 Erfstadt

GUTACHTER ICG Ingenieure GmbH
Theodorstraße 178
40472 Düsseldorf
Tel.: (0211) 47 20 10



BAUVORHABEN Gesamtinstandsetzung A3
Abschnitt II, AS Rösrath bis AS Lohmar

PLANINHALT Bohrprofile und Rammdigramme
Durchlass: Schwarzer Siefenbach

ANLAGE 2 MAßSTAB 1:100

PLANNUMMER 12646-BGR-BP-30

ZUGEHÖRIG -

12646	GEZEICHNET	BEARBEITET	STAND
DATUM	17.10.2017	-	26.02.2025
NAME	so	La	ru



Übersicht Bodenmechanische Laborversuche

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Kornanteil [%]				Wasser- gehalt w _n [%]	Fließ- grenze w _L [%]	Plastizitäts- zahl I _p [%]	Konsistenz- zahl I _c [%]	Zustand- form	Glüh- verlust V _g [%]	Bodenart	Boden- gruppe	Ungleich- förmigkeitU [-]	Krümmung C _c [-]
			Feinstes	Schluff	Sand	Kies										
KRB 1	1,7 - 1,9	2	-	-	-	-	57,12	-	-	-	-	25,38	-	-	-	-
KRB 1	2,2 - 2,6	2	9,7	23,9	41,6	24,8	15,4	-	-	-	-	-	S, u, g, t'	SU*	-	1,4
KRB 1	2,6 - 3,6	3	-	9,8	40,3	49,9	-	-	-	-	-	-	G-S, u'	GU	-	0,5
KRB 3	2,2 - 3,7	3	-	7,0	24,2	68,8	15,4	-	-	-	-	-	G, s, u'	GU	-	1,9
KRB 3	3,7 - 4,4	3	-	7,1	43,4	49,5	-	-	-	-	-	-	G-S, u'	GU	-	0,4
KRB 3	4,4 - 5,0	3	-	11,8	46,7	41,5	-	-	-	-	-	-	G-S, u	GU	-	-
KRB 207	1,7 - 2,2	1	17,9	33,4	48,7	-	19,7	28,3	11,5	0,75	weich/steif	-	U, t, s*	TL	-	-
KRB 207	2,2 - 3,3	1	7,2	11,1	42,3	39,4	-	-	-	-	-	-	S, g*, u', t'	SU*	277,2	5,1
KRB 209	0,6 - 1,9	1	-	11,9	37,4	50,8	-	-	-	-	-	-	G, s*, u'	GU	-	-
KRB 209	1,9 - 2,3	2	21,5	33,1	40,4	5,0	19,5	29,1	11,5	0,83	steif	-	U, t, s*	TL	-	-
KRB 209	2,3 - 4,0	3	-	9,3	26,3	64,4	-	-	-	-	-	-	G, s, u'	GU	144,6	1,1



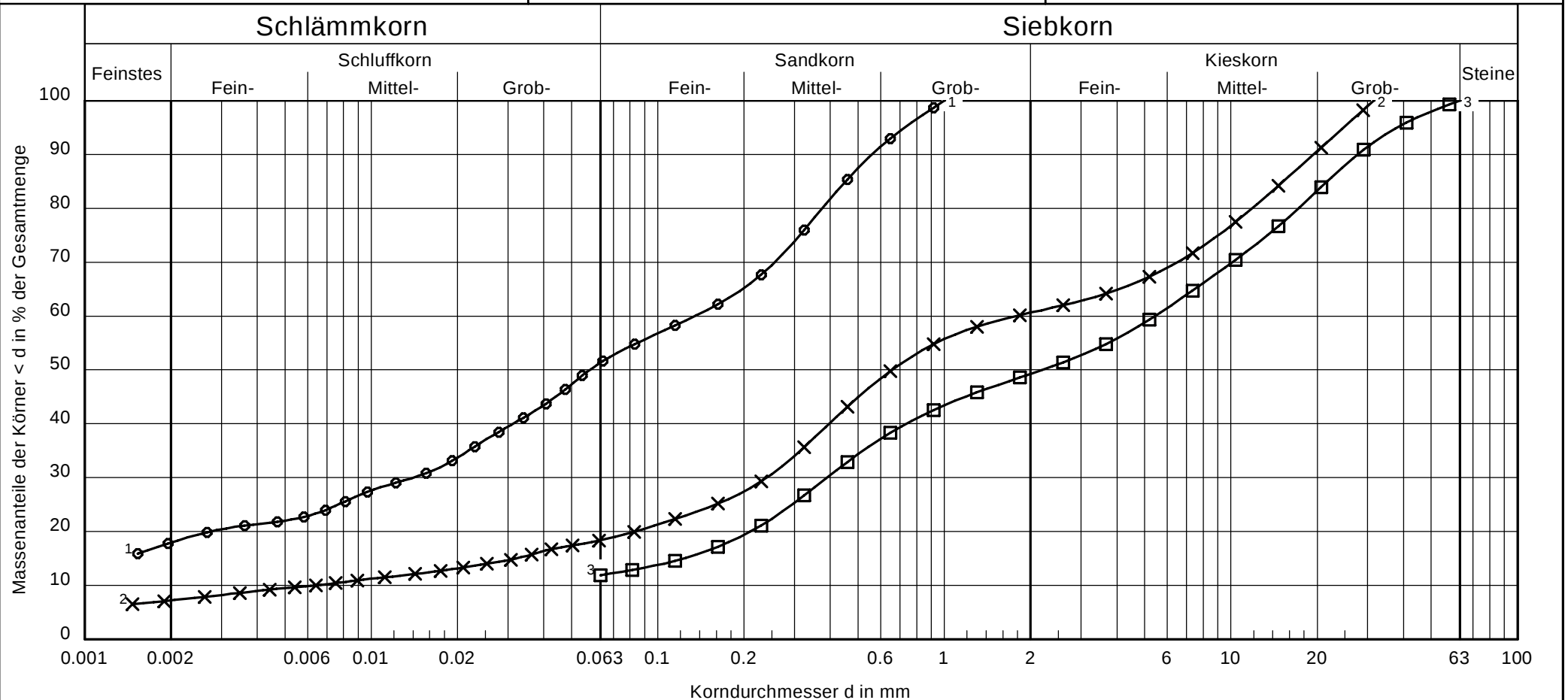
Körnungslinie

DIN EN ISO 17892-4

Auftraggeber : Die Autobahn GmbH des Bundes
Bauvorhaben: Lohmar, A3 Abschnitt II
AS Rös Rath - AS Lohmar

Bearbeiter: WM

Datum: 05.02.2025



Signatur :				Bemerkungen	Auftrag-Nr.: 12646-013 Anlage: 3.2.1
Labornummer :	134026	134027	134040		
Entnahmestelle :	KRB 207	KRB 207	KRB 209		
Tiefe [m] :	1,70 - 2,20	2,20 - 3,30	0,60 - 1,90		
Bodenart :	U, t, s	S, g, u', t'	G, s, u'		
Bodengruppe :	TL	SU*	GU		
U/Cc:	-/-	277.2/5.1	-/-		
T/U/S/G [%] :	17.9/33.4/48.7/ -	7.2/11.1/42.3/39.4	- /11.9/37.4/50.8		
Wassergehalt [%] :	19.7	-	-		
				Auffüllungen	



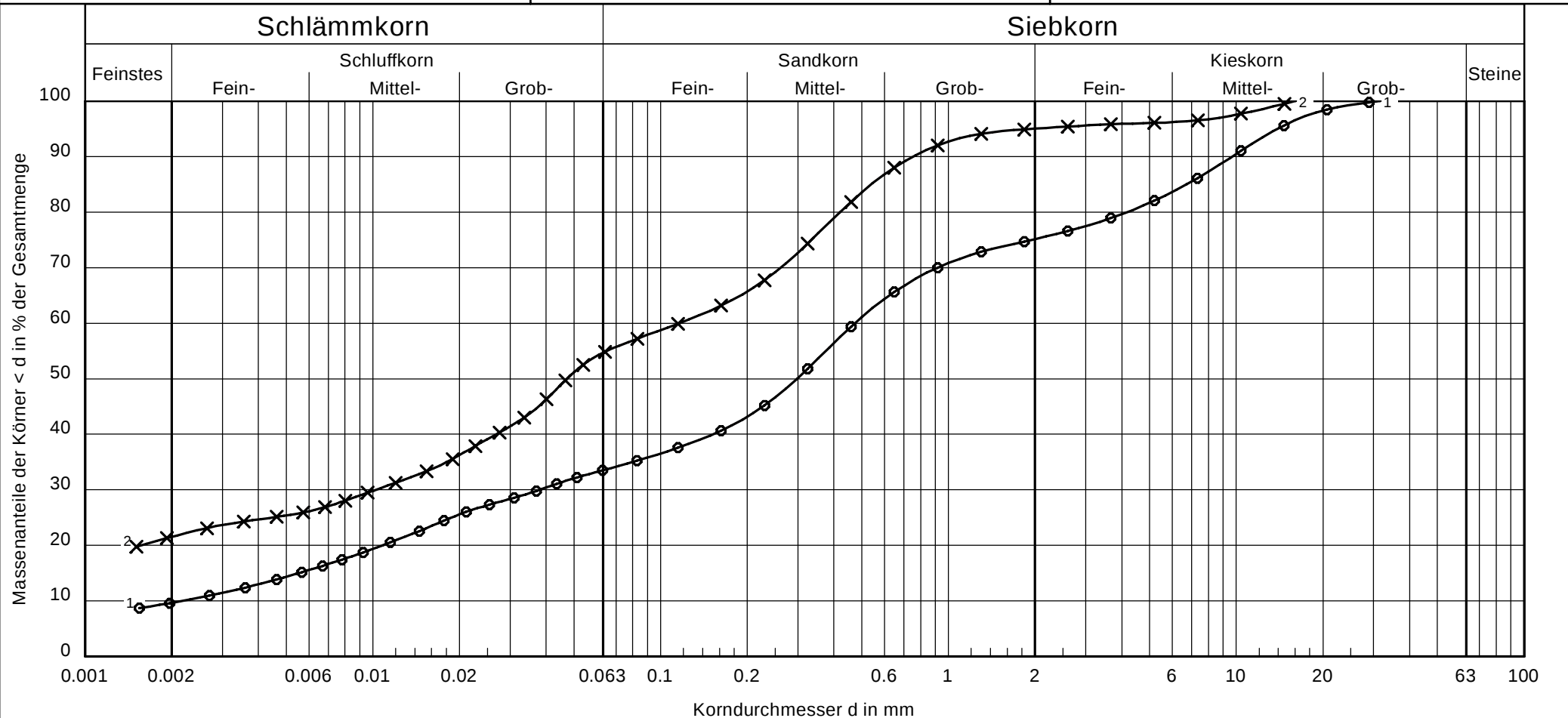
Körnungslinie

DIN EN ISO 17892-4

Auftraggeber : ARGE Fischer-Schüßler
Bauvorhaben: Lohmar, A3
AS Rösrath - AS Lohmar
Gesamtinstandsetzung

Bearbeiter: WM/MK

Datum: 02.01.2018



Signatur :			Bemerkungen Hochflutablagerungen	Auftrag-Nr.: 12646-013 Anlage: 3.2.2
Labornummer :	86499	134041		
Entnahmestelle :	KRB 1	KRB 209		
Tiefe [m] :	2,20 - 2,60	1,90 - 2,30		
Bodenart :	S, u, g, t'	U, t, s		
Bodengruppe :	SU*	TL		
U/Cc:	218.4/1.4	-/-		
T/U/S/G [%] :	9.7/23.9/41.6/24.8	21.5/33.1/40.4/5.0		
Wassergehalt [%] :	15,4	19,5		



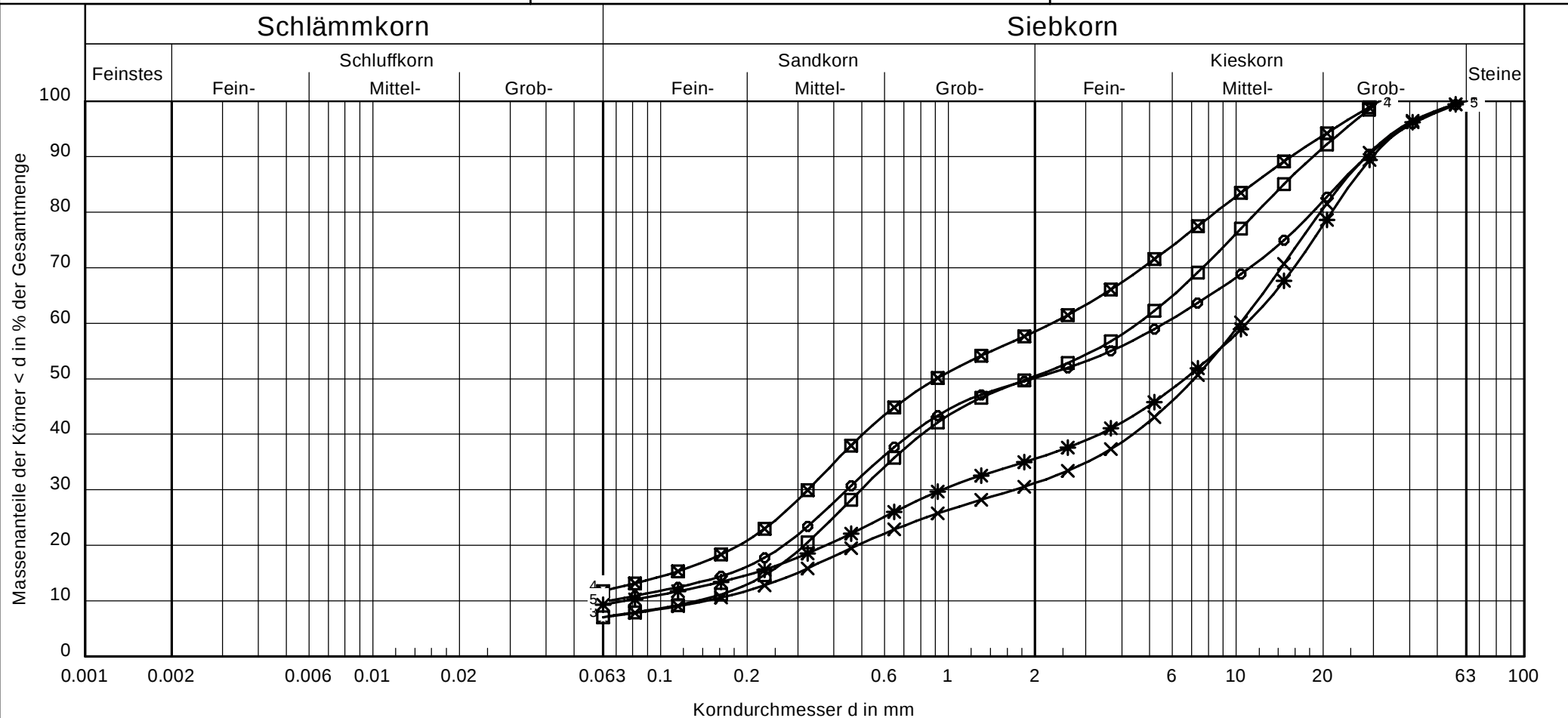
Körnungslinie

DIN EN ISO 17892-4

Auftraggeber : ARGE Fischer-Schüßler
Bauvorhaben: Lohmar, A3
AS Rösrath - AS Lohmar
Gesamtinstandsetzung

Bearbeiter: WM/MK

Datum: 02.01.2018



Signatur :						Bemerkungen	Auftrag-Nr.: 12646-013 Anlage: 3.2.3
Labornummer :	86500	86525	86526	86527	134042		
Entnahmestelle :	KRB 1	KRB 3	KRB 3	KRB 3	KRB 209		
Tiefe [m] :	2,60 - 3,60	2,20 - 3,70	3,70 - 4,40	4,40 - 5,00	2,30 - 4,00		
Bodenart :	G-S, u'	G, s, u'	G-S, u'	G-S, u	G, s, u'		
Bodengruppe :	GU	GU	GU	GU	GU		
U/Cc:	86.1/0.5	72.3/1.9	34.1/0.4	-/-	144.6/1.1		
T/U/S/G [%] :	- /9.8/40.3/49.9	- /7.0/24.2/68.8	- /7.1/43.4/49.5	- /11.8/46.7/41.5	- /9.3/26.3/64.4		
Wassergehalt [%] :	-	15.4	-	-	-		
Terrassensedimente							

Zustandsgrenzen

DIN EN ISO 17892 - 12

Lohmar, A3 Abschnitt II

AS Rösrath - AS Lohmar

Bearbeiter: WM

Datum: 05.02.2025

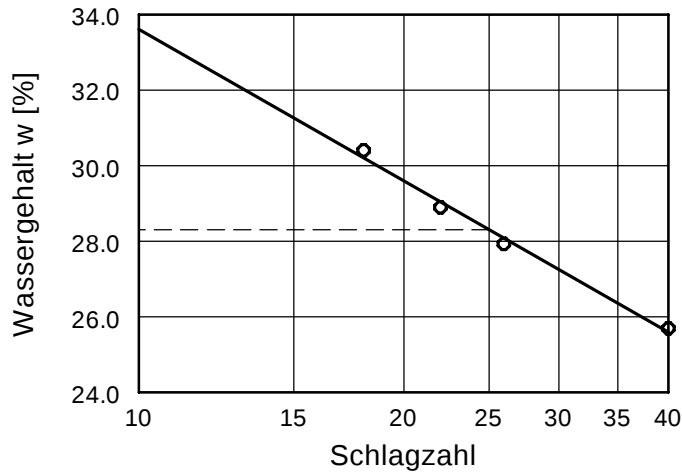
Labornummer: 134026

Entnahmestelle: KRB 207

Tiefe [m]: 1,70 - 2,20

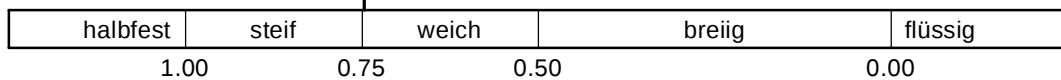
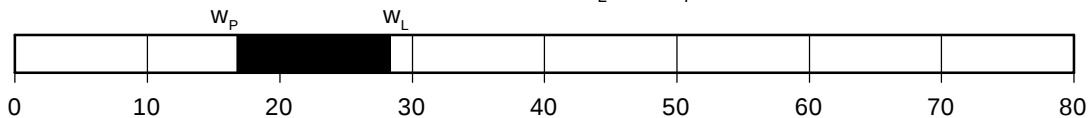
Bodenart: U, t, $\bar{s}$

Bodengruppe:

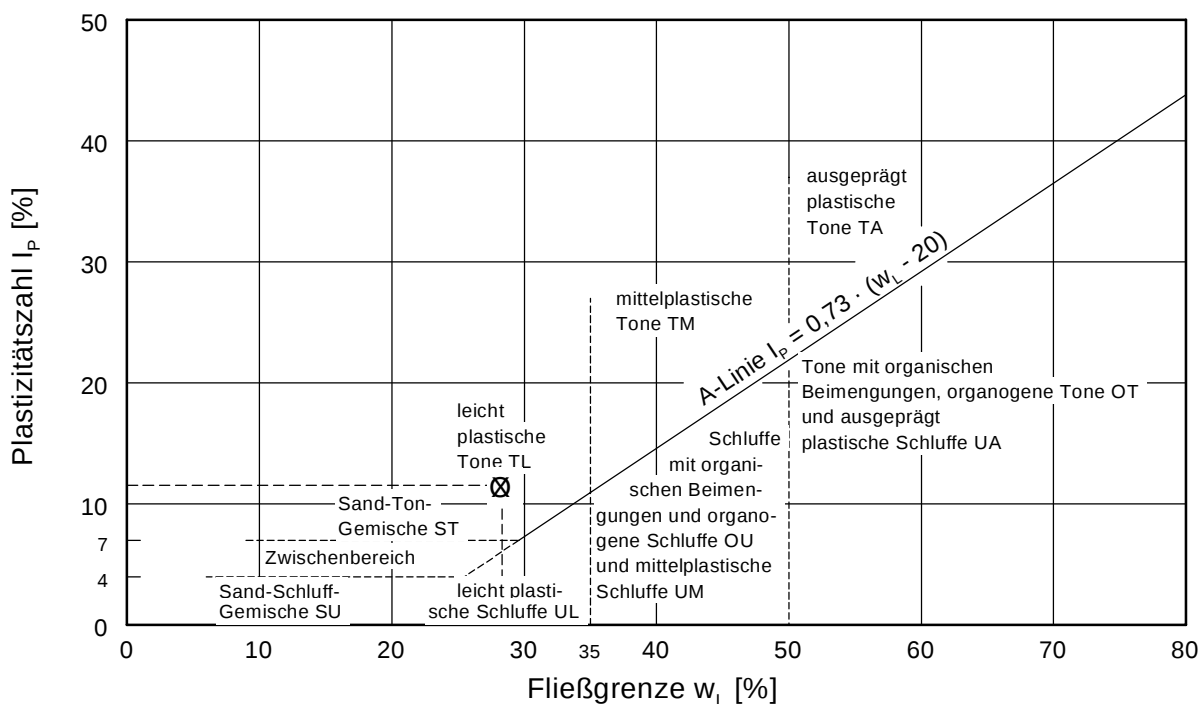


Wassergehalt $w = 19.7 \%$
 Fließgrenze $w_L = 28.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 16.8 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 11.5 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.75$

Zustandsform

 $I_c = 0.75$

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]


Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen

DIN EN ISO 17892 - 12

Lohmar, A3 Abschnitt II

AS Rösrath - AS Lohmar

Bearbeiter: WM

Datum: 05.02.2025

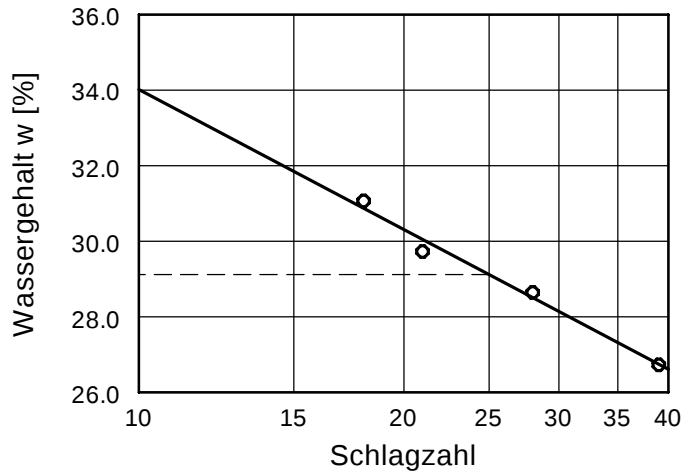
Labornummer: 134041

Entnahmestelle: KRB 209

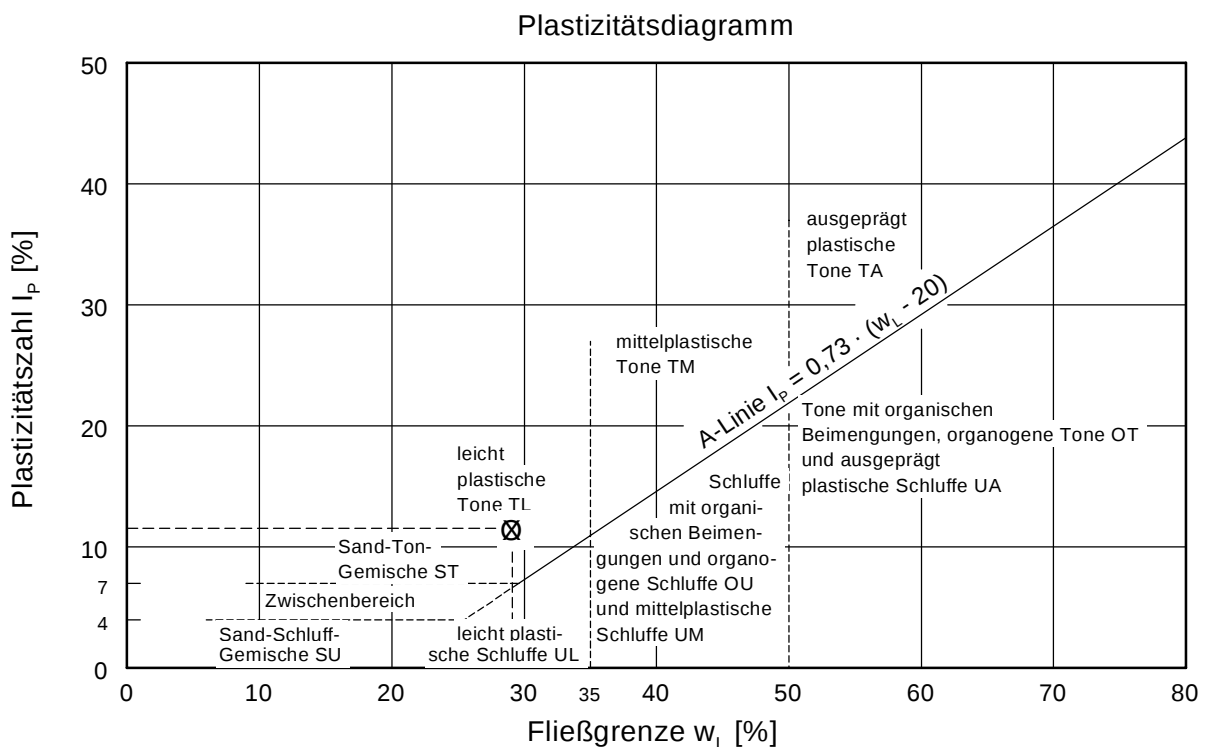
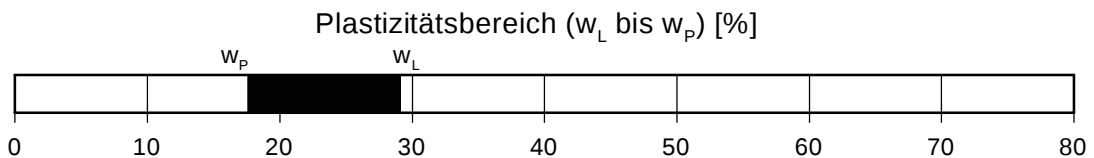
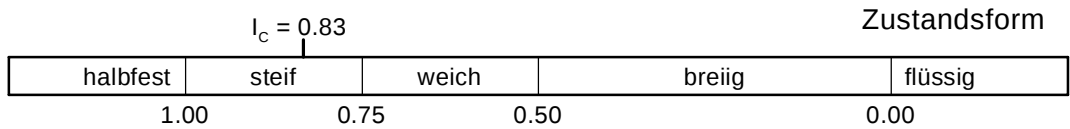
Tiefe [m]: 1,90 - 2,30

Bodenart: U, t, $\bar{s}$

Bodengruppe: TL



Wassergehalt $w = 19.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.1 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 17.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 11.5 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.83$



Glühverlust DIN 18 128 - GL

Lohmar, A3

AS Rösrath - AS Lohmar

Bearbeiter: WM/MK

Datum: 02.01.2018

Labornummer: 86497

Entnahmestelle: KRB 1

Tiefe [m]: 1,70 - 1,90

Bodenart: A, H, s

Bodengruppe: -

Glühzeit [h]: 3

Tiegel - Nr.	4	5	6
Ungelühte Probe+Tiegel [g]	22.20	25.57	23.34
Gelühte Probe+Tiegel [g]	20.46	22.54	20.56
Tiegel [g]	14.68	14.36	12.63
Massenverlust [g]	1.74	3.03	2.78
trockene Probe vor Glühen [g]	7.52	11.21	10.71
Glühverlust [%]	23.14	27.03	25.98
Glühverlust Mittelwert V_{gl} [%]	25.38		

Wassergehalt

DIN EN ISO 17892-1

Lohmar, A3

AS Rösrath - AS Lohmar

Bearbeiter: WM/MK

Datum: 02.01.2018

Labornummer: 86497

Entnahmestelle: KRB 1

Tiefe [m]: 1,70 - 1,90

Bodenart: -

Bodengruppe: A, H, s

Schale - Nr.	051	054
Feuchte Probe + Schale [g]	225.00	256.70
Trockene Probe + Schale [g]	203.50	230.20
Schale [g]	167.50	181.60
Porenwasser [g]	21.50	26.50
Trockene Probe [g]	36.00	48.60
Wassergehalt [%]	59.72	54.53
Wassergehalt Mittelwert w [%]	57.12	

Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: SEWA Laborbetriebsgesellschaft m.b.H
Lichtstr. 3
45127 Essen

Tel. (0201)847363-0 Fax (0201)847363-332

Berichtsnummer: AU88419

Berichtsdatum: 03.02.2025

Projekt: 12646; A3, Abschn. II; AS Rösrath-AS Lohmar -
Siefenbach

Auftraggeber: ICG Ingenieure GmbH
Theodorstraße 178
40472 Düsseldorf

Auftrag: 21.01.2025

Probeneingang: 21.01.2025

Untersuchungszeitraum: 21.01.2025 — 03.02.2025

Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter

Untersuchungsgegenstand: 3 Feststoffproben

Andreas Görner

Laborleiter

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung der SEWA GmbH nicht gestattet.
Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
88419 - 1	MP 1	
88419 - 2	MP 2	
88419 - 3	EP 1	

88419 - 1	88419 - 2	88419 - 3
-----------	-----------	-----------

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	8,7	21
Blei	mg/kg	75	24
Cadmium	mg/kg	0,57	<0,20
Chrom	mg/kg	23	17
Kupfer	mg/kg	33	25
Nickel	mg/kg	26	37
Quecksilber	mg/kg	0,19	<0,050
Thallium	mg/kg	<0,40	<0,40
Zink	mg/kg	260	41

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
88419 - 1	MP 1	
88419 - 2	MP 2	
88419 - 3	EP 1	

88419 - 1	88419 - 2	88419 - 3
-----------	-----------	-----------

● Untersuchungen im Feststoff

Trockenrückstand	%	85,4	91,5
Glührückstand	%	92,5	97,6
Glühverlust	%	7,5	2,4
TOC	%	4,3	0,21
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50
Schwerfl. liph. Stoffe	%	0,42	<0,050
KW-Index	mg/kg	380	<50
C10-C22	mg/kg	<50	<50
C22-C40	mg/kg	330	<50

PAK nach US EPA

Naphthalin	mg/kg	1,2	<0,010	<2,0
Acenaphthylen	mg/kg	2,7	<0,010	<2,0
Acenaphthen	mg/kg	15	<0,010	<2,0
Fluoren	mg/kg	24	<0,010	<2,0
Phenanthren	mg/kg	180	0,025	<2,0
Anthracen	mg/kg	23	<0,010	<2,0
Fluoranthren	mg/kg	230	0,036	<2,0
Pyren	mg/kg	160	0,025	<2,0
Benzo(a)anthracen	mg/kg	66	0,014	<2,0
Chrysen	mg/kg	56	0,015	<2,0
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	110	0,022	<2,0
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	37	<0,010	<2,0
Benzo(a)pyren	mg/kg	86	0,013	<2,0
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	17	<0,010	<2,0
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	35	<0,010	<2,0
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	30	<0,010	<2,0
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	1100	0,15	n. berechenbar
Summe PAK n. TrinkwV	mg/kg	210	0,022	n. berechenbar

PCB nach DIN

PCB 28	mg/kg	<0,60	<0,010
PCB 52	mg/kg	<0,60	<0,010
PCB 101	mg/kg	<0,60	<0,010
PCB 118	mg/kg	<0,60	<0,010
PCB 138	mg/kg	<0,60	<0,010
PCB 153	mg/kg	<0,60	<0,010
PCB 180	mg/kg	<0,60	<0,010
Summe PCB n. DIN + PCB118	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
88419 - 1	MP 1	
88419 - 2	MP 2	
88419 - 3	EP 1	

88419 - 1	88419 - 2	88419 - 3
-----------	-----------	-----------

● Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	7,62	7,57	
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	160	<100	
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	200	70	
Chlorid	mg/l	1,4	11	
Sulfat	mg/l	14	<1,0	
Fluorid	mg/l	0,58	<0,50	
Cyanid (l.f.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Phenolindex	mg/l	<0,0080	<0,0080	<0,0080
DOC	mg/l	11	1,0	

Metalle

Antimon	mg/l	0,0014	<0,0010	
Arsen	mg/l	<0,0010	<0,0010	
Barium	mg/l	0,029	<0,0050	
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Kupfer	mg/l	0,010	<0,0050	
Molybdän	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	
Selen	mg/l	<0,0010	<0,0010	
Zink	mg/l	<0,010	<0,010	

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
88419 - 1	MP 1	
88419 - 2	MP 2	
88419 - 3	EP 1	

88419 - 1	88419 - 2	88419 - 3
-----------	-----------	-----------

● Untersuchungen im 2:1 Eluat

pH-Wert	ohne	8,44	8,79
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	350	310
Sulfat	mg/l	23	19

PAK nach US EPA

1-Methylnaphthalin	µg/l	<0,10	<0,10
2-Methylnaphthalin	µg/l	<0,10	<0,10
Naphthalin	µg/l	<0,10	<0,10
Acenaphthylen	µg/l	<0,10	<0,10
Acenaphthen	µg/l	<0,10	<0,10
Fluoren	µg/l	<0,10	<0,10
Phenanthren	µg/l	<0,050	<0,050
Anthracen	µg/l	<0,050	<0,050
Fluoranthren	µg/l	<0,050	<0,050
Pyren	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,050	<0,050
Chrysen	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,050	<0,050
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(ghi)perylene	µg/l	<0,050	<0,050
Indeno(123-cd)pyren	µg/l	<0,050	<0,050
Summe PAK n. US EPA	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PAK 15	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe Naphthaline	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar

PCB nach DIN

PCB 28	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 52	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 101	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 118	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 138	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 153	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 180	µg/l	<0,0050	<0,0050
Summe PCB n. DIN + PCB118	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
88419 - 1	MP 1	
88419 - 2	MP 2	
88419 - 3	EP 1	

88419 - 1	88419 - 2	88419 - 3
-----------	-----------	-----------

Metalle

Arsen	mg/l	<0,0010	0,0011
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	0,012	<0,0050
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00010	<0,00010
Thallium	mg/l	<0,00020	<0,00020
Zink	mg/l	<0,010	<0,010

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsmethoden

• Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN EN 13657 (2003-01)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Blei	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Thallium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

• Untersuchungen im Feststoff

EOX	DIN 38414 S17 (2017-01)
Glührückstand	DIN EN 15169 (2007-05)
Glühverlust	DIN EN 15169 (2007-05)
KW-Index	DIN EN 14039 (2005-01) i.V. LAGA KW/04 (2019-09)
Schwerfl. liph. Stoffe	LAGA KW/04 (2019-09)
TOC	DIN EN 15936 (2012-11)
Trockenrückstand	DIN EN 12880 (2001-02)

PAK nach US EPA DIN ISO 18287 (2006-05)

PCB nach DIN DIN EN 15308 (2016-12)

• Untersuchungen im Eluat

Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
Cyanid (l.f.)	DIN EN ISO 14403-2 (2012-10)
DEV S4 Eluat	DIN EN 12457-4 (2003-01)
DOC	DIN EN 1484 (2019-04)
Elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (1993-11)
Fluorid	DIN 38405 D4 (1985-07)
Gesamtgehalt an gelöster	DIN 38409 H1-2 (1987-01)
Phenolindex	DIN EN ISO 14402 H37 (1999-12)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2012-04)

Antimon	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Barium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Molybdän	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Selen	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)

Untersuchungsmethoden



- Untersuchungen im 2:1 Eluat

2:1 Eluat	DIN 19529 (2015-12)
Elektr. Leitfähigkeit	analog DIN EN 27888 (1993-11)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2012-04)
PAK nach US EPA	DIN 38407 F39 (2011-09)
PCB nach DIN	DIN EN ISO 6468 (1997-02)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)

Übersichtstabelle - Chemische Untersuchungsergebnisse

Probenbezeichnung:		MP 1	MP 2	EP 1
Aufschluss/Probe-Nr.:		KRB 207/1, KRB 207/2, KRB 207/3	KRB 208/4, KRB 208/5, KRB 208/6, KRB 208/7, KRB 208/8	KRB 208/1
Material:		A, S, u, g', wu-re A, U, fs, g', z-stck A, S, g, u', (Hausbrand)	A, S, g*, u'', u-str', k'' A, U, s*, g, z-stck A, Zsch, s, u, g' A, U, s, t', g', z-stck A, S, u, g', z-stck	A, SD, zerbohrt, k*
SEWA-Labornummer:		88419-1	88419-2	88419-3
Untersuchungsparameter:		EBV Anl. 1 Tab. 3 BM-0 bis BM-F3 + DepV Anl. 3 Tab. 2 DK I + DK II	EBV Anl. 1 Tab. 3 BM-0 bis BM-F3 + DepV Anl. 3 Tab. 2 DK I + DK II	RuVA-StB 01
mineralische Fremdbestandteile	Art	-	-	-
	Vol.-%	-	-	-
Feststoffuntersuchung				
Arsen	mg/kg	8,7	21	-
Blei	mg/kg	75	24	-
Cadmium	mg/kg	0,57	<0,20	-
Chrom (gesamt)	mg/kg	23	17	-
Kupfer	mg/kg	33	25	-
Nickel	mg/kg	26	37	-
Quecksilber	mg/kg	0,19	<0,050	-
Thallium	mg/kg	<0,40	<0,40	-
Zink	mg/kg	260	41	-
TOC	%	4,30	0,21	-
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50	-
Kohlenwasserstoffindex KW _{C10-C40}	mg/kg	380	<50	-
KW _{C10-C22}	mg/kg	<50	<50	-
Glühverlust	%	7,5	2,2	-
Summe BTEX	mg/kg	-	-	-
Summe BTEX/Styrol/Cumol	mg/kg	-	-	-
Summe PAK (US-EPA)	mg/kg	1100 ²⁾	0,15	n.ber.
Benzo(a)pyren	mg/kg	86 ¹⁾	0,013	<2,0
PCB ₆ und PCB ₁₁₈	mg/kg	n.ber.	n.ber.	-
Schwerfl. liph. Stoffe	%	0,42	<0,050	-
Eluatuntersuchung (10:1)				
pH-Wert	-	7,62	7,57	-
Gesamtgehalt gelöster Feststoffe	mg/l	160	<100	-
Chlorid	mg/l	1,4	11	-
Sulfat	mg/l	14	<1,0	-
Fluorid	mg/l	0,58	<0,50	-
Cyanid	mg/l	<0,0050	<0,0050	-
Phenolindex	mg/l	<0,0080	<0,0080	<0,0080
DOC	mg/l	11	1	-
Antimon	mg/l	0,0014	<0,0010	-
Arsen	mg/l	<0,0010	<0,0010	-
Barium	mg/l	0,0290	<0,0050	-
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	-
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	-
Chrom (gesamt)	mg/l	<0,0050	<0,0050	-
Kupfer	mg/l	0,01	<0,0050	-
Molybdän	mg/l	<0,0050	<0,0050	-
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	-
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	-
Selen	mg/l	<0,0010	<0,0010	-
Zink	mg/l	<0,010	<0,010	-
Eluatuntersuchung (2:1)				
pH-Wert	-	8,44	8,79	-
el. Leitfähigkeit	µS/cm	350	310	-
Sulfat	mg/l	23	19	-
Summe PAK ₁₅	µg/l	n.ber.	n.ber.	-
Naphthalin und Methyl-naphthaline, gesamt	µg/l	n.ber.	n.ber.	-
Arsen	mg/l	<0,0010	0,0011	-
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	-
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	-
Chrom (gesamt)	mg/l	<0,0050	<0,0050	-
Kupfer	mg/l	0,012	<0,0050	-
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	-
Quecksilber	mg/l	<0,00010	<0,00010	-
Thallium	mg/l	<0,00020	<0,00020	-
Zink	mg/l	<0,010	<0,010	-
PCB ₆ und PCB ₁₁₈	µg/l	n. ber.	n. ber.	-
Vanadium	mg/l	-	-	-
ErsatzbausoffV		> BM-F3	BM-0*	-
Relevante Parameter im Feststoff		PAK	Arsen	-
Relevante Parameter im Eluat		-	-	-
RuVA-StB 01		-	-	Verwertungsklasse A
Relevante Parameter im Feststoff		-	-	-
Relevante Parameter im Eluat		-	-	-
BBodSchV		nicht für den Wiedereinbau geeignet	nicht für den Wiedereinbau geeignet	-
Deponieklasse		DK III	DK I	-
Relevante Parameter im Feststoff		TOC, Glühverlust	-	-
Relevante Parameter im Eluat		-	-	-

n.ber. = nicht berechenbar - = Parameter nicht untersucht

1) Aufgrund der festgestellten Feststoff-Konzentration ist das Probematerial als gefährlicher Abfall zu beurteilen

2) PAK-haltige Abfälle sind nach länderspezifischen Regelungen zu prüfen und zu bewerten

Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: **SEWA GmbH**
Laborbetriebsgesellschaft m.b.H
Lichtstr. 3
45127 Essen

Tel. (0201) 847363-0 Fax (0201) 847363-332

Berichtsnummer: AU61875
Berichtsdatum: 05.04.2018

Projekt: 12646; A3, Gesamtinstandsetzung, Durchlass Schwarzer Siefenbach

Auftraggeber: ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG
Postfach 35 02 65
40444 Düsseldorf

Auftrag: 26.03.2018
Probeneingang: 26.03.2018
Untersuchungszeitraum: 26.03.2018 — 05.04.2018
Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand: 4 Feststoffproben



Andreas Görner
Laborleitung

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung der SEWA GmbH nicht gestattet.

Zusammenfassung der chemischen Analysenergebnisse - Schwarzer Siefenbach

Probenbezeichnung		MP 3	MP 4	LAGA - Technische Regeln - Mitteilung 20 TR Boden - Stand: 05.11.2004 Zuordnungswerte					
Aufschluss		KRB 2 KRB 3	KRB 1						
Entnahmetiefe [m]		1,0 - 3,4	0,5 - 1,7						
Material		A, U, fs, g, b", zb", Bims"	A, U, fs, g, sst-stck						
Labornummer		61875 - 1	61875 - 2						
Feststoffuntersuchung									
Parameter	Einheit			Z 0 (Sand)	Z 0 (Lehm/ Schluff)	Z 0*	Z 1	Z 2	
Arsen	mg/kg TS	10	9,0	10	15	15	45	150	
Blei	mg/kg TS	46	70	40	70	140	210	700	
Cadmium	mg/kg TS	0,2	0,3	0,4	1	1	3	10	
Chrom gesamt	mg/kg TS	23	19	30	60	120	180	600	
Kupfer	mg/kg TS	23	32	20	40	80	120	400	
Nickel	mg/kg TS	24	27	15	50	100	150	500	
Quecksilber	mg/kg TS	0,092	0,15	0,1	0,5	1	1,5	5	
Zink	mg/kg TS	96	110	60	150	300	450	1.500	
Thallium	mg/kg TS	< 0,4	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	
pH-Wert	-	6,74	7,72	-	-	-	-	-	
EOX	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	1	1	1	3	10	
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,067	< 0,05	-	-	-	3	10	
Σ LHKW (n. LAGA)	mg/kg TS	n. berechenbar	n. berechenbar	1	1	1	1	1	
Σ BTEX	mg/kg TS	n. berechenbar	n. berechenbar	1	1	1	1	1	
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-	-	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,16	0,04	0,3	0,3	0,6	0,9	3	
Σ PAK (n. US _{EPA})	mg/kg TS	1,7	0,41	3	3	3	3	30	
Σ PCB (n. LAGA)	mg/kg TS	n. berechenbar	n. berechenbar	0,05	0,05	0,05	0,15	0,5	
KW-Index	mg/kg TS	< 50	< 50	100	100	200	300	1.000	
TOC	Ma.-% TS	0,95	0,65	0,5	0,5	0,5	1,5	5	
Eluatuntersuchungen				Z 0 / Z 0*			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	ohne	8,8	8,5	6,5 - 9,5			6,5-9,5	6-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit (25 °C)	µS/cm	110	56	250			250	1.500	2.000
Arsen	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,014			0,014	0,020	0,060
Blei	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,040			0,040	0,080	0,200
Cadmium	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	0,0015			0,0015	0,003	0,006
Chrom gesamt	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,0125			0,0125	0,025	0,060
Kupfer	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,020			0,020	0,060	0,100
Nickel	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,015			0,015	0,020	0,070
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0005			< 0,0005	0,001	0,002
Thallium	mg/l	< 0,001	< 0,001	-			-	-	-
Zink	mg/l	< 0,01	0,024	0,150			0,15	0,200	0,600
Chlorid	mg/l	2,3	3,2	30			30	50	100
Sulfat	mg/l	9,5	3,5	20			20	50	200
Cyanid, gesamt	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005			0,005	0,010	0,020
Phenolindex (wdf.)	mg/l	< 0,008	< 0,008	0,020			0,020	0,040	0,100
n.b.: nicht berechenbar									
Vorgeschlagene Einstufung									
Einbauklasse nach LAGA 2004 (Boden)		1	1						
relevante Parameter im Feststoff		TOC	TOC						
relevante Parameter im Eluat		-	-						

Untersuchungsergebnisse



Labornummer		Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
61875 - 1		MP 3				
61875 - 2		MP 4				
61875 - 3		MP 1				
61875 - 4		MP 2				
			61875 - 1	61875 - 2	61875 - 3	61875 - 4

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	10	9,0
Blei	mg/kg	46	70
Cadmium	mg/kg	0,20	0,30
Chrom	mg/kg	23	19
Kupfer	mg/kg	23	32
Nickel	mg/kg	24	27
Quecksilber	mg/kg	0,092	0,15
Zink	mg/kg	96	110

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Metalle

Thallium	mg/kg	<0,40	<0,40
----------	-------	-------	-------

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
61875 - 1	MP 3				
61875 - 2	MP 4				
61875 - 3	MP 1				
61875 - 4	MP 2				
		61875 - 1	61875 - 2	61875 - 3	61875 - 4

● Untersuchungen im Feststoff

pH-Wert	ohne	6,74	7,72
TOC	%	0,95	0,65
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50
Cyanid (ges.)	mg/kg	0,067	<0,050
KW-Index	mg/kg	<50	<50
C10-C22	mg/kg	<50	<50
C22-C40	mg/kg	<50	<50

LHKW

Dichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar

BTEX

Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer		Ihre Probenbezeichnung		Probenentnahme	
61875 - 1		MP 3			
61875 - 2		MP 4			
61875 - 3		MP 1			
61875 - 4		MP 2			
		61875 - 1	61875 - 2	61875 - 3	61875 - 4
PAK nach US EPA					
Naphthalin	mg/kg	<0,010	<0,010	<1,0	<1,0
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010	<0,010	<1,0	<1,0
Acenaphthen	mg/kg	0,021	<0,010	<1,0	<1,0
Fluoren	mg/kg	<0,010	<0,010	<1,0	<1,0
Phenanthren	mg/kg	0,11	<0,010	<1,0	<1,0
Anthracen	mg/kg	0,027	<0,010	<1,0	<1,0
Fluoranthren	mg/kg	0,29	0,086	<1,0	<1,0
Pyren	mg/kg	0,25	0,057	<1,0	<1,0
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,12	0,031	<1,0	<1,0
Chrysen	mg/kg	0,21	0,077	<1,0	<1,0
Benzo(a)fluoranthene	mg/kg	0,31	0,12	<1,0	<1,0
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,16	0,040	<1,0	<1,0
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	0,014	<0,010	<1,0	<1,0
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,095	<0,010	<1,0	<1,0
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	0,077	<0,010	<1,0	<1,0
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	1,7	0,41	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PAK n. TrinkwV	mg/kg	0,48	0,12	n. berechenbar	n. berechenbar
PCB nach DIN					
PCB 28	mg/kg	<0,010	<0,010		
PCB 52	mg/kg	<0,010	<0,010		
PCB 101	mg/kg	<0,010	<0,010		
PCB 138	mg/kg	<0,010	<0,010		
PCB 153	mg/kg	<0,010	<0,010		
PCB 180	mg/kg	<0,010	<0,010		
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar		
Summe PCB n. AltÖlV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar		

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
61875 - 1	MP 3				
61875 - 2	MP 4				
61875 - 3	MP 1				
61875 - 4	MP 2				
		61875 - 1	61875 - 2	61875 - 3	61875 - 4

● Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	8,82	8,53		
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	110	56		
Chlorid	mg/l	2,3	3,2		
Sulfat	mg/l	9,5	3,5		
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050		
Phenolindex	mg/l	<0,0080	<0,0080	<0,0080	<0,0080
Metalle					
Arsen	mg/l	<0,0010	<0,0010		
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050		
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050		
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050		
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050		
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050		
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020		
Thallium	mg/l	<0,0010	<0,0010		
Zink	mg/l	<0,010	0,024		

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsmethoden

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN EN 13657
Arsen	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Nickel	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	DIN EN ISO 12846
Zink	DIN EN ISO 11885

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Aufschluß	VDI 3796-1
Thallium	VDI 3796-1

- Untersuchungen im Feststoff

Cyanid (ges.)	DIN ISO 11262
EOX	DIN 38414 S17
KW-Index	DIN EN 14039
TOC	DIN EN 13137
pH-Wert	DIN ISO 10390
LHKW	DIN ISO 22155
BTEX	DIN ISO 22155
PAK nach US EPA	DIN ISO 18287
PCB nach DIN	DIN EN 15308

- Untersuchungen im Eluat

Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid (ges.)	DIN 38405 D7
DEV S4 Eluat	DIN EN 12457
Elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888
Phenolindex	DIN EN ISO 14402 H37
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
pH-Wert	DIN EN ISO 10523
Arsen	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Nickel	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	DIN EN ISO 12846
Thallium	DIN 38406 E26
Zink	DIN EN ISO 11885



Eigenschaften und Kennwerte der Bodenschichten

Kenngrößen ↓		Schichteinheit →	1a	1b	2a	2b	3
Boden	ortsübliche Bezeichnung	-	Auffüllungen aus natürlichen bindigen und nichtbindigen Böden mit Fremd Beimengungen		Hochflutablagerungen		Terrassensedimente
	Bodengruppe nach DIN 18196	-	[UL, TL, SU*]	[SW, SI, SE, SU, GW, GI, GE, GU]; A	UL, TL, SU*	HN, HZ	GE, GW, GW, GU, (GU*)
	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB	-	F 3	F1 und F2	F 3	F 3	F 1 und F 2, (F3)
	Bandbreite des Korngrößenanteils (Ton/Schluff/ Sand/Kies)	[M.-%]	$\leq 20 / \leq 70 / \leq 60 / \leq 60$	$\leq 5 / \leq 15 / \leq 100 / \leq 80$	$\leq 20 / \leq 70 / \leq 60 / < 30$	n.b.	$\leq 5 / \leq 30 / \leq 50 / \leq 75$
	Massenanteil an Steinen / Blöcken / großen Blöcken	[M.-%]	$< 10 / 0 / 0$	$\leq 20 / < 5 / < 5$	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	$\leq 20 / < 5 / 0$
	mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	[-]	n.b.	n.b.	-	-	Quarzite, Sandsteine, Tonschiefer, Kiesel-schiefer, Milchquarz
	Dichte	[g/cm ³]	1,7 - 2,1	1,6 - 2,2	1,7 - 2,1	1,1 - 1,4	1,8 - 2,2
	Kohäsion	[kN/m ²]	0 - 10	0 - 3	0 - 20	n.b.	0 - 3
	Sensitivität	[-]	< 30	n.b.	< 30	n.b.	n.b.
	undrÄnirte Scherfestigkeit	[kN/m ²]	≤ 100	n.b.	50 bis 150	< 50	n.b.
	Wassergehalt	[%]	≤ 40	≤ 30	≤ 40	50 - 150	≤ 30
	Konsistenzzahl	[-]	0,5 bis > 1,0	n.b.	0,5 bis 1,5	< 0,5	n.b.
	Plastizitätszahl	[%]	≤ 35	n.b.	≤ 30	n.b.	n.b.
	Durchlässigkeit	[m/s]	n.b.	n.b.	$5 \cdot 10^{-6}$ bis $5 \cdot 10^{-9}$	n.b.	10^{-3} bis 10^{-5}
	Lagerungsdichte I _D	[-]	n.b.	0,10 - 0,85 (> 0,85; verfestigte/verkittete Bereiche)	n.b.	n.b.	0,35 - 0,85 teils > 0,85
	organischer Anteil	[%]	< 3	0	< 3	< 50	0
	Abrasivität	[-]	kaum bis schwach abrasiv	stark bis extrem abrasiv	kaum bis schwach abrasiv	kaum abrasiv	stark bis extrem abrasiv

n.b.: nicht bestimmbar