

Bericht zur Untersuchung des Fahrbahn- und Gehwegaufbaus

in einem Teilbereich der

Friedhofstraße

(zwischen Einmündung Brandenburg und Einmündung Aschenbruch)
in Mülheim an der Ruhr

Auftraggeber:

Stadt Mülheim an der Ruhr
Amt für Verkehrswesen und Tiefbau
Hans-Böckler-Platz 5
45468 Mülheim an der Ruhr

IfB

Ingenieurgesellschaft für
Baudienstleistungen mbH
Auf dem Kalwes 239-243
44801 Bochum
Fon 0234 / 9 70 42 71

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 AUFGABENSTELLUNG	1
2 UNTERLAGEN	1
3 UNTERSUCHUNGSPROGRAMM	2
3.1 FELDUNTERSUCHUNGEN	2
3.2 PROBENENTNAHME UND PROBENAUSWAHL	3
3.3 UMFANG DER CHEMISCHEN UNTERSUCHUNGEN	6
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	6
4.1 LAGE, NUTZUNG UND MORPHOLOGIE	6
4.2 GEOLOGIE	7
4.3 UNTERGRUNDSITUATION, FAHRBAHN- UND GEHWEGAUFBAU	7
4.4 PHYSIKALISCH-CHEMISCHE ANALYTIK	9
5 BEURTEILUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	18

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Verzeichnis der zur chem. Untersuchung ausgewählten Proben	3
Tabelle 2: Analysenergebnisse der Schwarzdeckenproben im Feststoff	11
Tabelle 3: Gehalte der überprüften Inhaltsstoffe (Feststoff) in den Materialproben im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA-Liste für Boden	12
Tabelle 4: Gehalte der überprüften Inhaltsstoffe (Eluat) in den Materialproben im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA-Liste für Boden	13
Tabelle 5: Gehalte der überprüften Inhaltsstoffe (Feststoff) in den Materialproben im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA-Liste für Bauschutt.....	14
Tabelle 6: Gehalte der überprüften Inhaltsstoffe (Eluat) in den Materialproben im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA-Liste für Bauschutt.....	16
Tabelle 7: Einstufung / Zuordnung der analytisch überprüften Proben gemäß der Vorgaben der LAGA	18
Tabelle 8: Verwertungsklassen für Straßenausbaustoffe und Zuordnung von Verwertungsverfahren nach RuVA-StB 01	21
Tabelle 9: Zuordnung der analytisch überprüften Schwarzdeckenproben zu den Verwertungsklassen und Verwertungsverfahren in Anlehnung an die RuVA-StB 01	22

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Mülheim an der Ruhr plant die Erneuerung der Fahrbahn und der Gehwege in einem Teilbereich der Friedhofstraße. Bei dem zu bearbeitenden Ausbaubereich handelt es sich um den Abschnitt zwischen der Einmündung der Straße Brandenburg in die Friedhofstraße im Nordosten bis zur Einmündung der Straße Aschenbruch in die Friedhofstraße im Südwesten (**Anlagen 1.1** und **1.2**).

Zur planerischen Vorbereitung der Maßnahme ist die Kenntnis des Aufbaus der vorhandenen Gehwege und der Fahrbahn sowie der eventuellen Belastungen des vorhandenen Oberbaues und des Untergrundes notwendig.

Die Ingenieurgesellschaft für Baudienstleistungen mbH –IfB mbH–, Bochum, ist von der Stadt Mülheim an der Ruhr beauftragt worden, die erforderlichen Felduntersuchungen durchzuführen, die Untergrundsituation zu beschreiben und eine Beurteilung der Belastungssituation des gebundenen und ungebundenen Oberbaus zu erarbeiten. Mit den notwendigen, chemischen Analysen wurde die SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Lichtstraße 3, 45127 Essen, durch die Stadt Mülheim an der Ruhr direkt beauftragt.

2 Unterlagen

Zur Erstellung des Gutachtens sind folgende Unterlagen verwendet bzw. zur Verfügung gestellt worden:

- Übersichtslageplan, Maßstab 1:20.000
Ausschnitt aus dem Falk-Städteatlas „Rhein - Ruhr“
- Lageplan, ohne Maßstab
zur Verfügung gestellt durch die Stadt Mülheim an der Ruhr
- Ingenieurgeologische Karten, Maßstab 1:25.000
Blatt 4506 Duisburg und Blatt 4507 Mülheim an der Ruhr
- Archivunterlagen der IfB mbH

3 Untersuchungsprogramm

3.1 Felduntersuchungen

Zur Erkundung der Art und Zusammensetzung des jeweiligen Gehweg- und Fahr-
bahnoberbaus sowie des Untergrundes und zur Probengewinnung sind innerhalb der zu
beurteilenden Gehweg- und Fahrbahnbereiche insgesamt **18 Aufschlüsse** (Kernboh-
rungen und Rammkernsondierungen -RKS-) niedergebracht worden.

Die Ansatzstellen der Rammkernsondierungen RKS 1, RKS 5, RKS 8, RKS 9, RKS 10,
RKS 14 und RKS 15 befinden sich im Bereich des nördlichen Gehweges. Im Bereich der
Fahrbahn wurden die Rammkernsondierungen RKS 2, RKS 3, RKS 6, RKS 11, RKS 12,
RKS 16 und RKS 17 ausgeführt. Die Ansatzstellen der Rammkernsondierungen RKS 4,
RKS 7, RKS 13 und RKS 18 befinden sich im Bereich des südlichen Gehweges.

Die Anzahl und die Lage der Ansatzstellen der Rammkernsondierungen wurden durch
die Stadt Mülheim an der Ruhr vorgegeben. Die Lage der einzelnen Ansatzstellen ist der
Anlage 1.2 zu entnehmen.

Die ausgeführten Rammkernsondierungen sollten auftragsgemäß in einer Tiefe von
1,0 m unter der Geländeoberfläche beendet werden (**Anlage 2**).

Aus dem Bohrgut der Sondierbohrungen sind insgesamt **53 Materialproben** entnom-
men und von der IfB mbH aus bodenmechanisch - geologischer sowie aus physikalisch -
chemischer Sicht angesprochen und beurteilt worden. Zur Vermeidung einer bohrtech-
nisch bedingten Verschleppung von eventuell vorhandenen Verunreinigungen wurde
- soweit möglich - jeweils nur das Innere der Bohrkerne gewonnen und in luftdicht ver-
schließbaren Behältern sichergestellt. Des Weiteren wurden **10 Schwarzdeckenkerne**
erbohrt (**Anlage 3**).

Die Ausführung der Sondierungsarbeiten erfolgte im Juli 2018. Nach Beendigung der
Feldarbeiten sind die Ansatzpunkte nach Lage und Höhe (relativ) eingemessen worden.
Als Lagebezug diente hierbei die vorhandene Bebauung. Bezugspunkte für das Einmes-
sen der Höhen waren verschiedene Schachtdeckel deren Höhen uns durch die Stadt
Mülheim an der Ruhr zur Verfügung gestellt wurden.

3.2 Probenentnahme und Probenauswahl

Aus den insgesamt entnommenen 63 Proben (Kerne und Materialproben) wurden, nach Vorgabe durch die Stadt Mülheim an der Ruhr, 47 Proben der erbohrten Materialien der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Lichtstraße 3, 45127 Essen, zur Analytik übergeben. Dabei handelt es sich um 37 Einzelproben und um 10 Schwarzdeckenkerne.

Die im Einzelnen zur chemischen Analytik ausgewählten Proben sind der nachfolgenden **Tabelle 1** zu entnehmen.

Tabelle 1: Verzeichnis der zur chemischen Untersuchung ausgewählten Proben

Probenbezeichnung	Ansatzstelle	Entnahmetiefe [m]	Probenmaterial
RKS 1: 0,15 – 0,60	RKS 1, nördl. Gehweg	0,15– 0,60	Auffüllung (viel Sand, wenig Schotter, wenig Kies)
RKS 2: 0,00 – 0,12	RKS 2, Fahrbahn	0,00 – 0,12	Auffüllung (Schwarzdecke)
RKS 2: 0,12 – 0,18		0,12 – 0,18	Auffüllung (Schlacke)
RKS 2: 0,18 – 0,40		0,18 – 0,40	Auffüllung (Schlacke, wenig Sand)
RKS 2: 0,40 – 0,70		0,40 – 0,70	Auffüllung (viel Sand, Schluff, wenig Kies, Schlackereste)
RKS 3: 0,00 – 0,14	RKS 3, Fahrbahn	0,00 – 0,14	Auffüllung (Schwarzdecke)
RKS 3: 0,14 – 0,50		0,14 – 0,50	Auffüllung (viel Schlacke, wenig Sand, wenig Kies)
RKS 3: 0,50 – 1,00		0,50 – 1,00	Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, schwach kiesig
RKS 4: 0,10 – 0,25	RKS 4, südl. Gehweg	0,10 – 0,25	Auffüllung (viel Schlacke, Sand)
RKS 4: 0,25 – 0,55		0,25 – 0,55	Auffüllung (viel Sand, Schlacke, Schwarzdeckenreste)

Tabelle 1: Fortsetzung

Probenbezeichnung	Ansatzstelle	Entnahmetiefe [m]	Probenmaterial
RKS 5: 0,08 – 0,25	RKS 5, nördl. Gehweg	0,08 – 0,25	Auffüllung (Sand, Schluff)
RKS 5: 0,25 – 0,50		0,25 – 0,50	Auffüllung (viel Sand, Kies, Schlacke)
RKS 6: 0,00 – 0,07	RKS 6, Fahrbahn	0,00 – 0,07	Auffüllung (Schwarzdecke)
RKS 6: 0,07 – 0,27		0,07 – 0,27	Auffüllung (Schlacke)
RKS 6: 0,27 – 0,60		0,27 – 0,60	Auffüllung (viel Schlacke, wenig Sand, wenig Kies)
RKS 7: 0,08 – 0,30	RKS 7, südl. Gehweg	0,08 – 0,30	Auffüllung (viel Sand, Kies, wenig Schotter)
RKS 7: 0,30 – 0,60		0,30 – 0,60	Auffüllung (viel Schlacke, Sand)
RKS 8: 0,00 – 0,07	RKS 8, nördl. Gehweg	0,00 – 0,07	Auffüllung (Schwarzdecke)
RKS 8: 0,07 – 0,30		0,07 – 0,30	Auffüllung (Schlacke)
RKS 8: 0,30 – 1,00		0,30 – 1,00	Schluff, feinsandig
RKS 9: 0,15 – 0,35	RKS 9, nördl. Gehweg	0,15 – 0,35	Auffüllung (Schotter, wenig Sand, Splitt)
RKS 9: 0,35 – 0,65		0,35 – 0,65	Auffüllung (Sand, Schotter, wenig Kies)
RKS 10: 0,00 – 0,03	RKS 10, nördl. Gehweg	0,00 – 0,03	Auffüllung (Schwarzdecke)
RKS 10: 0,03 – 0,10		0,03 – 0,10	Auffüllung (Schlacke)
RKS 10: 0,10 – 0,40		0,10 – 0,40	Auffüllung (Schlacke, Schotter)
RKS 10: 0,40 – 1,00		0,40 – 1,00	Fein- bis Mittelkies, sandig
RKS 11: 0,00 – 0,06	RKS 11, Fahrbahn	0,00 – 0,06	Auffüllung (Schwarzdecke)
RKS 11: 0,06 – 0,30		0,06 – 0,30	Auffüllung (Schlacke)
RKS 11: 0,30 – 0,55		0,30 – 0,55	Auffüllung (Schlacke, Sand)
RKS 11: 0,55 – 1,00		0,55 – 1,00	Fein- bis Mittelkies, stark sandig, schwach schluffig

Tabelle 1: Fortsetzung

Probenbezeichnung	Ansatzstelle	Entnahmetiefe [m]	Probenmaterial
RKS 12: 0,00 – 0,17	RKS 12, Fahrbahn	0,00 – 0,17	Auffüllung (Schwarzdecke)
RKS 12: 0,17 – 0,40		0,17 – 0,40	Auffüllung (viel Schlacke, Sand, Basaltreste)
RKS 12: 0,40 – 0,65		0,40 – 0,65	Auffüllung (Sand, Bauschutt, Schluff)
RKS 13: 0,15 – 0,35	RKS 13, südl. Gehweg	0,15 – 0,35	Auffüllung (Schlacke)
RKS 13: 0,35 – 0,65		0,35 – 0,65	Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, kiesig
RKS 14: 0,15 – 0,35	RKS 14, nördl. Gehweg	0,15 – 0,35	Auffüllung (viel Schlacke, Kies, wenig Sand)
RKS 14: 0,35 – 0,70		0,35 – 0,70	Auffüllung (viel Sand, Kies, Schluff)
RKS 15: 0,00 – 0,05	RKS 15, nördl. Gehweg	0,00 – 0,05	Auffüllung (Schwarzdecke)
RKS 15: 0,22 – 0,35		0,22 – 0,35	Auffüllung (viel Sand, Schluff)
RKS 15: 0,35 – 0,65		0,35 – 0,65	Auffüllung (viel Sand, Schluff, Kies)
RKS 16: 0,00 – 0,07	RKS 16, Fahrbahn	0,00 – 0,07	Auffüllung (Schwarzdecke)
RKS 16: 0,23 – 0,40		0,23 – 0,40	Auffüllung (viel Sand, wenig Kies, wenig Schluff)
RKS 16: 0,40 – 1,00		0,40 – 1,00	Fein- bis Mittelsand, schluffig, kiesig
RKS 17: 0,00 – 0,08	RKS 17, Fahrbahn	0,00 – 0,08	Auffüllung (Schwarzdecke)
RKS 17: 0,08 – 0,30		0,08 – 0,30	Auffüllung (viel Schlacke, wenig Kies)
RKS 17: 0,30 – 0,70		0,30 – 0,70	Auffüllung (viel Sand, Schluff, Kies, Ziegelreste)
RKS 18: 0,12 – 0,55	RKS 18, südl. Gehweg	0,12 – 0,55	Auffüllung (viel Schlacke, Asche, Ziegelreste, Kohlereste)

3.3 Umfang der chemischen Untersuchungen

Die Proben der erbohrten Schwarzdecken (RKS 2: 0,00 – 0,12, RKS 3: 0,00 – 0,14, RKS 6: 0,00 – 0,07, RKS 8: 0,00 – 0,07, RKS 10: 0,00 – 0,03, RKS 11: 0,00 – 0,06, RKS 12: 0,00 – 0,17, RKS 15: 0,00 – 0,05, RKS 16: 0,00 – 0,07 und RKS 17: 0,00 – 0,08) wurden auf den Parameterumfang polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA) im Feststoff und Phenolindex im Eluat analysiert.

Die in der Tabelle 1 dargestellten Proben RKS 2: 0,40 – 0,70, RKS 3: 0,50 – 1,00, RKS 5: 0,08 – 0,25, RKS 7: 0,08 – 0,30, RKS 8: 0,30 – 1,00, RKS 10: 0,40 – 1,00, RKS 11: 0,55 – 1,00, RKS 13: 0,35 – 0,60, RKS 14: 0,35 – 0,70, RKS 15: 0,22 – 0,35, RKS 15: 0,35 – 0,65, RKS 16: 0,23 – 0,40 und RKS 16: 0,40 – 1,00 wurden, aufgrund eines Gehaltes an mineralischen Fremdbestandteilen von < 10 Vol. % in den gewonnenen Probenmaterialien, den Forderungen der LAGA, Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, entsprechend nach der LAGA Tabelle II 1.2-1 (LAGA Boden) im Feststoff und im Eluat chemisch untersucht.

Die verbleibenden Proben wurden aufgrund eines Gehaltes an mineralischen Fremdbestandteilen von jeweils > 10 Vol.-% in den gewonnenen Probenmaterialien, den Forderungen der LAGA, Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, entsprechend nach der LAGA Tabelle II 1.4-1 (LAGA Bauschutt) im Feststoff und im Eluat chemisch untersucht.

Die Inhaltsstoffe wurden nach den heranzuziehenden DIN-Normen, nach den deutschen Einheitsverfahren oder sonstigen anerkannten Analyseverfahren untersucht.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Lage, Nutzung und Morphologie

Der zu untersuchende Bereich der Friedhofstraße befindet sich westlich des Stadtzentrums der Stadt Mülheim an der Ruhr im Stadtteil Broich. Bei dem zu bearbeitenden Ausbaubereich handelt es sich um den Abschnitt zwischen der Einmündung der Straße Brandenburg in die Friedhofstraße im Nordosten bis zur Einmündung der Straße Aschenbruch in die Friedhofstraße im Südwesten (**Anlagen 1.1** und **1.2**).

Die Friedhofstraße besitzt auf beiden Seiten Gehwege. Die Gehwege sind durch unterschiedliche Pflasterungen und Schwarzdecken versiegelt. Der Gehweg auf der Nordseite

weist stark variierende Breiten auf. Die Fahrbahn ist durch unterschiedliche Schwarzdecken versiegelt.

Die untersuchten Fahrbahn- und Gehwegabschnitte weisen z. T. Risse, Vertiefungen und Ausbesserungsspuren auf.

Der Untersuchungsbereich der Friedhofstraße steigt zunächst von Nordosten (Einmündung Brandenburg) nach Südwesten (Einmündung Schellhockerbruch) an. Von hier fällt er nach Südwesten (Bereich der Ansatzstellen der RKS 5 bis RKS 7) ein um anschließend wieder nach Südwesten (Einmündung Aschebruch anzusteigen. Der im Rahmen dieser Untersuchung ermittelte maximale Höhenunterschied beträgt zwischen den Ansatzstellen der RKS 14 (74,61 m ü. NN) und der RKS 8 (84,27 m ü. NN) 9,66 m.

4.2 Geologie

Regionalgeologisch ist das untersuchte Areal dem Übergang zwischen dem Rheinischen Schiefergebirge, der Niederrheinischen Bucht und dem Münsterländer Kreidebecken zuzuordnen.

Nach den ingenieurgeologischen Karten, Blatt 4507, Mülheim an der Ruhr und Blatt 4506, Duisburg, liegen unter der Geländeoberfläche zunächst quartäre Lockermassen auf. Diese setzen sich im nordöstlichen Bereich des Untersuchungsgebietes aus Sanden und Kiesen und im südwestlichen Bereich aus schwach tonigen bis tonigen und / oder schwach feinsandigen bis feinsandigen Schluffen zusammen.

4.3 Untergrundsituation, Fahrbahn- und Gehwegaufbau

Im untersuchten Bereich wurden unter dem gebundenen Fahrbahnoberbau und unterhalb der Versiegelungen der Gehwege an allen Ansatzstellen zunächst Auffüllungen ermittelt. Der gewachsene Boden (Fein- bis/oder Mittelsande, Fein- bis Mittelkiese oder Schluff mit jeweils unterschiedlichen Anteilen der anderen Kornfraktionen) wurde in Tiefen zwischen 0,30 m (RKS 8) und 0,90 m (RKS 1) erbohrt. Die im Einzelnen ermittelten Schichtstärken sowie die jeweiligen Endtiefen der Rammkernsondierungen sind der Anlage 2 zu entnehmen.

Im Bereich des nördlichen Gehweges (Ansatzstellen der Rammkernsondierungen RKS 1, RKS 5, RKS 8 bis RKS 10, RKS 14 und RKS 15) wurden, unterhalb der Versiegelungen aus Pflaster oder Gehwegplatten und der zugehörigen Bettung bzw. unterhalb der 3 cm

bis 7 cm starken Schwarzdeckenversiegelung zunächst unterschiedliche Tragschichten ermittelt. An den Ansatzstellen der RKS 8 und der RKS 10 bestehen diese aus Schlacke, an der Ansatzstelle der RKS 14 überwiegend aus Schlacke. An der Ansatzstelle der RKS 15 liegt die Schwarzdecke auf Kopfsteinpflaster. An den verbleibenden Ansatzstellen der Rammkernsondierungen im nördliche Gehwegbereich sind die Tragschichten als Gemenge aus Sand, Schotter, Kies, Schluff und Splitt mit jeweils unterschiedlichen Anteilen der einzelnen Fraktionen zu beschreiben. Unterhalb der Tragschichten folgen an allen Ansatzstellen, bis auf die der RKS 8, weitere Auffüllungen. Diese setzen sich überwiegend aus umgelagerten Böden (Sand, Kies, Schluff) mit unterschiedlichen Beimengungen an Schotter und Schlacke zusammen.

Im Bereich der Fahrbahn wurden die Rammkernsondierungen RKS 2, RKS 3, RKS 6, RKS 11, RKS 12, RKS 16 und RKS 17 ausgeführt. An diesen Ansatzstellen wurde unterhalb der 0,06 m bis 0,17 m starken Schwarzdeckenversiegelung zunächst eine Tragschicht aus Schlacke bzw. überwiegend aus Schlacke ermittelt. An der Ansatzstelle der RKS 16 liegt die Schwarzdecke auf Kopfsteinpflaster. Unterhalb der Tragschichten folgen an allen Ansatzstellen, mit Ausnahme der RKS 3, weitere Auffüllungen. Diese bestehen überwiegend aus Gemengen mit unterschiedlichen Anteilen an Sand, Schluff, Kies, Schlacke, Bauschutt, Ziegel- und Basaltresten.

Im Bereich des südlichen Gehweges (Ansatzstellen der Rammkernsondierungen RKS 4, RKS 7, RKS 13 und RKS 18) wurden, unterhalb der Versiegelungen aus Pflaster oder Gehwegplatten und der zugehörigen Bettung, zunächst unterschiedliche Tragschichten ermittelt. An den Ansatzstellen der RKS 4 bestehen diese aus viel Schlacke und Sand, an der Ansatzstelle der RKS 7 aus Sand, Kies und Schotter. Die an der Ansatzstelle der RKS 13 erbohrte Tragschicht besteht aus Schlacke. An der Ansatzstelle der RKS 18 wurde eine Tragschicht aus Schlacke mit Beimengungen an Asche, Ziegel- und Kohleresten erbohrt. An den Ansatzstellen der RKS 4 und der RKS 7 folgen unterhalb der beschriebenen Tragschichten weitere Auffüllungen. Diese bestehen aus Sand und Schlacke und an der Ansatzstelle der RKS 4 zusätzlich aus Schwarzdeckenresten.

Die erbohrten Schlacken waren teilweise sehr stark verbacken und mussten an den Ansatzstellen der RKS 2, RKS 6 und RKS 10 im Kernbohrverfahren durchörtert werden. Das an den Ansatzstellen der RKS 15 und 16 unterhalb der Schwarzdecken angetroffene Kopfsteinpflaster wurde ebenfalls im Kernbohrverfahren durchörtert.

Wir weisen darauf hin, dass der Begriff Tragschicht hier und im Weiteren ausschließlich als Funktionsbeschreibung gewählt wird. Bei den angetroffenen Materialien handelt es

sich nicht um eine ungebundene Tragschicht gem. TL G SoB – StB 04.

Ein durchgängiger Aufbau der Fahrbahn und der Gehwege gem. RStO konnte nicht ermittelt werden (vergl. **Anlage 1.3**). Die im Einzelnen ermittelten Schichtstärken sind der **Anlage 2** und der **Anlage 3** zu entnehmen.

Die Mächtigkeitsangaben und Zusammensetzungen der beschriebenen Schichten entsprechen den in den Bohrungen ermittelten Werten. Es kann erfahrungsgemäß nicht ausgeschlossen werden, dass an nicht untersuchten Stellen des Geländes hiervon abweichende Verhältnisse auftreten, was vor allem für den Bereich von Auffüllungen gilt.

Im Rahmen der Aufschlussmaßnahmen wurde kein freies Grundwasser angetroffen. Die erbohrten Materialien waren als erdfeucht anzusprechen.

4.4 Physikalisch-chemische Analytik

Im Zusammenhang mit der Erneuerung der Fahrbahn und des Gehweges im Untersuchungsbereich sind die vorhandenen Schwarzdecken und unterlagernden Materialien aufzunehmen und einer geordneten Entsorgung zuzuführen.

Zur Ermittlung der Belastungssituation im Bereich der geplanten Baumaßnahme sind insgesamt 10 Schwarzdeckenkernproben sowie 37 Einzelproben der erbohrten Auffüllungs- und Bodenmaterialien zur chemischen Analytik ausgewählt worden.

Zur Beurteilung geeigneter Entsorgungsmöglichkeiten ist die Kenntnis des Bindemittels der Schwarzdecken (Bitumen oder Teer) sowie der Belastungssituation der unterlagernden Auffüllungs- und Bodenmaterialien von entscheidender Bedeutung. Nach Vorgabe durch den Auftraggeber wurden daher Materialproben der vorhandenen Schwarzdecken und unterlagernden Materialien analytisch überprüft.

Die Proben der erbohrten Schwarzdecken (RKS 2: 0,00 – 0,12, RKS 3: 0,00 – 0,14, RKS 6: 0,00 – 0,07, RKS 8: 0,00 – 0,07, RKS 10: 0,00 – 0,03, RKS 11: 0,00 – 0,06, RKS 12: 0,00 – 0,17, RKS 15: 0,00 – 0,05, RKS 16: 0,00 – 0,07 und RKS 17: 0,00 – 0,08) wurden auf den Parameterumfang polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA) im Feststoff und Phenolindex im Eluat analysiert.

Die in der Tabelle 1 dargestellten Proben RKS 2: 0,40 – 0,70, RKS 3: 0,50 – 1,00, RKS 5: 0,08 – 0,25, RKS 7: 0,08 – 0,30, RKS 8: 0,30 – 1,00, RKS 10: 0,40 – 1,00,

RKS 11: 0,55 – 1,00, RKS 13: 0,35 – 0,60, RKS 14: 0,35 – 0,70, RKS 15: 0,22 – 0,35, RKS 15: 0,35 – 0,65, RKS 16: 0,23 – 0,40 und RKS 16: 0,40 – 1,00 wurden, aufgrund eines Gehaltes an mineralischen Fremdbestandteilen von < 10 Vol. % in den gewonnenen Probenmaterialien, den Forderungen der LAGA, Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, entsprechend nach der LAGA Tabelle II 1.2-1 (LAGA Boden) im Feststoff und im Eluat chemisch untersucht.

Die verbleibenden Proben wurden aufgrund eines Gehaltes an mineralischen Fremdbestandteilen von jeweils > 10 Vol.-% in den gewonnenen Probenmaterialien, den Forderungen der LAGA, Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, entsprechend nach der LAGA Tabelle II 1.4-1 (LAGA Bauschutt) im Feststoff und im Eluat chemisch untersucht.

Ausschlaggebend für den ausgewählten Parameterumfang war der Anteil an mineralischen Fremdbestandteilen in den zur Verfügung stehenden Proben. Wir weisen darauf hin, dass es im Rahmen der Ausführung der geplanten Baumaßnahme zu Aushub von Boden- / Auffüllungsmaterialien mit anderen Anteilen an mineralischen Fremdbestandteilen kommen kann. In diesem Fall ist ggf. eine erneute Beurteilung der Aushubmaterialien nach den Vorgaben der LAGA notwendig.

Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass an nicht untersuchten Stellen (insbesondere in Ausbesserungs- / Auffüllungsbereichen) andere Schadstoffgehalte als in den jetzt untersuchten Proben vorliegen können.

In der nachfolgenden **Tabelle 2** sind die Analyseergebnisse der Schwarzdeckenproben dargestellt. Die im Einzelnen ermittelten Analyseergebnisse sind der **Anlage 4** zu entnehmen.

Tabelle 2: Analysenergebnisse der Schwarzdeckenproben im Feststoff

Probe	Phenolindex in mg/l	Benzo(a)pyren in mg/kg	PAK nach EPA in mg/kg
RKS 2: 0,00 – 0,12	n.n.	n.n.	n.n.
RKS 3: 0,00 – 0,14	n.n.	n.n.	n.n.
RKS 6: 0,00 – 0,07	0,043	12	410
RKS 8: 0,00 – 0,07	n.n.	n.n.	0,69
RKS 10: 0,00 – 0,03	n.n.	0,39	3,9
RKS 11: 0,00 – 0,06	n.n.	n.n.	n.n.
RKS 12: 0,00 – 0,17	n.n.	1,8	10
RKS 15: 0,00 – 0,05	n.n.	3,2	81
RKS 16: 0,00 – 0,07	n.n.	3,0	120
RKS 17: 0,00 – 0,08	n.n.	n.n.	0,84

In den nachfolgenden **Tabellen 3** bis **6** sind die ermittelten Konzentrationen der überprüften Inhaltsstoffe der so genannten "**LAGA-Liste**" **1997** (Technische Regeln für die Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen) bzw. **LAGA 2004** (M 20) gegenüber gestellt. Die im Einzelnen ermittelten Analyseergebnisse sind der **Anlage 4** zu entnehmen.

Tabelle 3: Feststoffgehalte der überprüften Inhaltsstoffe im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA – Listen für Boden

	As [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Tl [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Cyanide [mg/kg]	PCB [mg/kg]	PAK nach EPA (Bap) [mg/kg]	LHKW / BTEX [mg/kg]	MKW [mg/kg]	EOX [mg/kg]	TOC [Masse%]
LAGA 2004 (M 20) (Technische Regeln für die Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen)																
Zuordnungswerte Bodenart Sand uneingeschränkter Einbau Z 0	10	40	0,4	30	20	15	0,1	0,4	60		0,05	3 (0,3)	1	100	1	0,5 ³⁾
Zuordnungswerte Bodenart Lehm / Schluff uneingeschränkter Einbau Z 0	15	70	1	60	40	50	0,5	0,7	150		0,05	3 (0,3)	1	100	1	0,5 ³⁾
Zuordnungswerte Bodenart Ton uneingeschränkter Einbau Z 0	20	100	1,5	100	60	70	1	1	200		0,05	3 (0,3)	1	100	1	0,5 ³⁾
eingeschränkter Einbau Z 1	45	210	3	180	120	150	1,5	2,1	450	3	0,15	3 ¹⁾ (0,9)	1	300 ²⁾	3	1,5
eingeschränkter Einbau mit definierten Sicherungsmaßnahmen Z 2	150	700	10	600	400	500	5	7	1500	10	0,5	30 (3)	1	1000 ²⁾	10	5
RKS 2: 0,40 – 0,70 (BA Sand)	6,7	16	0,26	11	8,2	13	n.n.	n.b.	68	n.b.	n.b.	11 (0,88)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	4,4
RKS 3: 0,50 – 1,00 (BA Sand)	2,9	11	n.n.	14	6,5	12	n.n.	n.b.	36	n.b.	n.b.	0,10 (0,014)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,30
RKS 5: 0,08 – 0,25 (BA Sand)	1,5	7,5	n.n.	13	4,2	8,4	n.n.	n.b.	23	n.b.	n.b.	0,34 (0,042)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,085
RKS 7: 0,08 – 0,30 (BA Sand)	2,2	5,5	n.n.	9,4	4,2	9,5	n.n.	n.b.	21	n.b.	n.b.	5,5 (n.n.)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,35
RKS 8: 0,30 – 1,00 (BA Schluff)	7,1	14	n.n.	24	8,1	19	n.n.	n.b.	44	n.b.	n.b.	n.n. (n.n.)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,26
RKS 10: 0,40 – 1,00 (BA Sand)	4,3	5,5	n.n.	9,6	3,5	15	n.n.	n.b.	19	n.b.	n.b.	n.n. (n.n.)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,17
RKS 11: 0,55 – 1,00 (BA Sand)	56	11	0,36	12	8,7	13	n.n.	n.b.	51	n.b.	n.b.	0,026 (n.n.)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,13
RKS 13: 0,35 – 0,60 (BA Sand)	3,4	8,1	n.n.	16	6,3	14	n.n.	n.b.	21	n.b.	n.b.	n.n. (n.n.)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,13
RKS 14: 0,35 – 0,70 (BA Sand)	3,7	8,3	n.n.	12	7,5	9,4	n.n.	n.b.	25	n.b.	n.b.	n.n. (n.n.)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,26
RKS 15: 0,22 – 0,35 (BA Sand)	3,3	9,2	n.n.	9,2	17	14	n.n.	n.b.	28	n.b.	n.b.	3,3 (0,38)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,17
RKS 15: 0,35 – 0,65 (BA Sand)	3,6	8,7	n.n.	13	8,1	11	n.n.	n.b.	26	n.b.	n.b.	2,6 (0,37)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,25
RKS 16: 0,23 – 0,40 (BA Sand)	1,5	3,4	n.n.	5,4	1,8	5,0	n.n.	n.b.	9,2	n.b.	n.b.	n.n. (n.n.)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,21
RKS 16:, 0,40 – 1,00 (BA Sand)	4,8	9,7	n.n.	19	7,6	15	n.n.	n.b.	32	n.b.	n.b.	0,14 (0,019)	n.b./n.b.	n.n.	n.n.	0,18

¹⁾bei Einbau in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten bis 9 m g/kg²⁾gilt bei Bestimmung C₁₀ bis C₂₂, bei Bestimmung C₁₀ bis C₄₀ gilt Z 1 = 600 mg/kg, Z 2 = 2000 mg/kg³⁾bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse%

BA = Bodenart; n.n. = nicht nachweisbar, n.b. = nicht bestimmt / analysiert

Tabelle 4: Eluatgehalte der überprüften Inhaltsstoffe im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA – Listen für Boden

	pH-Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]	As [µg/l]	Pb [µg/l]	Cd [µg/l]	Cr [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Hg [µg/l]	Tl [µg/l]	Zn [µg/l]	Cyanide [µg/l]	Phenol-index [µg/l]	Chlorid [mg/l]	Sulfat [mg/l]
LAGA 2004 (M 20) (Technische Regeln für die Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen) Zuordnungswerte Boden															
uneingeschränkter Einbau Z 0	6,5-9	250	14	40	1,5	12,5	20	15	< 0,5		150	5	20	30	20
eingeschränkter Einbau Z 1.1	6,5-9	250	14	40	1,5	12,5	20	15	< 0,5		150	5	20	30	20
Z 1.2	6-12	1500	20	80	3	25	60	20	1		200	10	40	50	50
eingeschränkter Einbau mit definierten Sicherungsmaßnahmen Z 2	5,5-12	2000	60 ¹⁾	200	6	60	100	70	2		600	20	100	100 ²⁾	200
RKS 2: 0,40 – 0,70 (BA Sand)	8,26	110	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	7,2	4,2
RKS 3: 0,50 – 1,00 (BA Sand)	8,03	120	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	6,0	5,7
RKS 5: 0,08 – 0,25 (BA Sand)	8,75	800	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	2,6	1,7
RKS 7: 0,08 – 0,30 (BA Sand)	8,12	150	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	2,1	15
RKS 8: 0,30 – 1,00 (BA Schluff)	8,10	49	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1,8	2,7
RKS 10: 0,40 – 1,00 (BA Sand)	8,80	81	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3,6	1,4
RKS 11: 0,55 – 1,00 (BA Sand)	8,91	75	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3,2	9,1
RKS 13: 0,35 – 0,60 (BA Sand)	8,68	85	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	2,0	4,2
RKS 14: 0,35 – 0,70 (BA Sand)	7,60	71	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	9,6	2,2
RKS 15: 0,22 – 0,35 (BA Sand)	8,50	120	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	12	1,8
RKS 15: 0,35 – 0,65 (BA Sand)	7,69	80	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	9,3	1,9
RKS 16: 0,23 – 0,40 (BA Sand)	8,67	30	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	2,9	3,4
RKS 16: 0,40 – 1,00 (BA Sand)	8,70	100	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	13	5,0

¹⁾bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l ²⁾ bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

As = Arsen, Pb = Blei, Cd = Cadmium, Cr = Chrom (gesamt), Cu = Kupfer, Ni = Nickel, Hg = Quecksilber, Tl = Thallium, Zn = Zink, PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe nach US-EPA, BaP = Benzo(a)pyren, PCB = polychlorierte Biphenyle, MKW = Mineralöl-Kohlenwasserstoffe, EOX = extrahierbare organische Halogene, TOC = gesamter organischer Kohlenstoff, n.n. = nicht nachweisbar / kleiner Bestimmungsgrenze, n.b. = nicht bestimmt / analysiert

Tabelle 5: Gehalte der überprüften Inhaltsstoffe (Feststoff) im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA-Liste für Bauschutt [mg/kg]

	As ¹⁾ [mg/kg]	Pb ¹⁾ [mg/kg]	Cd ¹⁾ [mg/kg]	Cr ¹⁾ [mg/kg]	Cu ¹⁾ [mg/kg]	Ni ¹⁾ [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Zn ¹⁾ [mg/kg]	PCB [mg/kg]	PAK nach EPA [mg/kg]	MKW [mg/kg]	EOX [mg/kg]
LAGA 1997 (Technische Regeln für die Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen) Zuordnungswerte Recyclingbaustoffe / nicht aufbereiteten Bauschutt												
uneingeschränkter Einbau Z 0	20	100	0,6	50	40	40	0,3	120	0,02	1	100	1
eingeschränkter Einbau Z 1.1	30	200	1	100	100	100		300	0,1	5 (20) ²⁾	300 ³⁾	3
Z 1.2	50	300	3	200	200	200		500	0,5	15 (50) ²⁾	500 ³⁾	5
eingeschränkter Einbau mit defi- nierten Sicherungsmaßnahmen Z 2									1	75 (100) ²⁾	1000 ³⁾	10
RKS 1: 0,15 – 0,60	4,4	40	n.n.	15	13	10	n.n.	80	n.b.	4,2	n.n.	n.n.
RKS 2: 0,12 – 0,18	2,4	11	n.n.	20	16	4,9	n.n.	18	n.b.	65	n.n.	n.n.
RKS 2: 0,18 – 0,40	12	100	1,4	27	54	22	n.n.	290	n.b.	140	n.n.	n.n.
RKS 3: 0,14 – 0,50	6,9	54	n.n.	26	150	39	n.n.	230	n.b.	29	n.n.	n.n.
RKS 4: 0,10 – 0,25	3,1	9,6	n.n.	16	4,5	6,1	n.n.	25	n.b.	160	70	n.n.
RKS 4: 0,25 – 0,55	5,2	25	0,41	20	11	14	n.n.	66	n.b.	1600	210	n.n.
RKS 5: 0,25 – 0,50	2,9	12	n.n.	16	6,9	6,6	n.n.	40	n.b.	2,8	n.n.	n.n.
RKS 6: 0,07 – 0,27	5,0	18	0,29	19	20	5,7	n.n.	120	n.b.	1100	360	n.n.
RKS 6: 0,27 – 0,60	4,2	13	n.n.	27	48	17	n.n.	49	n.b.	320	n.n.	n.n.
RKS 7: 0,30 – 0,60	2,0	5,0	n.n.	11	4,6	5,9	n.n.	20	n.b.	3,2	n.n.	n.n.
RKS 8: 0,07 – 0,30	1,6	1,4	n.n.	11	11	3,8	n.n.	4,6	n.b.	4,3	n.n.	n.n.
RKS 9: 0,15 – 0,35	27	32	n.n.	8,0	170	28	n.n.	57	n.b.	0,16	n.n.	n.n.
RKS 9: 0,35 – 0,65	7,6	17	0,23	8,8	32	15	n.n.	39	n.b.	0,92	n.n.	n.n.
RKS 10: 0,03 – 0,10	2,0	n.n.	n.n.	13	13	4,3	n.n.	6,8	n.b.	8,4	n.n.	n.n.
RKS 10: 0,10 – 0,40	11	51	0,44	33	17	7,6	n.n.	120	n.b.	110	n.n.	n.n.

Erläuterungen: As = Arsen, Pb = Blei, Cd = Cadmium, Cr = Chrom (gesamt), Cu = Kupfer, Ni = Nickel, Hg = Quecksilber, Zn = Zink, PAK = polyzyklische aromatischen Kohlenwasserstoffe nach US-EPA, MKW = Mineralöl-Kohlenwasserstoffe, EOX = extrahierbare organische Halogene, n.n. = nicht nachweisbar / kleiner Bestimmungsgrenze, n.b. = nicht bestimmt

- 1) Sollen Recyclingbaustoffe, z.B. Vorabsiebmaterial, und nicht aufbereiteter Bauschutt als Bodenmaterial für Rekultivierungszwecke und Geländeauffüllungen in der Einbauklasse 1 verwendet werden, ist die Untersuchung von Arsen und Schwermetallen erforderlich. Es gelten dann die Kriterien und Zuordnungswerte Z 1 (Z1.1 und Z1.2) der Technischen Regeln Boden
- 2) Im Einzelfall kann bis zu dem in Klammern genannten Wert abgewichen werden.
- 3) Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlußkriterium dar.

Tabelle 5: Fortsetzung

	As ¹⁾ [mg/kg]	Pb ¹⁾ [mg/kg]	Cd ¹⁾ [mg/kg]	Cr ¹⁾ [mg/kg]	Cu ¹⁾ [mg/kg]	Ni ¹⁾ [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Zn ¹⁾ [mg/kg]	PCB [mg/kg]	PAK nach EPA [mg/kg]	MKW [mg/kg]	EOX [mg/kg]
LAGA 1997 (Technische Regeln für die Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen) Zuordnungswerte Recyclingbaustoffe / nicht aufbereiteten Bauschutt												
uneingeschränkter Einbau Z 0	20	100	0,6	50	40	40	0,3	120	0,02	1	100	1
eingeschränkter Einbau Z 1.1	30	200	1	100	100	100		300	0,1	5 (20) ²⁾	300 ³⁾	3
Z 1.2	50	300	3	200	200	200		500	0,5	15 (50) ²⁾	500 ³⁾	5
eingeschränkter Einbau mit defi- nierten Sicherungsmaßnahmen Z 2									1	75 (100) ²⁾	1000 ³⁾	10
RKS 11: 0,06 – 0,30	13	34	n.n.	43	20	9,5	n.n.	100	n.b.	120	n.n.	n.n.
RKS 11: 0,30 – 0,55	5,7	19	n.n.	24	12	8,4	n.n.	39	n.b.	49	n.n.	n.n.
RKS 12: 0,17 – 0,40	4,8	25	n.n.	26	110	48	n.n.	88	n.b.	130	n.n.	n.n.
RKS 12: 0,40 – 0,65	5,8	33	0,51	25	31	38	n.n.	95	n.b.	90	51	n.n.
RKS 13: 0,15 – 0,35	1,8	2,2	n.n.	36	n.n.	4,1	n.n.	7,6	n.b.	n.n.	n.n.	n.n.
RKS 14: 0,15 – 0,35	3,7	8,3	n.n.	17	13	4,4	n.n.	23	n.b.	31	n.n.	n.n.
RKS 17: 0,08 – 0,30	11	820	1,0	100	300	33	n.n.	900	n.b.	2,8	n.n.	n.n.
RKS 17: 0,30 – 0,70	7,2	67	0,63	340	55	22	n.n.	180	n.b.	2,0	n.n.	n.n.
RKS 18: 0,12 – 0,55	12	490	1,2	53	3000	49	n.n.	1200	n.b.	0,11	n.n.	n.n.

Erläuterungen: As = Arsen, Pb = Blei, Cd = Cadmium, Cr = Chrom (gesamt), Cu = Kupfer, Ni = Nickel, Hg = Quecksilber, Zn = Zink, PAK = polyzyklische aromatischen Koh-lenwasserstoffe nach US-EPA, MKW = Mineralöl-Kohlenwasserstoffe, EOX = extrahierbare organische Halogene, n.n. = nicht nachweisbar / kleiner Bestimmungsgrenze, n.b. = nicht bestimmt

1) Sollen Recyclingbaustoffe, z.B. Vorabsiebmaterial, und nicht aufbereiteter Bauschutt als Bodenmaterial für Rekultivierungszwecke und Geländeauffüllungen in der Einbauklasse 1 verwendet werden, ist die Untersuchung von Arsen und Schwermetallen erforderlich. Es gelten dann die Kriterien und Zuordnungswerte Z 1 (Z1.1 und Z1.2) der Technischen Regeln Boden

2) Im Einzelfall kann bis zu dem in Klammern genannten Wert abgewichen werden.

3) Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

Tabelle 6: Gehalte der überprüften Inhaltsstoffe (Eluat) im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA – Liste für Bauschutt

	pH-Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]	As [µg/l]	Pb [µg/l]	Cd [µg/l]	Cr [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Hg [µg/l]	Zn [µg/l]	Phenol-index [µg/l]	Chlorid [mg/l]	Sulfat [mg/l]
LAGA 1997 (Technische Regeln für die Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen) Zuordnungswerte Recyclingbaustoffe / nicht aufbereiteten Bauschutt													
uneingeschränkter Einbau Z 0	7-12,5	500	10	20	2	15	50	40	0,2	100	< 10	10	50
eingeschränkter Einbau Z 1.1	7-12,5	1500	10	40	2	30	50	50	0,2	100	10	20	150
Z 1.2	7-12,5	2500	40	100	5	75	150	100	1	300	50	40	300
eingeschränkter Einbau mit definierten Sicherungsmaßnahmen Z 2	7-12,5	3000	50	100	5	100	200	100	2	400	100	150	600
RKS 1: 0,15 – 0,60	8,70	72	3,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1,6	1,7
RKS 2: 0,12 – 0,18	8,03	610	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	13	230
RKS 2: 0,18 – 0,40	8,23	190	8,3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	10	28
RKS 3: 0,14 – 0,50	8,22	380	4,2	n.n.	n.n.	n.n.	9,9	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	20	100
RKS 4: 0,10 – 0,25	8,45	220	1,3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	6,3	30
RKS 4: 0,25 – 0,55	8,37	120	3,9	n.n.	n.n.	n.n.	8,8	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2,9	8,9
RKS 5: 0,25 – 0,50	10,2	230	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	17	n.n.	5,8	47
RKS 6: 0,07 – 0,27	9,38	470	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	5,3	n.n.	n.n.	n.n.	270	4,4	120
RKS 6: 0,27 – 0,60	9,01	220	1,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2,5	38
RKS 7: 0,30 – 0,60	10,9	280	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	3,2	55
RKS 8: 0,07 – 0,30	10,1	450	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2,1	140
RKS 9: 0,15 – 0,35	9,11	170	3,3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	17	n.n.	4,1	37
RKS 9: 0,35 – 0,65	8,77	140	3,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	6,3	24
RKS 10: 0,03 – 0,10	8,28	430	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2,1	170
RKS 10: 0,10 – 0,40	10,7	400	1,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	8,4	37

Erläuterungen:

As = Arsen, Pb = Blei, Cd = Cadmium, Cr = Chrom (gesamt), Cu = Kupfer, Ni = Nickel, Hg = Quecksilber, Zn = Zink, n.n. = nicht nachweisbar / kleiner Bestimmungsgrenze

Tabelle 6: Fortsetzung

	pH-Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]	As [µg/l]	Pb [µg/l]	Cd [µg/l]	Cr [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Hg [µg/l]	Zn [µg/l]	Phenol-index [µg/l]	Chlorid [mg/l]	Sulfat [mg/l]
LAGA 1997 (Technische Regeln für die Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen) Zuordnungswerte Recyclingbaustoffe / nicht aufbereiteten Bauschutt													
uneingeschränkter Einbau Z 0	7-12,5	500	10	20	2	15	50	40	0,2	100	< 10	10	50
eingeschränkter Einbau Z 1.1	7-12,5	1500	10	40	2	30	50	50	0,2	100	10	20	150
Z 1.2	7-12,5	2500	40	100	5	75	150	100	1	300	50	40	300
eingeschränkter Einbau mit definierten Sicherungsmaßnahmen Z 2	7-12,5	3000	50	100	5	100	200	100	2	400	100	150	600
RKS 11: 0,06 – 0,30	9,40	310	1,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	13	34
RKS 11: 0,30 – 0,55	8,75	420	1,3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	5,5	130
RKS 12: 0,17 – 0,40	8,47	120	5,9	n.n.	n.n.	n.n.	17	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	5,5	7,8
RKS 12: 0,40 – 0,65	8,54	130	7,8	n.n.	n.n.	n.n.	7,6	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	7,2	7,1
RKS 13: 0,15 – 0,35	9,27	190	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	7,0	43
RKS 14: 0,15 – 0,35	8,35	280	1,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	3,3	79
RKS 17: 0,08 – 0,30	8,28	13	4,3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2,3	23
RKS 17: 0,30 – 0,70	9,24	90	4,5	n.n.	n.n.	6,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1,9	5,2
RKS 18: 0,12 – 0,55	8,04	100	2,3	n.n.	n.n.	n.n.	5,2	n.n.	n.n.	31	n.n.	4,1	5,6

Erläuterungen:

As = Arsen, Pb = Blei, Cd = Cadmium, Cr = Chrom (gesamt), Cu = Kupfer, Ni = Nickel, Hg = Quecksilber, Zn = Zink, n.n. = nicht nachweisbar / kleiner Bestimmungsgrenze

5 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

Wie den **Tabellen 3** bis **6** zu entnehmen ist, weisen die entnommenen Proben für das durch sie repräsentierte Material z. T. erhöhte Schadstoffgehalte auf. Das im Rahmen der Baumaßnahme durch die einzelnen Proben repräsentierte Material ist daher ordnungsgemäß zu verwerten / beseitigen.

In der nachfolgenden **Tabelle 7** und der **Anlage 1.4** sind die Proben und ihre jeweilige Einstufung / Zuordnung gemäß der Vorgaben der LAGA dargestellt.

Tabelle 7: Einstufung / Zuordnung der analytisch überprüften Proben gemäß der Vorgaben der LAGA

Probe	Einstufung gemäß LAGA	relevante Parameter
RKS 1: 0,15 – 0,60	Bauschutt Z 1.1 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 2: 0,12 – 0,18	Bauschutt Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 2: 0,18 – 0,40	Bauschutt > Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 2: 0,40 – 0,70	Boden Z 2 (LAGA 2004)	PAK nach EPA und TOC im Feststoff
RKS 3: 0,14 – 0,50	Bauschutt Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 3: 0,50 – 1,00	Boden Z 0 (LAGA 2004)	-
RKS 4: 0,10 – 0,25	Bauschutt > Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 4: 0,25 – 0,55	Bauschutt > Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 5: 0,08 – 0,25	Boden Z 1.2 (LAGA 2004)	Leitfähigkeit im Eluat
RKS 5: 0,25 – 0,50	Bauschutt Z 1.1 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 6: 0,07 – 0,27	Bauschutt > Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff und Phenolindex im Eluat
RKS 6: 0,27 – 0,60	Bauschutt > Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 7: 0,08 – 0,30	Boden Z 2 (LAGA 2004)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 7: 0,30 – 0,60	Bauschutt Z 1.1 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff und Sulfat im Eluat
RKS 8: 0,07 – 0,30	Bauschutt Z 1.1 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff und Sulfat im Eluat
RKS 8: 0,30 – 1,00	Boden Z 0 (LAGA 2004)	-
RKS 9: 0,15 – 0,35	Bauschutt Z 1.2 (LAGA 97)	Kupfer im Feststoff
RKS 9: 0,35 – 0,65	Bauschutt Z 0 (LAGA 97)	-

Tabelle 7: Fortsetzung

Probe	Einstufung gemäß LAGA	relevante Parameter
RKS 10: 0,03 – 0,10	Bauschutt Z 1.2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff und Sulfat im Eluat
RKS 10: 0,10 – 0,40	Bauschutt > Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 10: 0,40 – 1,00	Boden Z 0 (LAGA 2004)	-
RKS 11: 0,06 – 0,30	Bauschutt > Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 11: 0,30 – 0,55	Bauschutt Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 11: 0,55 – 1,00	Boden Z 2 (LAGA 2004)	Arsen im Feststoff
RKS 12: 0,17 – 0,40	Bauschutt > Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 12: 0,40 – 0,65	Bauschutt > Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 13: 0,15 – 0,35	Bauschutt Z 0 (LAGA 97)	-
RKS 13: 0,35 – 0,60	Boden Z 0 (LAGA 2004)	-
RKS 14: 0,15 – 0,35	Bauschutt Z 2 (LAGA 97)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 14: 0,35 – 0,70	Boden Z 0 (LAGA 2004)	-
RKS 15: 0,22 – 0,35	Boden Z 2 (LAGA 2004)	PAK nach EPA im Feststoff
RKS 15: 0,35 – 0,65	Boden Z 1.1 (LAGA 2004)	Benzo(a)pyren im Feststoff
RKS 16: 0,23 – 0,40	Boden Z 0 (LAGA 2004)	-
RKS 16: 0,40 – 1,00	Boden Z 0 (LAGA 2004)	-
RKS 17: 0,08 – 0,30	Bauschutt Z 2 (LAGA 97)	Blei, Kupfer und Zink im Feststoff
RKS 17: 0,30 – 0,70	Bauschutt Z 2 (LAGA 97)	Chrom im Feststoff
RKS 18: 0,12 – 0,55	Bauschutt > Z 2 (LAGA 97)	Kupfer im Feststoff

Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass an nicht untersuchten Stellen (insbesondere in Ausbesserungsbereichen) andere Schadstoffgehalte als in den jetzt untersuchten Proben vorliegen können. Die Einstufung der Materialien erfolgt auf Basis der Ergebnisse des durch die Stadt Mülheim vorgegebenen Parameterumfangs für die chemische Analytik.

Für die Beseitigung der Materialien, die den Z 2 – Zuordnungswert überschreiten, ist eine Deklarationsanalytik vorzulegen. Wir empfehlen abschnittsweise und vor Beginn der Aushubarbeiten den Untergrundaufbau durch das Anlegen von Schürfgruben zu erkunden. Anhand dieser Schürfgruben ist auch festzulegen ob und welche Schichten separiert werden können. Aus den Schürfen sind Proben zu entnehmen, die anschließend einer Deklarationsanalytik unterzogen werden. Die zuvor genannte Deklarations-

analytik ist zeitnah zu den durchzuführenden Aushubarbeiten durchzuführen und an die zur Verfügung stehenden Entsorgungsmöglichkeiten anzupassen.

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, hat zum Zweck der Zuordnung von Straßenausbaustoffen in die verschiedenen Verwertungsverfahren, unter Berücksichtigung der geltenden Gesetze, Verordnungen und Regelwerke die „Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01)“ erarbeitet. Dabei wird in Abhängigkeit vom Gehalt an PAK nach EPA im Feststoff und vom Phenolindex im Eluat eine Einordnung des überprüften Materials in die verschiedenen Verwertungsklassen vorgenommen.

Die möglichen Verfahren zur Verwertung werden in Heiß- und Kaltverfahren unterschieden. Im Einzelnen sind dies:

- Heißmischverfahren

- Kaltemischverfahren mit Bindemitteln

- Kaltverarbeitung ohne Bindemittel

Die Zuordnung der Verwertungsverfahren in Abhängigkeit von der Verwertungsklasse sind der nachfolgenden **Tabelle 8** zu entnehmen.

Tabelle 8: Verwertungsklassen für Straßenausbaustoffe und Zuordnung von Verwertungsverfahren nach RuVA-StB 01

Verwertungs- klasse	Art der Straßen- ausbaustoffe		Hintergrund ¹⁾	Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA in mg/kg	Phenolin- dex im Eluat in mg/l	Verwertungs- verfahren ⁵⁾
A	Ausbauasphalt		AS, BS, GS	≤ 25 ⁴⁾	≤ 0,1 ⁴⁾	Kz. 1 Kz. 2 und 3 ²⁾
A1 ³⁾	Ausbauasphalt		BS, GS	≤ 10	-	Kz. 1 Kz. 2 und 3 ²⁾
B	Ausbau- stoffe mit teer-/pech- typischen Bestand- teilen	vorwie- gend stein- kohlen- teerty- pisch	AS, BS, GS	> 25	≤ 0,1	Kz. 2 Kz. 3 ²⁾
C		vorwie- gend braun- kohlen- teerty- pisch	BS, GS	Wert ist anzu- geben	> 0,1	Kz. 2

1) AS = Arbeitsschutz, BS = Bodenschutz, GS = Gewässerschutz

2) Nur in Ausnahmefällen, da keine hochwertige Verwertung

3) Nur relevant, wenn Ausbauasphalt in Deckschichten ohne Bindemittel und/oder in Tragschichten ohne Bindemittel unter wasserdurchlässigen Deckschichten verwertet werden soll.

4) Nachweis kann entfallen, wenn im Einzelfall zweifelsfrei nachgewiesen ist, dass ausschließlich Bitumen oder bitumenhaltige Bindemittel verwendet wurden.

5) Kz. 1 = Heißmischverfahren, Kz. 2 = Kaltmischverfahren mit Bindemittel, Kz. 3 = Kaltverarbeitung ohne Bindemittel

Für die untersuchten Materialproben der Schwarzdecken wurden PAK - Gehalte von Unterhalb der Nachweisgrenze bis zu maximal 410 mg/kg ermittelt. Auf Basis der ermittelten Laborergebnisse ist demnach im Untersuchungsbereich auf Basis der Laborergebnisse sowohl **bitumengebundenes Ausbaumaterial** als auch **teer-/pechgebundenes Ausbaumaterial** verarbeitet worden (vergl. **Anlage 1.4**).

Die Zuordnung der analytisch überprüften Schwarzdeckenproben zu den Verwertungsklassen und den Verwertungsverfahren gemäß Tabelle 8 ist der nachfolgenden

Tabelle 9 zu entnehmen.

Tabelle 9: Zuordnung der analytisch überprüften Schwarzdeckenproben zu den Verwertungsklassen und Verwertungsverfahren in Anlehnung an die RuVA-StB 01

Probe	Verwertungsklasse	Verwertungsverfahren
RKS 2: 0,00 – 0,12	A / A1	Heißmischverfahren
RKS 3: 0,00 – 0,14	A / A1	Heißmischverfahren
RKS 6: 0,00 – 0,07	B	Kaltmischverfahren mit Bindemittel
RKS 8: 0,00 – 0,07	A / A1	Heißmischverfahren
RKS 10: 0,00 – 0,03	A / A1	Heißmischverfahren
RKS 11: 0,00 – 0,06	A / A1	Heißmischverfahren
RKS 12: 0,00 – 0,17	A / A1	Heißmischverfahren
RKS 15: 0,00 – 0,05	B	Kaltmischverfahren mit Bindemittel
RKS 16: 0,00 – 0,07	B	Kaltmischverfahren mit Bindemittel
RKS 17: 0,00 – 0,08	A / A1	Heißmischverfahren

Der Aushub der Auffüllungen an den Ansatzstellen der RKS 4 (Tiefenbereich von 0,25 – 0,55 m) erfordert, aufgrund der ermittelten Gehalte an Benzo(a)pyren ($> 50 \text{ mg/kg}$), erhöhte Arbeitsschutzmaßnahmen und ist unter Beachtung der TRGS 551 auszuführen.

Eine Untersuchung hinsichtlich möglicher asbesthaltiger Gesteine in den gebundenen Ausbaumaterialien war nicht Auftragsbestandteil der hier beschriebenen Untersuchungen. Die Regelungen der TRGS 517 für den Ausbau der Fahrbahndecke sind ohne ergänzende Nachweisführung zu berücksichtigen.

Wir weisen darauf hin, dass an nicht untersuchten Stellen (insbesondere in Aufbrüchen und Fehlstellen) andere Schadstoffgehalte als in den jetzt untersuchten Proben vorliegen können. Wir empfehlen diesen Umstand in ausreichendem Umfang bei der Erarbeitung der Ausschreibungsunterlagen zu berücksichtigen.

Sollten im Zuge der Ausführung der Maßnahme auffällige Materialien angetroffen werden, so sind diese zu separieren und, ggf. nach chemischer Überprüfung, gesondert betrachtet zu beseitigen.

Das vorliegende Gutachten wurde in einem frühen Planungsstadium verfasst. Sollten sich im Laufe der Planungsphase bzw. während der Bauausführung zusätzliche Fragen

ergeben, so ist der Gutachter rechtzeitig einzuschalten und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Bochum, den 23.08.2018
IfB mbH

Thomas Terbrack

Matthias Urban

Anlagenverzeichnis

Anlage Nummer	Darstellung
1.1	Übersichtslageplan
1.2	Lageplan
1.3.1	Vergleichsdarstellung des ermittelten Fahrbahnaufbaus und dem standardisierten Aufbau gemäß RStO
1.3.2	Vergleichsdarstellung des ermittelten Gehwegaufbaus und dem standardisierten Aufbau gemäß RStO
1.4	Belastungsplan
2	Bohrprofile der Rammkernsondierungen
3	Kernaufnahmen
4	Chemische Analytik