Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH

Bericht über die Schadstoffuntersuchung

Brücke Bachseitenweg über den Afferder Mühlbach in 59425 Unna

Objekt:	**Bauwerk BW 1.2.2**
Auftraggeber:	Kreisstadt Unna Rathausplatz 1 59423 Unna
Erstellt durch:	Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH Planetenfeldstraße 103 44379 Dortmund
Projektleiter:	M. Sc. Janis Braun
Projektmitarbeiter:	Dibran Curri
Projekt-Nr.:	260211
Seitenzahl:	21
Stand:	03.11.2026

Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkungen 4
1.1 Anlass und Aufgabenstellung 4
1.2 Vorhandene Unterlagen 5
1.3 Untersuchungsprogramm 6

2 Ortsbegehung und Analysenumfang 8
2.1 Untersuchung von Materialproben 8
2.2 Einschränkungen zur Untersuchung 8

3 Erläuterungen und Bewertungsgrundlage zu Schadstoffen 10

4 Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen 11
4.1 Beschreibung der Entnahme der Baustoffproben 11
4.2 Untersuchungsergebnisse 11
4.2.1 Asbest- und KMF-haltige Baustoffe 11
4.2.2 PCB-haltige Baustoffe 13
4.2.3 PAK-haltige Baustoffe 14
4.2.4 mineralisches Material 14
4.2.5 Verwertung von Asphalt 15

5 Konzeptionelle Hinweise – Entsorgung 16
5.1 nicht gefährliche Abfälle 16
5.2 gefährliche Abfälle 16
5.3 Angaben zu asbesthaltigen Bestandteilen in der konstruktiven Bausubstanz 17
5.4 mineralische Bausubstanz 17

6 Arbeits- und Umgebungsschutz 19

7 Zusammenfassung 20

A N L A G E I Probenahmeplan

A N L A G E II Fotodokumentationen

A N L A G E III Prüfberichte der Labore

A N L A G E IV Bewertungsgrundlagen

A N L A G E V Übersicht Richt- und Grenzwerte

Tabellenübersicht

Tabelle 4.1: Asbest-Analysenergebnisse 11
Tabelle 4.2: KMF-haltige Baustoffe 12
Tabelle 4.3: PCB-Analysenergebnisse 13
Tabelle 4.4: PAK-Analysenergebnisse 14
Tabelle 4.5: EBV-Analysenergebnisse 14
Tabelle 4.6: Analysenergebnis gemäß RuVA-StB-01 15
Tabelle 5.1: Zuordnung der Bauabfälle zu Abfallschlüsselnummern 16
Tabelle 5.2: Zuordnung der gefährlichen Abfälle zu Abfallschlüsselnummern 17
Tabelle II.1: Fotodokumentation der Begehungen und Beprobungen am Bauwerk BW 1.2.2 ..... II-1
Tabelle II.2: Fotodokumentation der entnommenen Kernbohrungen am Bauwerk BW 1.2.2 ..... II-3
Tabelle II.3: Fotodokumentation der Stemm- bzw. Fräsaufschlüsse am Bauwerk BW 1.2.2 ..... II-5
Tabelle IV.1: Materialwerte für geregelte Ersatzbaustoffe ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut (Ausschnitt aus Tabelle 1, Anlage 1 – nur RC-Werte) IV-9
Tabelle IV.2: Überwachungswerte (Feststoffwerte) bei RC-Baustoffen (Anlage 4, Tabelle 2.2) IV-9
Tabelle V.1: Übersicht der Richt- und Grenzwerte für Asbest V-1
Tabelle V.2: Übersicht der Richt- und Grenzwerte für KMF V-1
Tabelle V.3: Übersicht der Richt- und Grenzwerte für PCB V-2
Tabelle V.4: Übersicht der Richt- und Grenzwerte für Schwermetalle V-3
Tabelle V.5: Übersicht der Richt- und Grenzwerte für PAK V-3

1 Vorbemerkungen

1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH wurde von der Kreisstadt Unna, Rathausplatz 1 in 59423 Unna mit der Erstellung eines Schadstoffkatasters für das Brückenbauwerk BW 1.2.2, Bachseitenweg über den Afferder Mühlbach in 59425 Unna beauftragt.

Seitens des Auftraggebers ist geplant, das Bauwerk durch einen Ersatzneubau zu ersetzen.



Abb. 1.1: Satellitenbild mit markiertem zu untersuchendem Brückenbauwerk [Quelle: Google Maps]

Die Untersuchung hinsichtlich Bauschadstoffen wurde aufgrund der anstehenden, umfangreichen baulichen Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem geplanten Ersatzneubau des Brückenbauwerks und den damit verbundenen Rückbauarbeiten veranlasst, da schadstoffhaltige Bauteile und -materialien unter Berücksichtigung gesonderter Schutzmaßnahmen zu entsorgen sind.

In dem vorliegenden Gutachten werden die Ergebnisse und die Bewertung der Bestandsaufnahme nach Sichtung der zur Verfügung gestellten Unterlagen sowie durchgeführten Ortsbegehung, der durchgeführten Probenahmen und die Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen für das Bauwerk BW 1.2.2 zusammenfassend dargestellt.



Abb. 1.2: Ansicht Brückenbauwerk BW 1.2.2

Bei der 1954 erbauten Brücke handelt es sich um eine Stahlbetonkonstruktion, die konstruktiv einfeldrig ausgeführt wurde und über Stahl-Holm-Geländer verfügt. Die Länge des Gesamtbauwerks beträgt ca. 13,15 m, die Breite ca. 5,00 m [Quellen: „Untersuchungsbericht“ zur Bauwerksuntersuchung und Bericht „Baugrunduntersuchung/Abfallwirtschaftliche Bodenuntersuchung“], sodass sich eine Fläche von ca. 66 m² ergibt.

1.2 Vorhandene Unterlagen

Vom Auftraggeber wurden digital zehn Fotos, eine „Schalungszeichnung“ mit Datum 26. Februar 1954, ein „Brückenbuch“ mit Datum 14. Juli 2016 sowie ein „Untersuchungsbericht“ zur Bauwerksuntersuchung, Verfasser: Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH, Stand: 24. Oktober 2024 und ein Bericht über die „Baugrunduntersuchung/Abfallwirtschaftliche Bodenuntersuchung“, Verfasser: Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG, Stand: 22. Juli 2025, zur Verfügung gestellt. Auf Basis dieser Unterlagen und eines Begutachtungstermins wurde ein Beprobungskonzept durch die Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH erstellt.

Dieses Beprobungskonzept bzw. der „Probenahmeplan“ mit Stand 15. September 2026 (nach Begutachtung vom 11. September 2026) wurde durch den Auftraggeber zur Ausführung freigeben und dient damit ebenfalls als Datengrundlage für die Durchführung der Untersuchung.

Auf Basis dieses Probenahmeplans wurden anschließend die Untersuchungen am Bauwerk durchgeführt.

1.3 Untersuchungsprogramm

Auf Grundlage des Probenahmeplans mit Stand 15. September 2026 wurden durch die Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH am Bauwerk BW 1.2.2 die relevanten Bauteile und -materialien untersucht.

Dabei wurden Kernbohrungen an Beton- und Asphaltflächen durchgeführt. Beton-Bohrkerne wurden für die Untersuchungen der beim Rückbau anfallenden mineralischen Bausubstanz verwendet. Asphaltbohrungen dienten zur Beprobung von möglichen Abdichtungen unter dem Asphalt, aber auch für die Untersuchung der Verwertungsklassen des Asphalts selbst nach RuVA-StB-01. Eine analytische Untersuchung des Asphalts auf Asbest war nicht vorgesehen.

Darüber hinaus erfolgten Stemm- bzw. Fräsaufschlüsse zur Lokalisierung von möglicherweise vorhandenen Abstandshaltern im Konstruktionsbeton. Des Weiteren wurden Kratzproben an Beschichtungen, Abbrucharbeiten an zementösen Stoffen sowie Schneid- und Trennarbeiten an verdächtigen Fugen o. ä. für Materialanalysen auf Asbest gem. VDI 3866, Blatt 5, zum Teil gem. Anhang B, aber auch auf PCB oder PAK durchgeführt.

Die Auswahl der Bohr- und Beprobungspunkte sowie Stemm- bzw. Fräsaufschlüsse erfolgte gemäß den Verortungen des seitens des Auftraggebers freigegebenen Probenahmeplans der Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH.

Bei den Untersuchungen handelt es sich ausschließlich um Untersuchungen an dem Bauwerk selbst, weitere geologische Untersuchungen, wie bspw. von Auffüllungen an dem Bauwerk oder Hinterfüllungen am Widerlager, sind auftragsgemäß nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

Eine Dokumentation der entnommenen Bohrkerne, Bauteilaufschlüsse und Proben ist der Anlage zu entnehmen.

Im Detail wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- **Durchführung Materialproben- und Bohrkernentnahmen sowie Bauteilaufschlüsse**
  Am 11. September 2026 wurde das Bauwerk vorlaufend durch Herrn M. Sc. Janis Braun begutachtet, um einen Probenahmeumfang einschließlich erforderlicher Bauteilöffnungen (v. a. Kernbohrungen, Stemm- bzw. Fräsaufschlüsse, Probenahmepunkte) festzulegen. Auf Basis dieser Begutachtung wurde der Probenahmeplan mit Stand 15. September 2026 erarbeitet, der seitens des Auftraggebers freigegeben wurde.

  Am 21. September 2026 erfolgte auf Basis des Probenahmeplans die Begehung zur Probenahme des Bauwerks BW 1.2.2 durch Herrn Dibran Curri. Dabei wurden sowohl Kernbohrungen gewonnen sowie Stemm- bzw. Fräsaufschlüsse durchgeführt als auch Materialproben in Form von Kratzproben von Beschichtungen entnommen, zusätzlich wurden Stemmarbeiten im Bereich

von zementösen Stoffen sowie Schneid- und Trennarbeiten an verdächtigen Materialen vorgenommen.

- **Durchführung von Material- und Bohrkernanalysen**
  Im Anschluss an die Probenentnahmen wurden die repräsentativen Proben analytisch auf die jeweiligen Parameter untersucht.
- **Bewertung**
  Auf Grundlage der Bestandsunterlagen, der Begehungen und der Untersuchungsergebnisse erfolgte eine Bewertung des Bauwerks hinsichtlich vorkommender schadstoffhaltiger Materialien. Bei der Bewertung der Bauschadstoffe wurden die relevanten Vorschriften des Bauordnungs-, Arbeitsschutz- und Abfallrechts berücksichtigt.
- **Dokumentation/Bericht**
  Die Ergebnisse der Begehungen sowie der Materialproben- und Bohrkernanalysen sind in der vorliegenden Ausarbeitung zusammenfassend dargestellt. Der Bericht enthält Angaben zu dem Bauwerk, den Fundstellen, Probenahmen, Analysenergebnissen und eine Bewertung. Darüber hinaus wurden die Proben über Fotos (→ Anlage II | Fotodokumentationen) dokumentiert.

2 Ortsbegehung und Analysenumfang

Im Zuge der Untersuchung des Bauwerks BW 1.2.2 erfolgten sowohl die Material- und Bohrkernprobenentnahmen als auch Bauteilaufschlüsse im nachfolgenden Umfang. Anhand der hierbei ermittelten Untersuchungsergebnisse und vorliegenden Unterlagen wurde das vorliegende Schadstoffgutachten erstellt.

2.1 Untersuchung von Materialproben

Die Begehung des Bauwerks BW 1.2.2 zur Probenahme fand 21. September 2026 durch die Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH statt. Im Rahmen der Begehung erfolgte die Entnahme von insgesamt 16 Material-/Bohrkernproben, die den entsprechenden Laboren für die Analytik übergeben wurden. Dabei wurden fünf Bohrkerne entnommen, größtenteils wurden aus einem Bohrkern mehrere Materialproben gewonnen. Im Zuge der Probenahme wurden außerdem fünf Stemm- bzw. Fräsaufschlüsse ausgeführt.

Bei den an die Labore weitergeleiteten Proben handelt es sich im Detail um:

- Asbest gem. VDI 3866, Blatt 5: 3 Materialproben
- Asbest gem. VDI 3866, Blatt 5, Anhang B: 2 Materialproben
- PCB: 3 Materialproben
- PAK: 3 Materialproben
- RuVA-StB-01: 1 Materialprobe
- EBV: 4 Bohrkerne

Die Analysenergebnisse der untersuchten Material- und Bohrkernproben sind in den Kapiteln 4 und 5 mit den Angaben zu den Probenahmestandorten und der Probenart zusammengestellt.

2.2 Einschränkungen zur Untersuchung

Generell wurde das Bauwerk umfassend auf Basis des durch die Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH erstellten Beprobungskonzepts untersucht, alle üblichen Verdachtsstellen wurden visuell oder analytisch bewertet. Es kann davon ausgegangen werden, dass alle systematisch verbauten Schadstofffundstellen im Rahmen der Berichtslegung erfasst wurden.

Asphalte bzw. Fahrbahnaufbauten wurden nur auf die Verwertung (nach RuVA-StB-01), allerdings nicht auf Asbest untersucht, unter dem Fahrbahnbelag vorgefundene Abdichtungen wurden vollständig untersucht.

Bei der Erfassung der schadstoffhaltigen Baustoffe in den untersuchten Bereichen wurde von baulich üblichen Anwendungen ausgegangen, die an exemplarischen Bauteilen überprüft wurden, um im Analogieverfahren auch auf systematische Anwendungen schließen zu können.

Die Untersuchung hat daher exemplarischen Charakter. Das Auftreten von Einzelanwendungen, d. h. von Materialien, die nachträglich im Rahmen von Umbau- und Instandhaltungsarbeiten

vereinzelt eingebaut wurden, kann nicht vollständig ausgeschlossen werden (bspw. sofern Instandhaltungen o. ä. nicht in Bestandsunterlagen dokumentiert wurden oder visuell nicht erkennbar waren). Darüber hinaus ist das Auftreten von weiteren Schadstoffen aufgrund geänderter Zugänglichkeiten (bspw. bei tiefgreifenden bzw. vollständigen Abbrüchen) grundsätzlich möglich und bei den Umbau-, Instandhaltungs- und Abbruchmaßnahmen zu berücksichtigen.

3 Erläuterungen und Bewertungsgrundlage zu Schadstoffen

Die vorgenommenen Bewertungen der ermittelten Analysenergebnisse und die daraus resultierenden Empfehlungen basieren auf den relevanten Vorschriften des Bauordnungs-, Arbeitsschutz- und Abfallrechtes, die in der Anlage IV zusammengefasst werden.

In der Anlage V werden die Richt- und Grenzwerte der einzelnen Schadstoffe tabellarisch dargestellt.

4 Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen

4.1 Beschreibung der Entnahme der Baustoffproben

Der Anlage I ist der erstellte Probenahmeplan zum geplanten Untersuchungsumfang (als Auflistung und visuelle Verortung der einzelnen Proben), auf dem die Durchführung der Untersuchungen vor Ort basiert, zu entnehmen.

Proben bzw. Materialien, die im Untersuchungsbedarf beschrieben wurden, aber im Rahmen der Beprobung nicht angetroffen wurden, wurden dementsprechend nicht entnommen.

Es fanden Kernbohrungen an Beton- und Asphaltflächen statt, die für Untersuchungen der mineralischen Bausubstanz, der Überprüfung des Schichtaufbaus und Substanzanalysen des Fahrbahnbelags als auch anhaftender Materialien entnommen wurden. Des Weiteren wurden Kratzproben an diversen Beschichtungen, Stemm- bzw. Fräsarbeiten im Bereich von möglicherweise zementösen Stoffen sowie Schneid- und Trennarbeiten an verdächtigen Fugen für Materialanalysen auf Asbest, PCB oder PAK durchgeführt. Eine zusammenfassende Darstellung der einzelnen Proben und deren Analysenergebnisse sind den nachfolgenden Kapiteln zu entnehmen.

Die detaillierten Untersuchungsergebnisse sind in Form der Laborberichte in der Anlage III zu finden. Darüber hinaus befinden sich in der Anlage Fotodokumentationen (Anlage II) der durchgeführten Beprobungen am Bauwerk BW 1.2.2.

4.2 Untersuchungsergebnisse

Im Folgenden sind die analytisch ermittelten Ergebnisse der untersuchten Materialproben, geordnet nach den jeweiligen Parametern, dargestellt.

In den Tabellen der nachfolgenden Abschnitte sind auffällige Materialprobenergebnisse (positive Asbest-/KMF-Befunde, PCB-Gehalte > 50 mg/kg – Grenzwert der PCBAbfallV, Leitsubstanz Benzo[a]pyren > 50 mg/kg – Grenzwert der GefStoffV; PAK-Gehalt n. EPA > 1.000 mg/kg – abfallrechtlicher Grenzwert [vgl. Arbeitsliste des LANUV zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit]) fett markiert.

4.2.1 Asbest- und KMF-haltige Baustoffe

Tabelle 4.1: Asbest-Analysenergebnisse

Bauwerk	Probenbezeichnung	Probenahmeort	Probenbeschreibung	Bezeichnung Beprobungskonzept	Befund
BW 1.2.2	260211-MA-2	Überbau, Fahrbahn	Abdichtung unter Asphalt	KB-A-1	Asbest nicht nachgewiesen **KMF nachgewiesen** (enthält keine WHO-Fasern)
BW 1.2.2	260211-MA-4	Widerlager, Wand	Abdichtungsanstrich innenseitig	KB-W-1	Asbest nicht nachgewiesen

Bauwerk	Probenbe-zeichnung	Probenahmeort	Probenbe-schreibung	Bezeichnung Beprobungs-konzept	Befund
BW 1.2.2	260211-MA-8	Überbau, Rohrleitung	Ummantelung	U-1	Asbest nicht nachgewiesen **KMF nachgewiesen** (enthält keine WHO-Fasern)
BW 1.2.2	260211-MA-11	Überbau, Kappe	Beschichtung	MP-K-1	Asbest nicht nachgewiesen
BW 1.2.2	260211-MA-16	Überbau, Untersicht	Reparaturputz	MP-Ü-1	Asbest nicht nachgewiesen

An dem Bauwerk BW 1.2.2 konnten im Rahmen der Untersuchungen keine asbesthaltigen Materialien identifiziert werden, allerdings wurden analytisch KMF-haltige bzw. -kontaminierte Baustoffe festgestellt, die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind:

Tabelle 4.2: KMF-haltige Baustoffe

Nr.	Fotodokumentation	Fundstelle, Beschreibung und Bewertung
KMF1	 Foto 4.1: KMF-haltige Abdichtung des Überbaus	**KMF-haltige Abdichtung (Künstliche Mineralfasern) des Überbaus** In der Materialprobe der Abdichtung unter dem Asphalt des Überbaus wurden Künstliche Mineralfasern (KMF) nachgewiesen. Die Fasern enthalten gemäß Laborbericht keine WHO-Fasern. Da die Materialprobe lediglich eine punktuelle Entnahme einer geringen Materialmenge darstellt, ist trotz des Analytikbefundes nicht gesichert, dass sich keine WHO-Fasern in dem Material befinden, zumal davon auszugehen ist, dass das Material vor dem Jahr 1996 eingebaut wurde und gemäß TRGS 521 grundsätzlich bei alten KMF-Produkten, die vor 1996 eingebaut wurden, davon auszugehen ist, dass die daraus freigesetzten Faserstäube als krebserzeugend zu bewerten sind.
KMF2	 Foto 4.2: KMF-haltige Ummantelung der Rohrleitung im Bereich des Überbaus	**KMF-haltige Ummantelung (Künstliche Mineralfasern) der Rohrleitung** In der Materialprobe der Ummantelung der Rohrleitung am Überbau wurden Künstliche Mineralfasern (KMF) nachgewiesen. Die Fasern enthalten gemäß Laborbericht keine WHO-Fasern. Da die Materialprobe lediglich eine punktuelle Entnahme einer geringen Materialmenge darstellt, ist trotz des Analytikbefundes nicht gesichert, dass sich keine WHO-Fasern in dem Material befinden, zumal davon auszugehen ist, dass das Material vor dem Jahr 1996 eingebaut wurde und gemäß TRGS 521 grundsätzlich bei alten KMF-Produkten, die vor 1996 eingebaut wurden, davon auszugehen ist, dass die daraus freigesetzten Faserstäube als krebserzeugend zu bewerten sind.

Bei Arbeiten an Bauteilen mit Künstlichen Mineralfasern kann für die Arbeitnehmer ein potenzielles Gesundheitsrisiko auftreten. Für den Umgang mit Künstlichen Mineralfasern ist die TRGS 521 „Faserstäube“ zu beachten.

Generell sind bei Eingriffen in KMF-haltige Materialien (Austausch im Zuge von z. B. Baumaßnahmen, Instandhaltungen, Rückbau etc.) auf den Umfang der Maßnahme abgestimmte Arbeitsschutzmaßnahmen zu ergreifen, um eine Gefährdung von Personen auszuschließen. Die Vorgaben der GefStoffV (ergänzende Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen, Anhang I Nr. 2, Partikelförmige Gefahrstoffe) sowie der TRGS 521 sind bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen zu beachten. Ausgebaute KMF-Materialien alter Bauart sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen.

Bei massiven Eingriffen in die Bausubstanz, wie z. B. bei Rückbaumaßnahmen mit Öffnung der Decken bzw. Wände, sind weitere mögliche KMF-Fundstellen zu erwarten. Aufgrund der Einbaujahre ist davon auszugehen, dass es sich bei weiteren KMF-Fundstellen um KMF-Dämmmaterialien alter Bauart handelt, die entsprechend als krebserzeugend einzustufen sind.

Gemäß TRGS 521 ist grundsätzlich bei alten KMF-Produkten, die vor 1996 eingebaut wurden, davon auszugehen, dass die daraus freigesetzten Faserstäube als krebserzeugend zu bewerten sind. Als unbedenklich eingestuft werden neue KMF-Produkte, die nach 2000 hergestellt wurden. In dem Zeitraum von 1996 bis 2000 können beide Arten von KMF-Produkten verbaut worden sein. Aufgrund der Einbaujahre sind die in dem Gebäude verbauten KMF-Dämmmaterialien als krebserzeugender Gefahrstoff einzustufen (Kat. 1B-Einstufung).

Bei der Einstufung für neue Mineralwolleprodukte ist der analytisch bestimmbare Kanzerogenitätsindex nicht das ausschließliche Kriterium. Verfügt das Material über das RAL-Gütezeichen 388 "Erzeugnisse aus Mineralwolle" der Gütegemeinschaft Mineralwolle e. V., erfüllt das Material eines der nach Anhang IV Nr. 22 Abs. 2 der GefStoffV aufgeführten Freizeichnungskriterien und ist damit sowohl nach deutschem als auch nach EU-Recht, frei von Krebsverdacht. Da an den geprüften Stellen keine Bezeichnung an den KMF-Produkten vorhanden war, kann dies nur über Unterlagen (Sicherheitsdatenblatt o. ä. in den Bauakten) geprüft werden.

Wenn sich aus den Bauunterlagen keine anderen Erkenntnisse ergeben, ist bei Eingriffen in das Material (Austausch im Zuge von z. B. Baumaßnahmen, Instandhaltungen etc.) entsprechend den oben dargestellten Anforderungen zu verfahren.

4.2.2 PCB-haltige Baustoffe

Tabelle 4.3: PCB-Analysenergebnisse

Bauwerk	Probenbezeichnung	Probenahmeort	Probenbeschreibung	Bezeichnung Beprobungskonzept	PCB-Gehalt[1)] [mg/kg]	Clophen-Typ
BW 1.2.2	260211-MA-9	Überbau, Rohrleitung	Ummantelung	U-1	n. b.	n. b.
BW 1.2.2	260211-MA-12	Überbau, Kappe	Beschichtung	MP-K-1	n. b.	n. b.
BW 1.2.2	260211-MA-15	Überbau, Untersicht	Anstrich	A-1	1,95	A60

[1)] Angegeben sind in der Tabelle jeweils die PCB-Gesamtgehalte (Summe PCB nach LAGA). Der PCB-Gesamtgehalt berechnet sich aus der Summe der 6 PCB-Kongeneren nach DIN 51527, multipliziert mit dem Faktor 5.

n. b. nicht bestimmbar bzw. berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG (Höhe der Bestimmungsgrenze ist dem Prüfbericht des Labors zu entnehmen) verwendet werden.

An dem Bauwerk BW 1.2.2 konnten im Rahmen der Untersuchungen insofern keine PCB-haltigen Materialien identifiziert werden, als dass diese per Definition als Schadstoff bzw. als gefährlicher Abfall einzustufen wären.

4.2.3 PAK-haltige Baustoffe

Tabelle 4.4: PAK-Analysenergebnisse

Bauwerk	Probenbe-zeichnung	Probenahmeort	Probenbe-schreibung	Bezeichnung Beprobungs-konzept	∑ PAK gem. EPA [mg/kg]	Benzo(a)pyren [mg/kg]
BW 1.2.2	260211-MA-3	Überbau, Fahrbahn	Abdichtung unter Asphalt	KB-A-1	1,12	0,19
BW 1.2.2	260211-MA-5	Widerlager, Wand	Abdichtungsan-strich innenseitig	KB-W-1	50,59	2,3
BW 1.2.2	260211-MA-10	Überbau, Rohrleitung	Ummantelung	U-1	3,43	< 0,35

An dem Bauwerk BW 1.2.2 konnten im Rahmen der Untersuchungen insofern keine PAK-haltigen Materialien identifiziert werden, als dass diese per Definition als Schadstoff bzw. als gefährlicher Abfall einzustufen wären.

4.2.4 mineralisches Material

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der EBV-Analytik Recyclingbaustoffe bzw. mineralische Ersatzbaustoffe gemäß der Tabelle 1 der Anlage 1 (Materialwerte für geregelte Ersatzbaustoffe ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut) der Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung sowie der Tabelle 2.2 der Anlage 4 dieser Verordnung (Überwachungswerte [Feststoff] bei RC-Baustoffen) aufgeführt, wobei nur die auffälligen Parameter angegeben werden. Die Parameter, die zur entsprechenden höchsten EBV-Einstufung geführt haben, sind dabei fett markiert.

Tabelle 4.5: EBV-Analysenergebnisse

Bauwerk	Probenbe-zeichnung	Probenahmeort	Probenbe-schreibung	Bezeichnung Beprobungs-konzept	auffällige Parameter	EBV-Einstufung
BW 1.2.2	260211-MA-6	Widerlager, Wand	Klinker-Bohrkern	KB-W-1	**Sulfat: 950 mg/l** **Vanadium: 129 µg/l**	RC-2
BW 1.2.2	260211-MA-7	Pfeiler	Beton-Bohrkern	KB-P-1	**elektr. Leitfähigkeit: 4.740 µS/cm**	RC-1*
BW 1.2.2	260211-MA-13	Überbau, Kappe	Beton-Bohrkern	KB-K-1	**elektr. Leitfähigkeit: 7.790 µS/cm**	RC-1*

Bauwerk	Probenbe-zeichnung	Probenahmeort	Probenbe-schreibung	Bezeichnung Beprobungs-konzept	auffällige Pa-rameter	EBV-Einstu-fung
BW 1.2.2	260211-MA-14	Überbau (seitlich)	Beton-Bohrkern	KB-Ü-1	**elektr. Leitfä-higkeit: 7.460 µS/cm**	RC-1*

*) Gem. § 10 (5) der Ersatzbaustoffverordnung kann der Parameter „elektr. Leitfähigkeit“ (betrifft gleichermaßen den Parameter „pH-Wert“) bei frisch gebrochenem Beton (wie bspw. auch bei Kernbohrungen) bei der Einstufung für Recycling-Baustoffe unberücksichtigt bzw. vernachlässigt werden, sofern die Grenzwerte der restlichen Parameter (v. a. „Sulfat“) eingehalten werden. Daher wurde hier eine RC-1-Einstufung vorgenommen, wenngleich der Parameter „elektr. Leitfähigkeit“ eine RC-3-Einstufung zur Folge gehabt hätte.

4.2.5 Verwertung von Asphalt

In der nachfolgenden Tabelle ist das Ergebnis der Analytik zur Einstufung der Verwertungsklassen des Asphalts nach RuVA-StB-01 aufgeführt, wobei nur die auffälligen Parameter, die zur höchsten Verwertungsklassen-Einstufung geführt hätten, fett markiert wären.

Tabelle 4.6: Analysenergebnis gemäß RuVA-StB-01

Bauwerk	Probenbe-zeichnung	Probenahmeort	Probenbe-schreibung	Bezeichnung Beprobungs-konzept	∑ PAK gem. EPA [mg/kg]	Phenol-Index [mg/l]	RuVA*
BW 1.2.2	260211-MA-1	Überbau, Fahrbahn	Asphalt	KB-A-1	0,08	< 0,01	A

* Einstufung der Verwertungsklassen nach RuVA-StB-01

Die detaillierten Untersuchungsergebnisse sind in Form der Laborberichte in der Anlage III zu finden. Darüber hinaus befindet sich in der Anlage eine Fotodokumentation (Anlage II) dieser Beprobungen.

5 Konzeptionelle Hinweise – Entsorgung

Nachfolgend werden die im Rahmen des geplanten Bauwerksrückbaus zu erwartenden Abfälle Abfallschlüsselnummern zugeordnet. Hierbei wird zwischen nicht gefährlichen und gefährlichen Abfällen unterschieden. Die Zuordnung basiert auf den angetroffenen Schadstofffundstellen sowie der Einstufung der mineralische Bausubstanz.

5.1 nicht gefährliche Abfälle

Tabelle 5.1: Zuordnung der Bauabfälle zu Abfallschlüsselnummern

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung AVV	Bemerkung
17 01 01	Beton	tragende Bauteile des Bauwerks
17 01 01, geringfügig asbesthaltig	Beton mit dem Verdachtspunkt asbesthaltiger Abstandshalter und Rohrhülsen	Kappen, Überbau, Widerlager oder sonstige Stahlbeton-Bauteile mit allgemeinem Asbestverdacht
17 03 02	Bitumengemische mit Ausnahme von 17 03 01*	Asphalt
17 04 05	Eisen und Stahl	größtenteils Bewehrung, Geländer
17 05 04	Boden und Steine	
17 09 04	gem. Bau u. Abbruchabfälle mit Ausnahme 170901, 170902, 170903	

Im Rahmen der gutachterlichen Erkundungen wurden zwar keine asbesthaltigen Abstandshalter oder Rohrhülsen im Konstruktionsbeton angetroffen (vgl. Kapitel 5.3 und 7), allerdings ist diese Einschätzung nach den Definitionen der LAGA M23 nicht als „ausreichende Sicherheit für den Nachweis der Asbestfreiheit“ einzustufen, sodass bei dem anfallenden Bauschutt weiter von einem „allgemeinen Asbestverdacht“ auszugehen ist.

Im Rahmen des Rückbaus sind daher Haufwerksbeprobungen gem. Vorgaben der LAGA PN 98 (unter der Beachtung von Hotspot-Beprobungen für Abstandshalter und auch Rohrhülsen) sowie nach VDI 3876 für die jeweiligen Brückenbestandteile durchzuführen. Bei analytischer Unterschreitung des Beurteilungswertes von 0,01 M-% ist ein Bauschuttrecycling möglich. Die Verwendung dieser Stoffe ist mittels geeigneter Belege zu dokumentieren.

Sofern im Zuge der o. g. Beprobungen asbesthaltige Bestandteile im Konstruktionsbeton angetroffen werden, sind diese Betonabfälle gem. Vorgaben der LAGA M23 als geringfügig asbesthaltig unter dem Abfallschlüssel 17 01 01 zu deponieren. In dem Falle ist die Entsorgung außerdem über eine Nachweisführung zu dokumentieren.

5.2 gefährliche Abfälle

Die mit einem Sternchen (*) versehenen Abfallarten im Abfallverzeichnis gelten nach Anhang III der Richtlinie 2008/98/EG als gefährliche Abfälle und sind somit überwachungsbedürftig. Die Entsorgung ist durch Entsorgungsnachweise zu dokumentieren (idealerweise zur besseren Nachvollziehbarkeit über Einzelentsorgungsnachweise, unabhängig von der anfallenden Tonnage). Ggf. unterliegen sie

auch einer kommunalen Andienungspflicht (dies gilt auch für den o. g. geringfügig asbesthaltigen Beton).

In der nachfolgenden Tabelle sind die bei der Schadstoffseparierung anfallenden Abfallfraktionen den Abfallschlüsselnummern gemäß Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) zugeordnet.

Tabelle 5.2: Zuordnung der gefährlichen Abfälle zu Abfallschlüsselnummern

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung AVV	Bemerkung
17 06 03*	anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält	Abdichtung des Überbaus, Rohrummantelung

Im Hinblick auf die anfallende kontaminierte Schutzausrüstung (Einweganzüge, Handschuhe, verbrauchte Filter und Masken) und kontaminierte Reinigungsmittel sind vor Ort Behälter aufzustellen, in denen das gebrauchte Material gesammelt wird. Die kontaminierte Ausrüstung ist in sicher verschließbaren und gekennzeichneten Behältern zu sammeln, zu lagern und zu entsorgen.

5.3 Angaben zu asbesthaltigen Bestandteilen in der konstruktiven Bausubstanz

Innerhalb der konstruktiven Bausubstanz können asbesthaltige Bestandteile verbaut worden sein. Dies betrifft v. a. Abstandshalter oder Rohrhülsen, die möglicherweise asbesthaltig sein können.

Für die Untersuchungen war vorgesehen, jeweils Untersuchungspunkte am Pfeiler sowie an den Kappen (sowohl seitlich als auch an der Untersicht) und dem Überbau mittels Bauteilaufschlüssen zu überprüfen.

Im Rahmen der v. g. Untersuchungen wurden an keinem Untersuchungspunkt Abstandshalter angetroffen. Entsprechend wurden in diesen Bereichen keine Proben entnommen.

Rohrhülsen wurden im Zuge der Untersuchungen ebenfalls nicht festgestellt.

Der konstruktive Bauwerksrückbau kann – hinsichtlich des Verdachtspunktes von asbesthaltigen Abstandshaltern oder Rohrhülsen – somit ohne besondere Schutzmaßnahmen bzgl. des Schadstoffes Asbest erfolgen.

Aufgrund der punktuellen Untersuchungen kann das Vorhandensein von asbesthaltigen Abstandshaltern allerdings nicht vollständig ausgeschlossen werden. Daher ist abschließend mit Blick auf die geltende LAGA M23 und in Bezug zum hier betrachteten Rückbau aus Vorsorgegründen zu empfehlen, den anfallenden Bauschutt im Rahmen des Rückbaus sukzessive und vor einer möglichen Wiederverwertung visuell - und im Verdachtsfall auch analytisch - zu überprüfen.

5.4 mineralische Bausubstanz

Die Verwertungsmöglichkeiten der mineralischen Bausubstanz wurden mittels Materialanalysen von entnommenen Kernbohrungen für das Brückenbauwerk BW 1.2.2 ermittelt. Die gewonnenen Materialproben wurden gemäß der geltenden Ersatzbaustoffverordnung (kurz EBV) als Recyclingbaustoff bzw. mineralischer Ersatzbaustoff analytisch untersucht und eingestuft (hier nach Tabelle 1 der

Anlage 1 - Materialwerte für geregelte Ersatzbaustoffe ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut - und Tabelle 2.2 der Anlage 4 - Überwachungswerte [Feststoff] bei RC-Baustoffen).

Insgesamt wurden für das Gesamtbauwerk BW 1.2.2 vier Analysen gemäß Ersatzbaustoffverordnung durchgeführt. Drei der vier untersuchten Proben der mineralischen Bausubstanz können als RC-1-Material gem. Ersatzbaustoffverordnung eingestuft werden. Überschreitungen wurden nur für den Parameter „elektr. Leitfähigkeit“ festgestellt.

Die Probe des Klinkers des Widerlagers überschreitet die Eluat-Grenzwerte (gem. EBV-Tabelle 1, Anlage 1) für die Parameter „Sulfat“ und „Vanadium“ und ist somit der EBV-Einstufung RC-2 zuzuordnen.

Generell sei darauf hingewiesen, dass eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit bei gleichzeitig geringen Konzentrationen von Sulfat und Chlorid auf das Brechen bzw. Aufbohren des Betons zurückgeführt werden kann. Hierbei handelt es sich um den chemischen Prozess der nicht abgeschlossenen Karbonatisierung. Gem. § 10 (5) der Ersatzbaustoffverordnung kann dabei der Parameter „elektr. Leitfähigkeit“ (betrifft gleichermaßen den Parameter „pH-Wert“) bei der Einstufung für Recycling-Baustoffe unberücksichtigt bzw. vernachlässigt werden, sofern die Grenzwerte der restlichen Parameter (v. a. „Sulfat“) eingehalten werden.

Erfahrungsgemäß sinkt die Leitfähigkeit vor diesem Hintergrund dann im Laufe der Zeit, sodass – sofern die erhöhte RC-Klassifizierung ausschließlich auf die elektrische Leitfähigkeit zurückzuführen ist – der Parameter „elektrische Leitfähigkeit“ hinsichtlich Einstufung (bei der Entsorgung) vernachlässigt werden kann. Für die Durchführung der Entsorgung als RC-1-Material empfiehlt sich allerdings, dies vorher mit der zuständigen Abfallbehörde und mit dem Entsorger abzustimmen.

Die vorgenommenen Einstufungen nebst den auffälligen Werten sind dem Unterkapitel 4.2.4 zu entnehmen. Die zugehörigen Analytikberichte der Labore zur jeweiligen Probe sind im Anhang zu finden. Es ist zu berücksichtigen, dass es sich hierbei um stichprobenhafte Untersuchungen handelt.

Erfahrungsgemäß verlangen Entsorgungsbetriebe Deklarationsanalysen von einzelnen Haufwerken (Beprobung gem. LAGA PN 98), welche nicht älter als drei bis sechs Monate sind. Eine gesetzliche Grundlage hierfür liegt jedoch nicht vor.

6 Arbeits- und Umgebungsschutz

Die im Rahmen des Brückenrückbaus durchzuführenden Arbeiten bedingen den Umgang mit gefährlichen Abfällen (Künstliche Mineralfasern). Es sind ausreichende Arbeits- und Immissionsschutzmaßnahmen vorzusehen, um eine Gesundheitsgefährdung sicher auszuschließen. Neben den einschlägigen gesetzlichen Vorgaben (bspw. GefStoffV), Richtlinien (v. a. entsprechende TRGS) und DIN-Normen sind insbesondere die Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

Die Überwachung der Arbeits- und Immissionsschutzmaßnahmen erfordert eine entsprechend erfahrene Fachbauleitung, die u. a den Nachweis über die Sach-/Fachkunde gemäß TRGS 521 und 524 bzw. DGUV-R 101-004 (ehem. BGR 128) führen kann.

7 Zusammenfassung

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen konnte der Schadstoff „KMF“ identifiziert werden.

Zusammenfassend konnten an dem BW 1.2.2 analytisch KMF-haltige Abdichtungen und Ummantelungen identifiziert werden.

Bei Eingriffen in KMF-haltige Materialien (Instandhaltungen, Rückbau etc.) sind grundsätzlich auf den Umfang der Maßnahme abgestimmte Arbeitsschutzmaßnahmen zu ergreifen, um eine Gefährdung von Personen auszuschließen. Die Vorgaben der GefStoffV (ergänzende Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen, Anhang I Nr. 2, Partikelförmige Gefahrstoffe) sowie der TRGS 521 sind bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen zu beachten.

Ausgebaute KMF-Materialien alter Bauart sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen.

Generell wurde das Bauwerk umfassend auf Basis des durch die Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH erstellten Beprobungskonzepts untersucht, alle üblichen Verdachtsstellen wurden visuell oder analytisch bewertet. Es kann davon ausgegangen werden, dass alle systematisch verbauten Schadstofffundstellen im Rahmen der Berichtslegung erfasst wurden. Bei der Erfassung der schadstoffhaltigen Baustoffe in den untersuchten Bereichen wurde von baulich üblichen Anwendungen ausgegangen, die an exemplarischen Bauteilen überprüft wurden, um im Analogieverfahren auch auf systematische Anwendungen schließen zu können.

Die Untersuchung hat daher exemplarischen Charakter. Das Auftreten von Einzelanwendungen, d. h. von Materialien, die nachträglich im Rahmen von Umbau- und Instandhaltungsarbeiten vereinzelt eingebaut wurden, kann nicht vollständig ausgeschlossen werden (bspw. sofern Instandhaltungen o. ä. nicht in Bestandsunterlagen dokumentiert wurden oder visuell nicht erkennbar waren). Darüber hinaus ist das Auftreten von weiteren Schadstoffen aufgrund geänderter Zugänglichkeiten (bspw. bei tiefgreifenden bzw. vollständigen Abbrüchen) grundsätzlich möglich und bei den Umbau-, Instandhaltungs- und Abbruchmaßnahmen zu berücksichtigen.

Asphalte bzw. Fahrbahnaufbauten wurden auf die Verwertung gem. RuVA-StB-01 untersucht.

Weiter ist die anfallende mineralische Bausubstanz während des Rückbaus hinsichtlich asbesthaltiger Bestandteile in Form von Abstandshalter oder Rohrhülsen fortlaufend zu überprüfen (vgl. Kapitel 5.1 und 5.3). Auch wenn im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen keine asbesthaltigen Bestandteile identifiziert werden konnten, kann ein Vorhandensein nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Es ist aufgrund des v. g. Verdachtspunktes ein selektiver Rückbau umzusetzen, von einer Bauwerkssprengung ist abzusehen.

Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH

Dortmund, den 03.11.2026

Dr. Ing. Stefan Henning

M. Sc. Janis Braun

Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH

A N L A G E I PROBENAHMEPLAN

A N L A G E II FOTODOKUMENTATIONEN

Tabelle II.1: Fotodokumentation der Begehungen und Beprobungen am Bauwerk BW 1.2.2

Proben-Nr.	Bauwerk	Einbausituation	Produkt	Befund	Foto
260211-MA-1	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Überbau, Fahrbahn	Asphalt im Beprobungskonzept „KB-A-1“ benannt	Benzo[a]pyren: < 0,05 mg/kg ∑ PAK (EPA): 0,08 mg/kg Phenolindex: < 0,01 mg/l	
260211-MA-2	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Überbau, Fahrbahn	Abdichtung unter Asphalt im Beprobungskonzept „KB-A-1“ benannt	Asbest nicht nachgewiesen **KMF nachgewiesen** (enthält keine WHO-Fasern)	
260211-MA-3				Benzo[a]pyren: 0,19 mg/kg ∑ PAK (EPA): 1,12 mg/kg	
260211-MA-4	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Widerlager, Wand	Abdichtungsanstrich innenseitig im Beprobungskonzept „KB-W-1“ benannt	Asbest nicht nachgewiesen	
260211-MA-5				Benzo[a]pyren: 2,3 mg/kg ∑ PAK (EPA): 50,59 mg/kg	
260211-MA-6	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Widerlager, Wand	Klinker-Bohrkern im Beprobungskonzept „KB-W-1“ benannt	Einstufung nach Ersatzbaustoffverordnung (nach Anlage 1, Tab. 1, und Anlage 4, Tab. 2.2): RC-2 *(auffällige Analytik-Parameter: Sulfat und Vanadium)*	
260211-MA-7	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Pfeiler	Beton-Bohrkern im Beprobungskonzept „KB-P-1“ benannt	Einstufung nach Ersatzbaustoffverordnung (nach Anlage 1, Tab. 1, und Anlage 4, Tab. 2.2): RC-1* *(auffälliger Analytik-Parameter: elektr. Leitfähigkeit)*	

Proben-Nr.	Bauwerk	Einbausituation	Produkt	Befund	Foto
260211-MA-8	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Überbau, Rohrleitung	Ummantelung im Beprobungskonzept „U-1“ benannt	Asbest nicht nachgewiesen **KMF nachgewiesen** (enthält keine WHO-Fasern)	
260211-MA-9				PCB ges.: nicht berechenbar	
260211-MA-10				Benzo[a]pyren: < 0,35 mg/kg ∑ PAK (EPA): 3,43 mg/kg	
260211-MA-11	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Überbau, Kappe	Beschichtung im Beprobungskonzept „MP-K-1“ benannt	Asbest nicht nachgewiesen	
260211-MA-12				PCB ges.: nicht berechenbar	
260211-MA-13	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Überbau, Kappe	Beton-Bohrkern im Beprobungskonzept „KB-K-1“ benannt	Einstufung nach Ersatzbaustoffverordnung (nach Anlage 1, Tab. 1, und Anlage 4, Tab. 2.2): RC-1* *(auffälliger Analytik-Parameter: elektr. Leitfähigkeit)*	
260211-MA-14	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Überbau (seitlich)	Beton-Bohrkern im Beprobungskonzept „KB-Ü-1“ benannt	Einstufung nach Ersatzbaustoffverordnung (nach Anlage 1, Tab. 1, und Anlage 4, Tab. 2.2): RC-1* *(auffälliger Analytik-Parameter: elektr. Leitfähigkeit)*	
260211-MA-15	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Überbau, Untersicht	Anstrich im Beprobungskonzept „A-1“ benannt	PCB ges.: 1,95 mg/kg	

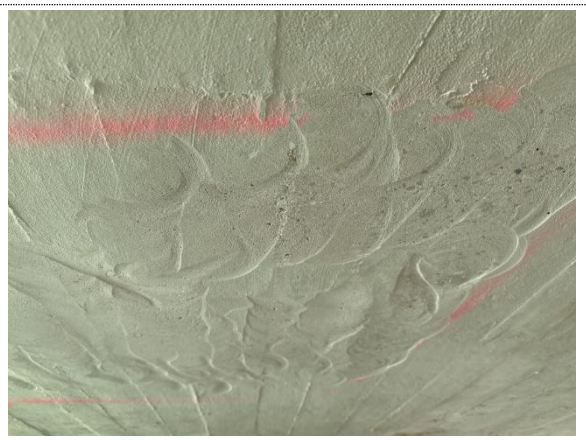
Proben-Nr.	Bauwerk	Einbausituation	Produkt	Befund	Foto
260211-MA-16	Brückenbauwerk BW 1.2.2	Überbau, Untersicht	Reparaturputz im Beprobungskonzept „MP-Ü-1“ benannt	Asbest nicht nachgewiesen	

Tabelle II.2: Fotodokumentation der entnommenen Kernbohrungen am Bauwerk BW 1.2.2

Bezeichnung und Beschreibung der Kernbohrungen	Foto
<u>Kernbohrung KB-A-1:</u> Brückenbauwerk BW 1.2.2, Überbau, Fahrbahn, im Beprobungskonzept „KB-A-1“ benannt <u>vertikale Bohrung:</u> - Durchmesser ca. 10 cm - Länge/Tiefe ca. 8 cm - mit Abdichtung unter Asphalt	
<u>Kernbohrung KB-W-1:</u> Brückenbauwerk BW 1.2.2, Widerlagerwand, im Beprobungskonzept „KB-W-1“ benannt <u>horizontale Bohrung:</u> - Durchmesser ca. 10 cm - Länge/Tiefe ca. 50 cm - mit innenseitiger Abdichtung	

Bezeichnung und Beschreibung der Kernbohrungen	Foto
Kernbohrung KB-P-1: Brückenbauwerk BW 1.2.2, Pfeiler, im Beprobungskonzept „KB-P-1“ benannt horizontale Bohrung: - Durchmesser ca. 10 cm - Länge/Tiefe ca. 25 cm	
Kernbohrung KB-K-1: Brückenbauwerk BW 1.2.2, Überbau, Kappe (seitlich), im Beprobungskonzept „KB-K-1“ benannt vertikale Bohrung: - Durchmesser ca. 10 cm - Länge/Tiefe ca. 24 cm	
Kernbohrung KB-Ü-1: Brückenbauwerk BW 1.2.2, Überbau (seitlich), im Beprobungskonzept „KB-Ü-1“ benannt vertikale Bohrung: - Durchmesser ca. 10 cm - Länge/Tiefe ca. 20 cm	

Tabelle II.3: Fotodokumentation der Stemm- bzw. Fräsaufschlüsse am Bauwerk BW 1.2.2

Bezeichnung u. Beschreibung der Stemm- bzw. Fräsaufschlüsse	Foto
Pfeiler: Keine Abstandshalter angetroffen, im Beprobungskonzept „ST-P-1“ benannt.	
Kappe (seitlich und Untersicht): Keine Abstandshalter angetroffen, im Beprobungskonzept „ST-K-1 (seitlich)“ und „ST-K-2 (unten)“ benannt.	
Überbau 1 (Untersicht): Keine Abstandshalter angetroffen, im Beprobungskonzept „ST-Ü-1“ benannt.	

Bezeichnung u. Beschreibung der Stemm- bzw. Fräsaufschlüsse	**Foto**
<u>Überbau 2 (Untersicht):</u> Keine Abstandshalter angetroffen, im Beprobungskonzept „ST-Ü-2“ benannt.	

Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH

A N L A G E III PRÜFBERICHTE DER LABORE

Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH

A N L A G E IV BEWERTUNGSGRUND-LAGEN

Der Handlungsbedarf bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen bei entsprechenden gewerblichen Arbeitsplätzen wird grundsätzlich in der Gefahrstoffverordnung geregelt. In der TRGS 900 sind die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) zur Gefahrstoffverordnung veröffentlicht. In der Gefahrstoffliste sind alle Arbeitsplatzgrenzwerte der TRGS sowie die national umzusetzenden verbindlichen EU-Arbeitsplatzgrenzwerte enthalten.

Bei der Bewertung der analytisch eingestuften Baustoffe bzw. der entsprechenden Rückbaufraktionen wurden die relevanten Vorschriften des Bauordnungs-, Arbeitsschutz- und Abfallrechts berücksichtigt. Insbesondere wurden folgende Richtlinien, Verordnungen etc. zu Grunde gelegt.

Asbest

Industriell wurden im wesentlichen Chrysotil (Weißasbest), Krokydolith (Blauasbest) und Amosit (brauner Asbest) aus den unterschiedlichsten Isolationsgründen verwendet. Hinsichtlich des Gefährdungspotentials von Asbest unterscheidet man zwischen sanierungsbedürftigen, schwach gebundenen und stark gebundenen Asbestverwendungen ohne Sanierungsbedarf.

Schwach gebundene Asbestprodukte haben einen hohen Asbestanteil (in der Regel über 60 Gew.-%) und ein geringes Raumgewicht (in der Regel kleiner 1.000 kg/m³).

Diese Produkte wurden wegen guter bauphysikalischer Eigenschaften (Feuer-, Wärme- und Kälteschutz) sowie wegen chemischer Beständigkeit und günstiger Handhabung in großem Umfang bei der Erstellung von Gebäuden und Geräten eingesetzt (Spritzasbest, Asbestpappen, Asbestleichtbauplatten, Asbestschnüre, Asbestgewebe u. ä. m.).

Aufgrund der schwachen Bindung des Asbestes kann von diesen Materialien Asbeststaub in die Raumluft abgegeben werden. Begünstigt wird dieser Prozess durch Alterung, Erschütterungen, Luftbewegungen oder Beschädigungen. Schwach gebundene asbesthaltige Produkte sind daher wegen der konkreten Gesundheitsgefährdung (Krebsgefahr) stets zu sanieren. Die Bewertung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden erfolgt gemäß der baurechtlich geltenden Asbestrichtlinie (Ausgabe 1996) anhand von 7 Grundkriterien, denen Bewertungspunkte zugeordnet werden, aus deren Summe sich die Dringlichkeit der Sanierung ergibt. Stark gebundene Asbestverwendungen haben einen geringen Asbestanteil (< 15 %) und ein relativ hohes Raumgewicht (> 1.500 kg/m³), bei denen die Asbestfasern fest eingebunden sind (in der Regel Zement als Bindemittel).

Asbestzemente gehören zu den Asbestverwertungen mit großer Faserbindung (Asbestanteil < 15 %), bei denen Asbest in Zement gebunden ist. Produkte dieser Art werden nicht nach der „Asbestrichtlinie“ bewertet, da von diesen Baustoffen eine Faseremission in der Regel nur dann zu erwarten ist, wenn am Produkt eine mechanische Einwirkung stattfindet. Hierzu zählen Bohren, Sägen, Schleifen, Materialbruch und ähnliche Bearbeitungsvorgänge.

Nach derzeitigem Kenntnisstand stellt Asbestzement wegen des erwähnten geringeren Asbestgehaltes im Einklang mit dem hohen und festen Einbindungsgrad sowie der fehlenden Verwitterung im Innenbereich keine Gefährdung dar, so dass derzeit einer Asbestzementverbauung keine Sanierungsbedürftigkeit zukommt, wenn ein einwandfreier bautechnischer Zustand vorliegt.

Asbeststaub - gleich welcher Konzentration - ist gesundheitsschädlich, wenn er über die Atemwege in die Lunge gelangt. Klarheit besteht darüber, dass Asbestfasern bestimmter Größen (Durchmesser kleiner 3 µm, Längen größer 2,5 µm; biologisch aktive WHO-Fasern) nicht nur ein fibrogenes, sondern auch ein kanzerogenes Potenzial aufweisen. Daher ist Asbest der Arbeitsstoffliste der Kategorie 1A (krebserregende Arbeitsstoffe) zugeordnet.

Grundlage für die durchgeführten Untersuchungen und Bewertungen ist die „Richtlinie für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden (Asbest-Richtlinie)“, Stand: November 2020 (Lfd. Nr. A 3.2.5 VV TB, Anlage A 3.2/2; Anhang 16 VV TB, Ausgabe Oktober 2023).

Mit der Veröffentlichung der LAGA M 23 (Mitteilung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 23, Vollzugshilfe zur Entsorgung asbesthaltiger Abfälle, Stand: 29.11.2022) am 08. Mai 2023 wird als Stichtag für die Asbestfreiheit von Gebäuden der 31.10.1993 definiert, d. h. Bauwerke, mit deren Errichtung nach diesem Stichtag begonnen wurden, sind im allgemeinen als asbestfrei einzustufen.

Für alle anderen Bauwerke, mit deren Errichtung davor begonnen wurde, kann die Verwendung von asbesthaltigen Bauteilen nicht ausgeschlossen werden und „daher (ist) eine anlassbezogene Erkundung auf Schadstoffe bereits vor Baumaßnahmen (z. B. Abbruch oder Sanierung) zwingend erforderlich. Dabei ist auf technische Standards zur Durchführung der Erkundung zu achten“. Als Standard für diese Erkundung gilt die VDI-Richtlinie 6202 Blatt 3 (Schadstoffbelastete bauliche und technische Anlagen | Asbest – Erkundung und Bewertung; Stand: September 2021).

Künstliche Mineralfasern (KMF)

Bei neuen Dämmstoffen aus Künstlichen Mineralfasern (KMF) wird aufgrund ihrer Eigenschaften nach derzeitigem Kenntnisstand davon ausgegangen, dass eine krebserzeugende Wirkung nicht besteht. Neue Mineralwolle-Dämmstoffe verfügen über das RAL-Gütezeichen 388 „Erzeugnisse aus Mineralwolle" der Gütegemeinschaft Mineralwolle e. V.. Seit dem 1. Juni 2000 dürfen in Deutschland gemäß Gefahrstoffverordnung ausschließlich solche unkritischen Produkte hergestellt, in Verkehr gebracht und verwendet werden.

Die Produktionsumstellung erfolgte bereits ab dem Jahre 1996. Zwischen 1996 bis zu dem, seit dem 1. Juni 2000 bestehenden Verwendungsverbot, wurden "alte" und "neue" Produkte hergestellt und verwendet. Im Übergangszeitraum von 1996 bis 2000 können entsprechend beide Arten von KMF-Produkten verbaut worden sein.

"Alte" Mineralwolle-Dämmstoffe sind insbesondere solche, die vor 1996 verwendet worden sind. Sie sind im Regelfall, aufgrund ihrer Eigenschaften, als krebserzeugender Gefahrstoff (Kategorie 2) einzustufen. Bei Eingriffen in Künstliche Mineralfasern alter Bauart ist die Einhaltung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes erforderlich. Gemäß Gefahrstoffverordnung und TRGS 521 „Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle“ sind beim Ausbau derartiger KMF-Anwendungen besondere Arbeitsschutzmaßnahmen zu beachten. Die Mineralfaserprodukte sind als gefährlicher Abfall einer gezielten Entsorgung zuzuführen.

Zur Beurteilung der Gesundheitsschädlichkeit der Künstlichen Mineralfasern wird auf zwei Parameter zurückgegriffen:

- Kanzerogenitätsindex (KI-Wert) des Produktes und
- Biolöslichkeitsverhalten (Biopersistenz) der glasigen WHO-Fasern des Produktes (Faserdefinition: Länge > 5 µm, Durchmesser < 3 µm und Länge/Durchmesser > 3:1).

KMF-Produkte werden gemäß TRGS 905 mit Bezug auf den Anhang VI Nr. 4.2.1 der RL 67/548/EWG in die Kategorie 3 (GHS Verordnung Kat. 2) - möglicherweise krebserzeugend - (KI < 40 aber > 30) oder die Kategorie 2 (GHS Verordnung Kat 1 B) - als krebserzeugend anzusehen - (KI < 30) eingestuft. Diese Einstufung gilt für glasige WHO-Fasern, vorbehaltlich der Nichterfüllung der Punkte (3) - (6) des Absatzes 2.3 der TRGS 905 (Biolöslichkeit) bzw. K3. Sind Fasern biolöslich, werden sie auch dann nicht eingestuft, wenn der KI-Wert < 40 ist.

KMF-Materialien aus älterer Produktion, vor dem Jahre 2000, sogenannte "alte Wollen", weisen in der Regel immer KI-Werte < 40 auf, und die Fasern stellen sogenannte biopersistente Fasern dar.

KMF-Neuprodukte, hergestellt in der Bundesrepublik Deutschland nach dem Jahre 2000, können ebenfalls KI-Werte < 40 aufweisen (z. B. Steinwollen). Die Fasern sind im Regelfall jedoch biolöslich und deshalb nicht nach der GefStoffV eingestuft.

Die Bestimmung des KI-Wertes bildet daher, insbesondere für "Neuprodukte", kein ausreichendes Kriterium zur Einstufung des Produktes. Liegen Informationen zur Biolöslichkeit nicht vor und sind die KI-Werte < 40, sollten beim Umgang vorsorglich ebenfalls die Vorgaben der TRGS 521 (Februar 2008) zur Anwendung kommen. Seit der Novellierung der GefStoffV im Dezember 2024 entfällt in der Anlage II, Nr. 5 „Biopersistente Fasern“ das Kriterium „KI-Wert“ als Einstufungsmerkmal; die Einstufung erfolgt ausschließlich anhand der Biopersistenz oder eines geeigneten Intraperitonealtest zur Überprüfung der Karzinogenität.

Altprodukte sollten immer als Kat. 1B-Stoff (krebserzeugend) "eingestuft" angesehen werden, d. h. beim Umgang sind die Vorgaben der Technischen Regel für Gefahrstoffe 521 (TRGS 521) grundsätzlich zu berücksichtigen. Ein Sanierungsgebot im Bestand besteht für "eingestufte KMF-Produkte" nicht.

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Polychlorierte Biphenyle sind ein Gemisch aus insgesamt 209 strukturell ähnlichen chemischen Verbindungen, die von ihrer Zusammensetzung her den chlorierten Kohlenwasserstoffen zuzuordnen sind. PCB kommen in der Natur nicht vor, sie sind anthropogen, d. h. vom Menschen in den Naturkreislauf eingebracht.

Wegen einer Reihe von technisch interessanten Eigenschaften (Nichtbrennbarkeit, Nichtentflammbarkeit, gutes elektrisches Isoliervermögen, geringe Wasserlöslichkeit, dauerelastische Konsistenz) wurden PCB seit 1929 in erheblichen Mengen industriell hergestellt und in zahlreichen Anwendungsformen eingesetzt.

PCB wurden sowohl in geschlossenen als auch in offenen Systemen eingesetzt. Während in geschlossenen Systemen, wie Kondensatoren und Transformatoren, eine PCB-Exposition in der Regel nur bei Undichtigkeiten oder Unfällen gegeben ist, kann bei offenen Systemen eine unmittelbare Exposition mit diesem Stoff möglich sein. PCB können z. B. dauerelastischen Dichtungsmassen (Dehnungsfugen, Anstrichsystemen u. a. m.) als Weichmacher mit mehr als einem Prozent Gehalt zugemischt sein. Aus derart stark PCB-haltigen Produkten kann eine hohe Raumluftbelastung mit PCB resultieren.

PCB sind im Naturkreislauf schwer abbaubar und reichern sich deshalb über Nahrungs- und Futtermittel im Fettgewebe von Mensch und Tier an. Sie stellen somit ein ernstes ökologisches Risiko dar.

Aufgrund der hohen Toxizität wurde PCB 1978 in die Gruppe III B der Arbeitsstoffliste – Stoffe mit begründetem Verdacht auf ein krebserzeugendes Potential – zugeordnet und im gleichen Jahr die Anwendung in offenen Systemen stark eingeschränkt.

Seit September 1989 wurde eine – zwischenzeitlich aufgehobene – Verordnung zum Verbot von PCB in Kraft gesetzt. Danach waren die Herstellung, das Inverkehrbringen sowie die Verwendung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen mit mehr als 50 mg PCB/kg verboten. Heute gelten in-soweit die Verbote nach § 1 der Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz, aktuell in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Juli 2008 (BGBl. I S. 1146), das durch Artikel 4 des Gesetzes vom 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163) geändert worden ist.

In den Bundesländern sind speziell für PCB-belastete Gebäude Richtlinien bauaufsichtlich eingeführt worden (PCB-Richtlinien). Die in Nordrhein-Westfalen eingeführte PCB-Richtlinie (Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden – Nordrhein-Westfalen, Fassung vom 3. Juli 1996) enthält folgende Bewertungskriterien:

Unterschieden wird bei Materialien grundsätzlich zwischen Primär- und Sekundärquellen. Primärquellen sind gemäß PCB-Richtlinie Produkte, denen die PCB gezielt zur Veränderung der Produkteigenschaften zugesetzt wurden. Solche Produkte enthalten in der Regel mehr als 1.000 mg PCB/kg und können, nach den bisher vorliegenden Erfahrungen, deutlich erhöhte PCB-Raumluftbelastungen verursachen.

Sekundärquellen sind Bauteile oder Gegenstände, die PCB meist über einen längeren Zeitraum aus der belasteten Raumluft aufgenommen haben. Sie vermögen die an der Oberfläche angelagerten PCB nach und nach wieder in die Raumluft freizusetzen.

Als Bewertungsgrundlage für die Einstufung der Materialproben bezüglich des Grades ihrer Kontaminierung werden i. d. R folgende Richtwerte herangezogen, die u. a. im Jahr 2003 vom Gesundheitsamt Bremen im Rahmen der Dokumentation „Fachgespräche PCB-Sanierungen“ veröffentlicht wurden:

- 0 - 10 mg PCB/kg: nicht kontaminiert
- 10 - 50 mg PCB/kg: geringfügig kontaminiert
- 50 - 100 mg PCB/kg: mäßig kontaminiert

- 100 - 250 mg PCB/kg: stark kontaminiert
- ≥ 250 mg PCB/kg: sehr stark kontaminiert
- ≥ 1.000 mg PCB/kg: i. d. R. Primärquelle

Im Falle von baulichen Eingriffen sind PCB-haltige Primärquellen zu entfernen und ordnungsgemäß zu entsorgen. Aufgrund des Kreislaufwirtschaftsgesetzes, der Gewerbeabfallverordnung sowie der PCB/PCT-Abfallverordnung (Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle und halogenierter Monomethyldiphenylmethane PCBAbfallV) müssen die anfallenden schadstoffhaltigen Abfälle getrennt von den restlichen Bau- und Abbruchabfällen umweltverträglich entsorgt werden. Materialien mit einem PCB-Gesamtgehalt oberhalb von 50 mg PCB/kg sind gemäß PCB/PCT-Abfallverordnung einer thermischen Behandlung zuzuführen. Für die Entsorgung von Abfällen unterhalb dieser Grenze sind u. a. die deponiespezifischen Richtlinien sowie die LAGA-Richtlinie „mineralische Abfälle“ zu beachten. Hinweise für die Entsorgung von PCB-haltigen Transformatoren sind in einem entsprechenden LAGA-Merkblatt zusammengestellt.

Bei Sanierungsmaßnahmen sind gemäß PCB-Richtlinie PCB-Primärquellen (d. h. Produkte, denen PCB gezielt zur Veränderung der Produkteigenschaften zugesetzt wurden und die i. d. R. mehr als 1.000 mg PCB/kg enthalten) zu entfernen und ordnungsgemäß zu entsorgen. Für die Sanierung kommen nur Firmen mit der entsprechenden Sachkunde (ggf. nach TRGS 524 Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen, BGR 128 Kontaminierte Bereiche) in Frage. Die PCB-Richtlinie legt hierzu im Abschnitt 4.3 die zu treffenden Schutzmaßnahmen fest, im Abschnitt 4.4 finden sich Angaben zur Abfall- und Abwasserentsorgung. Lässt sich durch die Entfernung sämtlicher Primärquellen die PCB-Raumluftkonzentration nicht unter den Sanierungsleitwert von 300 ng PCB/m³ Luft absenken, ist darüber hinaus die Sanierung der Sekundärquellen erforderlich.

Polzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK, engl. PAH) stellen eine Stoffgruppe von mehreren hundert aromatischen Verbindungen dar. Sie sind natürlichen aber im Wesentlichen anthropogenen Ursprungs. Sie entstehen insbesondere bei der Erhitzung von organischem Material, z. B. Kohle und Erdöl. Damit sind sie auch Inhaltsstoffe in Teer- und Bitumenprodukten.

Diese Produkte stellen Bauprodukte dar, die häufig zur Isolierung und als Kleb- und Dichtstoffe zur Anwendung kamen. Heute sind nur noch Bitumenprodukte mit niedrigen PAK-Konzentrationen auf dem Markt, Teerprodukte mit hohen PAK-Konzentrationen dagegen nicht mehr. Eine weitverbreitete Anwendung von Teerprodukten bis in die 70er Jahre war die Verwendung von Teerklebern als Parkettkleber sowie als Teerpappen zur Isolation o. ä.. In den 80er Jahren wurden in den USA (Bundesbehörde EPA) von den hunderten PAK-Einzelverbindungen 16 Substanzen als besonders "umweltrelevant" festgelegt. Diese gelten bis heute als Standard bei einer analytischen Untersuchung und einer umweltrelevanten sowie gesundheitlichen Bewertung.

Als Leitsubstanz gilt hier das Benzo(a)pyren BaP, da hierzu die umfangreichsten Stoffdaten und Wirkungsuntersuchungen vorliegen. Darauf aufbauend legt die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) für Erzeugnisse, und damit auch für Baustoffe, Herstellungs- und Verwendungsbeschränkungen fest, in denen die PAK-Leitsubstanz BaP Konzentrationen > 50 mg/kg aufweisen. Ursache ist die

Einstufung von BaP als krebserzeugend der Kategorie 2, als erbgutschädigend (M2) und als fruchtschädigend (RE2, RF2).

Sind teerstämmige Produkte im Innenraum verbaut, wie z. B. Parkettkleber oder auch andere teerstämmige Produkte mit relevanten Konzentrationen an EPA PAK und insbesondere auch BaP, sind zur Bewertung u. a. die Kriterien der DIBt-Mitteilung 4/2000 der ARGEBAU: Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebern in Gebäuden (PAK-Hinweise) zu beachten.

Bei den 16 EPA PAK handelt es sich sowohl um Substanzen, die leichter flüchtig sind und zur Gruppe der VOC (volatil organic compounds) gehören, als auch um Substanzen, die als schwerflüchtig zu bezeichnen sind.

Die schwerflüchtigen Substanzen haben die Eigenschaft, sich an Staub anzulagern, z. B., wenn sie aus Parkettklebern freigesetzt werden, weil das Parkett Risse oder sonstige Fugen aufweist. Die leichtflüchtigen Anteile findet man dagegen "luftgetragen". In der DiBt-Richtlinie wird zur Bewertung auf diese Eigenschaften der schwerflüchtigen PAK Bezug genommen.

In der TRGS 910 (Fassung 09.11.2015) wurde für Benzo(a)pyren in Pyrolyseprodukten aus organischem Material (in bestimmten PAK-Gemischen) eine Exposition-Risiko-Beziehung (ERB) aufgestellt und veröffentlicht. Die TRGS 910 definiert eine Akzeptanzkonzentration von 70 ng BaP/m³ (E - einatembare Fraktion) und eine Toleranzkonzentration von 700 ng BaP/m³ (E – einatembare Fraktion). Bei der Festsetzung der Schutzmaßnahmen in dieser TRGS wurde die ERB und das gestufte Maßnahmenkonzept zur Risikominderung der TRGS 910 berücksichtigt.

Beim Rückbau teerhaltiger Baustoffe, wie z. B. Dachbahnen, PAK-Klebern und Teerkorkdämmungen, sind die gemäß Gefahrstoffrecht (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV, sowie Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 551 etc.) vorgeschriebenen Arbeitsschutzmaßnahmen zu ergreifen. Als Leitparameter dient die PAK-Einzelsubstanz Benzo(a)pyren (BaP). Bei BaP-Gehalten > 50 mg/kg ist das Material gemäß GefStoffV als Gefahrstoff einzustufen. Zusätzlich sind die abfallrechtlichen Vorschriften zu beachten.

Abfallrechtlich sind Baustoffe ab einem PAK-Gehalt größer als 1.000 mg/kg bzw. einer BaP-Konzentration > 50 mg/kg als gefährlich einzustufen und somit nachweispflichtig. Aus abfallrechtlicher Sicht sind je nach Bauprodukt unterschiedliche Rechtsquellen maßgeblich. Demnach können mineralische Rückbaustoffe mit Konzentrationen bis zu 25 mg PAK/kg als Recyclingbaustoffe eingesetzt werden. Höher belastetes Material ist einem separaten Entsorgungsweg zuzuführen.

Andere PAK-haltige Rückbaufraktionen wie Dachpappen, Fugenmassen, Isolierungen etc. gelten bei PAK-Gehalten unterhalb von 75 mg/kg i. d. R. als teerfrei (übliche Handhabung in der Entsorgungswirtschaft, für Asphalt gelten gesonderte Regelungen). Bei einer Überschreitung dieses Wertes sind die Abfälle als teerstämmig entsprechend zu entsorgen. Im Einzelfall sind die behördlichen Auflagen und Vorgaben der einzelnen Deponien/Entsorger gesondert zu beachten.

Schwermetalle

Mit dem Begriff „Schwermetalle“ wird eine Gruppe von Metallen zusammengefasst. Eine eindeutige wissenschaftlich akzeptierte Definition des Begriffes „Schwermetall“ gibt es allerdings nicht. In der Literatur werden häufig Metalle mit einer Dichte > 5 g/cm³ als „Schwermetall“ bezeichnet.

Im Hinblick auf den Arbeits- und Umweltschutz sowie bei der Entsorgung von Abfällen werden insbesondere das Vorkommen und die Gehalte der Schwermetalle gemäß CLP-Verordnung und Abfallrahmenrichtlinie (zusammenfassend betrachtet in den „technischen Hinweisen zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit“ der LAGA mit Stand Februar 2024) betrachtet. Übliche bzw. repräsentative Untersuchungsparameter sind dabei Arsen (Kürzel gem. chemischem Periodensystem der Elemente [kurz PSE]: As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Zink (Zn) und Quecksilber (Hg).

Schwermetalle befinden sich in größeren Mengen in Farben und Lacken und können bereits in kleineren Mengen toxisch sein. Im Innenraum können Schwermetalle in verschiedenen Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen vorkommen. Eine gesundheitliche Gefährdung kann hauptsächlich durch eine chronische Belastung entstehen. Dabei spielt unter anderem Schädigungen des Nerven- und Immunsystems, Leberschädigungen, Blutveränderungen, Allergien sowie die Entstehung von Krebs eine bedeutende Rolle.

Häufige Anwendung findet Blei (Pb) in Form von Pigmenten in Korrosionsschutzanstrichen und in Malerfarben. Zur Dacheindeckung wurden Einblechungen mit hohem Bleianteil für Kamin- bzw. Gebäudeanschlüsse verwendet. Nur noch selten anzutreffen sind Bleirohre und Kabel.

Cadmium (Cd) kommt u. a. als Pigment bei leuchtenden Kunststofffarben zum Einsatz sowie als Stabilisator für Kunststoffe (PVC) und Farben.

Die Schädlichkeit von Chrom (Cr) ist von seiner Oxidationsstufe abhängig. Chrom(VI)-Verbindungen (Chromate) sind wesentlich toxischer als die häufigeren Chrom(III)-Verbindungen. Chromverbindungen sind vor allem in Farbpigmenten, Zement und Holzschutzmitteln (CKF-Imprägniersalze) zu finden.

Magnesithaltige Kernsteine von Elektrospeicher-Heizgeräten weisen zum Teil hohe Gehalte an gut löslichem Chromat (Chrom VI) auf (Merkblatt des LfU vom März 2002: „Hinweise zur Entsorgung von Elektrospeicherheizgeräten“).

Anorganische Zinkverbindungen (Zn) sind für den Menschen wenig toxisch. Beim Gebäuderückbau kann es beim Trennen verzinkter Eisenkonstruktionen mit dem Schneidbrenner zur Freisetzung großer Mengen an Zinkrauch kommen. Beim Ausbau von Installationen sind deswegen auch bereits entsprechende Zinkvergiftungen vorgekommen. Zinkpulver ist als Pigment ein wesentlicher Bestandteil von hellen Farben und kann beim Rückbau von Gebäuden entsorgungsrelevant werden.

Quecksilber (Hg) ist ein bei Zimmertemperatur flüssiges Schwermetall mit silbrigem Glanz. Die unter normalen Temperaturen entstehenden toxischen Quecksilberdämpfe sind farb- und geruchlos und schwerer als Luft. Neben der Anwendung in Holzschutzmitteln findet sich Quecksilber in verschiedenen Geräten wie Manometern, Pumpen, Gleichrichtern, Schaltern und Leuchtstoffröhren.

Bei Rückbauarbeiten stellen Schwermetalle vor allem ein Problem bei der Entsorgung dar, sie können aber auch bei der Handhabung Schutzmaßnahmen erforderlich machen. So können z. B. beim Brenn- oder Trennschneiden von Stahlträgern relevante Mengen von Zink- oder Bleiverbindungen freigesetzt werden.

Feststoffgrenzwerte der einzelnen Schwermetall-Parameter liegen gem. CLP-Verordnung (Anhang VI) und Abfallrahmenrichtlinie (Anhang III) größtenteils bei 0,1 % bzw. 1.000 mg/kg OS (betrifft die Metalle Arsen, Cadmium, Chrom-VI, Kobalt, Nickel, Beryllium und Vanadium) und 0,25 % bzw. 2.500 mg/kg OS (Blei, Kupfer, Selen, Thallium, Organozinnverbindungen, Zink, Silber). Für Antimon gilt ein Grenzwert von 1 % bzw. 10.000 mg/kg OS. Für Quecksilber sind hingegen länderspezifische Grenzwerte (in Nordrhein-Westfalen bspw. 0,1 % bzw. 1.000 mg/kg OS – vgl. Arbeitsliste LANUV zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit) zu beachten.

Wird ein Grenzwert in einzelnen Parametern überschritten, ist das (analytisch untersuchte) Produkt als gefährlicher Abfall einzustufen. Dementsprechend sind im Rückbaufall entsprechende Maßnahmen des Arbeits- und Emissionsschutzes sowie bei der Entsorgung zu beachten. Dabei sind insbesondere die Vorgaben der TRGS 505 „Blei“ bzw. TRGS 516 „Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindung“ zu beachten. Die TRGS 505 gilt für Tätigkeiten mit Blei, anorganischen Bleiverbindungen und bleihaltigen Gemischen mit einem Blei-Gehalt von > 0,3 % Massenanteil bzw. 3.000 mg/kg und pulverförmige bleihaltige Gemische (Partikeldurchmesser < 1 mm) mit einem Bleigehalt > 0,03 % Massenanteil bzw. 300 mg/kg. Bei Überschreitung dieser Schwellenwerte sind die Materialien als Gefahrstoff einzustufen.

Einstufung von Bauschutt

Die Einstufung von Bauschutt erfolgt gemäß Ersatzbaustoffverordnung anhand der nachfolgend dargestellten Tabelle I.1 (Tabelle 1 der Anlage 1, Materialwerte für geregelte Ersatzbaustoffe ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut) und der Tabelle II.2 (Tabelle 2.2 der Anlage 4, Überwachungswerte [Feststoff] bei RC-Baustoffen) als Recyclingbaustoff bzw. mineralischer Ersatzbaustoff.

Grundlage der Einstufung ist die am 01. August 2023 in Kraft tretende Ersatzbaustoffverordnung (EBV) als der Teil der sogenannten Mantelverordnung, die die bisherigen Einstufungen der LAGA M20 ablöst. Die „Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung“ vom 09. Juli 2021 (BGBl. 2021 Teil 1, Nr. 43, S. 2598) bildet eine bundeseinheitliche, verbindliche Grundlage für die schadlose und ordnungsgemäße Verwertung mineralischer Abfälle, wobei dazu nicht nur die Recyclingbaustoffe gehören, sondern auch aufbereitete industrielle Abfälle, Hausmüllverbrennungsasche und Schlacke aus der Müllverbrennung.

Die nachfolgende Tabelle zeigt nur den für mineralischen Bauschutt relevanten Ausschnitt der Gesamttabelle 1 der Anlage 1 der EBV (hier Zuordnungsklassen „RC-1“, „RC-2“ und „RC-3“). Weitere Zuordnungsklassen inkl. zugehöriger Parameter (bspw. verschiedene Aschen und Schlacken) sind hier, der Übersichtlichkeit halber, nicht dargestellt.

Bei Überschreiten der Zuordnungsklasse RC-3 sind die Vorgaben der Deponieverordnung (kurz: DepV) für die Entsorgung anzuwenden. Für die Entsorgung nach DepV sind ggf. weitere Materialanalysen zur Deklaration zu beachten.

Tabelle IV.1: Materialwerte für geregelte Ersatzbaustoffe ohne Gleisschotter, Bodenmaterial und Baggergut (Ausschnitt aus Tabelle 1, Anlage 1 – nur RC-Werte)

Parameter	Einheit	Zuordnungswert (gemessen im Eluat)		
		RC-1	RC-2	RC-3
pH-Wert[1]			6 - 13	
elektr. Leitfähigkeit[2]	µS/cm	2.500	3.200	10.000
Sulfat	mg/l	600	1.000	3.500
PAK_{15}[3]	µg/l	4,0	8,0	25
PAK_{16}[4]	mg/kg	10	15	20
Chrom ges.	µg/l	150	440	900
Kupfer	µg/l	110	250	500
Vanadium	µg/l	120	700	1.350

1) Nur bei GRS Grenzwert, ansonsten stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

2) Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

3) PAK_{15}: PAK_{16} ohne Naphthalin und Methylnaphthaline.

4) PAK_{16}: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden nach der Liste der Environmental Protection Agency (EPA) 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Antracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[g,h,i]perylen, Benzo[k]fluoranthen, Chrysen, Dibenzo[a,h]anthracen, Fluoranthen, Fluoren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren.

Tabelle IV.2: Überwachungswerte (Feststoffwerte) bei RC-Baustoffen (Anlage 4, Tabelle 2.2)

Parameter	Einheit	Zuordnungswert (gemessen im Feststoff)
Arsen	mg/kg	40
Blei	mg/kg	140
Chrom	mg/kg	120
Cadmium	mg/kg	2
Kupfer	mg/kg	80
Quecksilber	mg/kg	0,6
Nickel	mg/kg	100
Thallium	mg/kg	2
Zink	mg/kg	300
Kohlenwasserstoffe[1]	mg/kg	300 (600)
PCB_6 und PCB-118	mg/kg	0,15

1) Der angegebene Wert gilt für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C_{10} bis C_{22}. Der Gesamtgehalt (C_{10} bis C_{22}) bestimmt nach der DIN EN 14039, Ausgabe Januar 2005, darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten. Überschreitungen die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

Anhand der durchgeführten Untersuchungen wird überprüft, inwieweit eine stoffliche Verwertung des Bauschutts möglich ist. Die Ziele der stofflichen Verwertung sind

- die Reduzierung der Abfallmengen und somit die Entlastung der Deponien,
- die Einsparung von Energie und Primärrohstoffen und damit Schonung der Natur und der Landschaft.

Generell wird bei der Einstufung des Bauschutts zugrunde gelegt, dass im Vorfeld Problemstoffe, wie z. B. Asbest, PCB (Dichtungsmassen) u. a., bereits erfasst, separiert und entsprechend entsorgt worden sind.

Die möglichen Wiedereinbauweisen der Recyclingbaustoffe der Klassen 1 – 3 sind der Anlage 2 der Ersatzbaustoffverordnung (relevante Tabellen für Recyclingbaustoffe: Tabelle 1 – 3) zu entnehmen.

Einstufung der Verwertungsklassen von bituminös gebundenem Straßenaufbruch

Die Einstufung der Verwertungsklassen nach RuVA-StB-01 erfolgt anhand der analytisch zu ermittelnden Parameter PAK-Gesamtgehalt (nach EPA) und dem Phenolindex. Hierbei gelten für die Kategorisierung in die Klassen A, B und C zur Verwertung von bituminös gebundenem Straßenaufbruch folgende Grenzwerte:

- Asphalt ≤ 25 mg/kg PAK-Gehalt, ≤ 0,1 mg/l Phenolindex
  (Verwertungsklasse A)
- Asphalt > 25 mg/kg PAK-Gehalt, ≤ 0,1 mg/kg Phenolindex, > 0,1 mg/l Phenolindex
  (Verwertungsklasse B bzw. C)

Straßenaufbrüche, die der Verwertungsklasse A zuzuordnen sind, werden bevorzugt als Zugabematerial für Heißmischgut verwendet, alternativ sind auch Kaltverarbeitungen mit Bindemittel oder ohne Bindemittel, dann jedoch unter einer wasserdurchlässigen Schicht, möglich.

Aufbrüche der Verwertungsklassen B und C können nur in der Kaltverarbeitung verwertet werden, weitere Randbedingungen wie die LAGA M 20 TR Straßenaufbruch sind zu berücksichtigen und anzuwenden.

Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH

A N L A G E V ÜBERSICHT RICHT- UND GRENZWERTE

Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH

Tabelle V.1: Übersicht der Richt- und Grenzwerte für Asbest

Matrix	Konzentration	Bewertung	Literatur
Raumluft	< 500 Fasern/m³ (Messwert) sowie 1.000 Fasern/m³ als statistisch berechnete obere Grenze des 95 %-Vertrauensbereich	Erfolgskontrolle vor Aufhebung von Schutzmaßnahmen nach Sanierung	Asbest-Richtlinie NRW
	< 1.000 Fasern/m³	Erfolgskontrolle vorläufiger Maßnahmen	
Material	positiver Asbestnachweis (0,1 bis 100 % Asbestmassengehalt)	Bewertung der Sanierungsdringlichkeit von schwach gebundenen Asbestprodukten gemäß Formblatt	Asbest-Richtlinie NRW
Oberflächen	0 Fasern/cm² der ausgewerteten Probenfläche	keine Faserart nachgewiesen	VDI 3877 Blatt 2
	1 bis 100 Fasern/cm² der ausgewerteten Probenfläche	Faserart nachgewiesen	
	101 bis 500 Fasern/cm² der ausgewerteten Probenfläche	Oberfläche deutlich mit Faserart belastet	
	≥ 500 Fasern/cm² der ausgewerteten Probenfläche	Oberfläche stark mit Faserart belastet	

Tabelle V.2: Übersicht der Richt- und Grenzwerte für KMF

Matrix	Konzentration	Bewertung	Literatur
Raumluft	< 500 Fasern pro m³	nicht erhöht bis geringfügig erhöht	Dr. Gerd Zwiener, Handbuch Gebäude-Schadstoffe, Rudolf Müller Verlag, 1997
	500 - 1.000 Fasern pro m³	mäßig erhöht	
	≥ 1.000 Fasern pro m³	deutlich erhöht	
Material	KI ≥ 40	keine Einstufung als krebserzeugend	BfGA, TRGS 905
	KI < 40 aber > 30	Kategorie 2 – möglicherweise krebserzeugend	GHS Verordnung, TRGS 905
	KI < 30	Kategorie 1 B – krebserzeugend	GHS Verordnung, TRGS 905
	Baujahr vor 1996	Einstufung als K2-Stoff (krebserzeugend; GHS /TRGS 905: Kat. 1 B)	TRGS 521
Oberflächen	0 Fasern/cm² der ausgewerteten Probenfläche	keine Faserart nachgewiesen	in Anlehnung an VDI 3877 Blatt 2
	1 bis 100 Fasern/cm² der ausgewerteten Probenfläche	Faserart nachgewiesen	
	101 bis 500 Fasern/cm² der ausgewerteten Probenfläche	Oberfläche deutlich mit Faserart belastet	
	≥ 500 Fasern/cm² der ausgewerteten Probenfläche	Oberfläche stark mit Faserart belastet	

Tabelle V.3: Übersicht der Richt- und Grenzwerte für PCB

Matrix	Konzentration	Bewertung	Literatur
Raumluft	< 300 ng PCB/m³	Vorsorge-/Sanierungsleitwert langfristig tolerabel	Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie NRW), Fassung Juni 1994; Runderlas des Ministeriums für Bauen und Wohnen v. 03.07.1996 (II B4-476.101), Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, Nr. 52, 09.08.1996, S. 1260, Änderungen gemäß RdErl. d. MBWSV vom 4.2.2015, Anlage 6.1/1
	300 – 3.000 ng PCB/m³	Quelle aufspüren und mittelfristig beseitigen, Maßnahme zur Verminderung der PCB-Konzentration	
	≥ 3.000 ng PCB/m³	Interventionswert für Sofortmaßnahmen	
	≥ 10 ng PCB 118/m³	umgehend Prüfung von expositionsmindernden Maßnahmen erforderlich	
Material	≥ 50 mg PCB/kg	Gefahrstoff	PCBAbfallV
	0 – 10 mg PCB/kg	nicht kontaminiert	Gesundheitsamt Bremen, Dokumentation „Fachgespräche PCB-Sanierungen“, 2003
	10 – 50 mg PCB/kg	geringfügig kontaminiert (PCB-Sekundärquelle)	
	50 – 100 mg PCB/kg	mäßig kontaminiert (PCB-Sekundärquelle)	
	100 – 250 mg PCB/kg	stark kontaminiert (PCB-Sekundärquelle)	
	≥ 250 mg PCB/kg	sehr stark kontaminiert (PCB-Sekundärquelle	
	≥ 1.000 mg PCB/kg	i. d. R. Primärquelle	
Oberflächen	< 30 µg PCB/m²	sehr guter Reinigungszustand / sehr geringe PCB-Kontamination	Dr. Gerd Zwiener, Handbuch Gebäude-Schadstoffe, Rudolf Müller Verlag, 1997
	30 – 50 µg PCB/m²	akzeptabler Reinigungszustand / mäßige PCB-Kontamination	
	50 – 100 µg PCB/m²	erhöhte PCB-Kontamination	
	> 100 µg PCB/m²	stark erhöhte PCB-Kontamination	
	> 200 µg PCB/m²	sehr stark erhöhte PCB-Kontamination	
	< 100 µg PCB/m²	Sanierungszielwert für Brandschadensanierungen	Richtlinie zur Brandschadensanierung (VdS 2357: 2014-06)

Ingenieurbüro Dr. Stefan Henning GmbH

Tabelle V.4: Übersicht der Richt- und Grenzwerte für Schwermetalle

Matrix	Konzentration	Bewertung	Literatur
Material	≥ 0,1 % bzw. 1.000 mg/kg OS	Einstufung als gefährlicher Abfall (betrifft die Metalle **Arsen, Cadmium, Chrom-VI, Kobalt, Nickel, Beryllium, Vanadium und *für Nordrhein-Westfalen auch* Quecksilber**[*)]	Abfallrahmenrichtlinie (auf Basis der CLP-Verordnung)
	≥ 0,25 % bzw. 2.500 mg/kg OS	Einstufung als gefährlicher Abfall (betrifft die Metalle **Blei, Kupfer, Selen, Thallium, Organozinnverbindungen, Zink, Silber**)	
	≥ 1 % bzw. 10.000 mg/kg OS	Einstufung als gefährlicher Abfall (betrifft das Metall **Antimon**)	
	> 0,3 bzw. 3.000 mg Blei/kg für Gemische	Einstufung als Gefahrstoff	TRGS 505
	> 0,03% bzw. 300 mg Blei/kg für pulverförmige Gemische (Partikeldurchmesser < 1 mm)		

*) Landesspezifischer Grenzwert gem. Arbeitsliste des LANUV zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit

Tabelle V.5: Übersicht der Richt- und Grenzwerte für PAK

Matrix	Konzentration	Bewertung	Literatur
Raumluft	< 10 µg Naphthalin/m³	Richtwert I (Vorsorgewert	Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamt, Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz, Heft 10, 25. September 2013
	< 30 µg Naphthalin/m³	Richtwert II (Interventionswert)	
	< 0,8 ng BaP/m³	vorläufiger Leitwert	Bundesgesundheitsblatt 2021 64:1036–1046, https:// doi.org/ 10.1007/ s00103-021- 03354-5, Online publiziert: 25. Juni 2021, © Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2021
Material	Leitsubstanz Benzo[a]pyren > 50 mg/kg	Gefahrstoff	GefStoffV
	∑ PAK-Gehalt n. EPA > 1.000 mg/kg	Gefahrstoff	
	Parkettkleber > 10 mg BaP/kg	weiterer Untersuchungsbedarf im Hausstaub	PAK-Hinweise „Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerkleberstoffen in Gebäuden (Fassung April 2000)
Hausstaub	> 100 mg BaP/kg Frischstaub	Richtwert für Aufenthaltsräume zur Einleitung von expositionsmindernden Maßnahmen	PAK-Hinweise „Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerkleberstoffen in Gebäuden (Fassung April 2000)
	> 10 mg BaP/kg Frischstaub	Richtwert für Kindergärten u. ä. zur Einleitung von expositionsmindernden Maßnahmen	

Matrix	Konzentration	Bewertung	Literatur
Oberflächen	< 100 µg/m²	Hintergrundwert Industriebereich	Richtlinie zur Brandschaden-sanierung (VdS 2357: 2014-06)
	< 10 µg/m²	Hintergrundwert Wohn- und Büro-räume	
	≤ Hintergrundwert	Sanierungszielwert	