



GFP · Dr. Gärtner und Partner GbR · Bürgerstraße 15 · 47057 Duisburg

**Stadt Ratingen Tiefbauamt
Stadionring 17
40878 Ratingen**

Dr. Gärtner und Partner GbR
Ingenieurbüro für Geotechnik
und Umweltplanung

Beratende Ingenieure der
Ingenieurkammer Bau NRW

Geschäftsleitung:
Dipl.-Ing. Youssef Farghaly¹⁾
Dipl.-Geogr. Judith Flieger
Dr. Lutz Gärtner
Dr. Peter Gehlen
Dipl.-Ing. Olaf Trautner¹⁾

¹⁾ Staatlich anerkannte Sachverständige
für Erd- und Grundbau

Unser Zeichen

Ihr Zeichen

Projektnummer

Datum

ot/pg

1211.214

12.02.2013

Dipl.-Ing. Olaf Trautner/Dr. Peter Gehlen

Projekt: Umgestaltung „Düsseldorfer Platz“, Ratingen-Mitte
**1. Bericht: Baugrunderkundung; Gründungsberatung;
Abfallwirtschaftliche Untersuchungen**

Inhaltsverzeichnis

1.0 Veranlassung/Vorgang	2
2.0 Einleitung	2
2.1 Lage der Baumaßnahme/Bauvorhaben	2
2.2 Unterlagen	3
3.0 Baugrund	5
3.1 Aufgabenstellung	5
3.2 Umfang der Felduntersuchungen	5
3.3 Bodenaufbau und bodenmechanische Beschreibung der Schichten	7
3.4 Wasserverhältnisse	12
4.0 Angaben für die Statik	13
4.1 Bodenkenngößen und Bodengruppen	13
4.2 Gründungsangaben/ Bodenpressungen	13
5.0 Angaben für die Bauausführung	17
5.1 Bodenklassen nach DIN 18.300	17
5.2 Erdarbeiten/Herstellung der Gründungssohlen und des Planums der Bodenplatten	17
5.3 Wasserhaltung	18
5.4 Beurteilung der Beeinflussung der vorhandenen Bebauung	19
5.5 Trockenhaltung des Neubaus	19
6.0 Abfallwirtschaftliche Untersuchungen	19
6.1 Chemische Untersuchungen und Ergebnisse	19
6.2 Beurteilung und Empfehlungen	27

Dieser Bericht umfasst 30 Seiten Text sowie die auf Seite 30 aufgeführten Anlagen.



1.0 Veranlassung/Vorgang

Die Stadt Ratingen beabsichtigt in Verbindung mit der Rheinbahn in Ratingen-Mitte den Düsseldorfer Platz umgestalten zu lassen.

Bei der Maßnahme handelt es sich um eine Bündelung und Verlegung der Gleiskörper in Verbindung mit der Umgestaltung des Düsseldorfer Platzes und der Erneuerung der Straßenoberbauten der Düsseldorfer Straße sowie des Straßenbahn- und Bushaltespunktes.

Das Ingenieurbüro für Geotechnik und Umweltplanung GFP GbR (GFP) wurde auf der Grundlage eines Angebotes vom 21.12.2012 beauftragt, Baugrunderkundungen durchzuführen, die Ergebnisse schriftlich auszuwerten und eine Gründungsempfehlung auszuarbeiten. Die Beauftragung umfasst auch die Durchführung und Auswertung von abfallwirtschaftlichen Untersuchungen.

2.0 Einleitung

2.1 Lage der Baumaßnahme/Bauvorhaben

Die Baumaßnahme befindet sich in der Innenstadt Ratingens südöstlich des alten Stadtkerns und der ehemaligen Stadtmauer.



Die Baumaßnahme umfasst die Umgestaltung des Düsseldorfer Platzes mit der Umverlegung des Gleiskörpers in der Düsseldorfer Straße zwischen dem Haus Düsseldorfer Straße 83 im Südwesten und dem Haus Düsseldorfer Straße 45 im Nordosten. Die Gleise werden auf den nordwestlichen Randbereich der Düsseldorfer Straße verlegt.

Dies ist erforderlich, da die Zufahrt aus der Düsseldorfer Straße zum Haltepunkt Düsseldorfer Platz durch die Veränderung der Zugänglichkeit der Bahnsteige verlegt werden muss.

Die vorhandenen Gleiskörper sind daher im Zuge der Umgestaltung rückzubauen.

Im westlichen Teil des Düsseldorfer Platzes ist eine Neugestaltung des Haltepunktes und der Bahnsteige für Straßenbahn und Busse geplant.

Im nordöstlichen Bereich des Platzes ergeben sich durch die Neuordnung der Gleiskörper neue Freiflächen, die in Verbindung mit dem Neubau eines nichtunterkellerten Kunden-Touristencenters mit Bänken, Wasserspielen und Außengastronomie neu gestaltet werden.

Als Witterungsschutz ist im Bereich der Bahnsteige für Straßenbahn und Bus der Bau einer Überdachung aus Glas vorgesehen. Die Lasten des Daches werden über insgesamt 12 Einzelstützen in Stahl über Einzelfundamenten in den Untergrund abgetragen.

Aufgrund der Um-/Neuverlegung der Gleiskörper beabsichtigt die Stadt Ratingen auch den Straßenoberbau im betroffenen Bereich der Düsseldorfer Straße und des Düsseldorfer Platzes zu erneuern.

Die Düsseldorfer Straße weist im hier behandelten Abschnitt mit Höhen von ca. 48,4 m ü.NHN im Südwesten und 51,8 m ü.NHN im Nordosten ein Nordost-Südwest-Gefälle von etwa 3,4 m auf.

Im Bereich des Düsseldorfer Platzes sind im Osten Höhen von ca. 50,5 m ü.NHN und im Westen von ca. 49,5 m ü.NHN vorhanden. Demzufolge liegt ein Ost-West-Gefälle mit einem Höhenunterschied von etwa 1,0 m vor.

2.2 Unterlagen

Folgende Unterlagen standen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- [U1] MairDumont: ADAC Stadttatlas, Düsseldorf Rhein-Wupper bis 2014
- [U2] Lindschulte + Kloppe Ingenieurgesellschaft mbH: Stadt Ratingen/Rheinbahn, Gleisschleife Ratingen, Entwurfsplanung, Lageplan, Plan-Nr.: L-3-01, Maßstab 1:250, 30.06.2011



- [U3] pbr Planungsbüro Rohling AG/wbp Landschaftsarchitekten GmbH: Vergabeverfahren Düsseldorfer Platz, Lageplan Maßstab 1:250, ohne Datumsangabe
- [U4] pbr Planungsbüro Rohling AG: Umgestaltung des Umsteigepunktes Ratingen-Mitte, Grundriss Dach, Vorplanung, Maßstab 1:500, 12.02.2013
- [U5] pbr Planungsbüro Rohling AG: Umgestaltung des Umsteigepunktes Ratingen-Mitte, Systemschnitt Dach, Vorplanung, Maßstab 1:100, 12.02.2013
- [U6] pbr Planungsbüro Rohling AG: Umgestaltung des Umsteigepunktes Ratingen-Mitte, Grundriss Pavillon, Vorplanung, Maßstab 1:100, 12.02.2013
- [U7] pbr Planungsbüro Rohling AG: Umgestaltung des Umsteigepunktes Ratingen-Mitte, Ansichten Pavillon, Vorplanung, Maßstab 1:100, 12.02.2013
- [U8] IFB Feuerstack + Beyen Ingenieurgesellschaft mbH: Überdachung des zentralen Busbahnhofes Ratingen, Übersichtsplan der Stahlkonstruktion, Plan Nr. P1_3112, Maßstab 1:100/1:50, Vorabzug 07.02.2013, E-Mail vom 08.02.2013
- [U9] NABau: DIN 1054, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Dezember 2010
- [U10] NABau: DIN EN 1997-1/NA, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik-Teil 1 Allgemeine Regeln, Dezember 2010
- [U11] NABau: DIN EN 1997-1/NA, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik-Teil 1: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes, Oktober 2010
- [U12] NABau: DIN 4123, Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude, Mai 2011
- [U13] NABau: DIN 4124, Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, Januar 2012
- [U14] NABau: DIN EN ISO 14.688-1, Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden, Teil 1, Januar 2003
- [U15] NABau: DIN 18.195, Bauwerksabdichtungen, Teil 4, Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung, Dezember 2011
- [U16] NABau: DIN 18.196, Erd- und Grundbau, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Juni 2006
- [U17] NABau: DIN EN ISO 22.475-1, Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen, Teil 1, Januar 2007
- [U18] NABau: DIN EN ISO 22.476-2, Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Felduntersuchungen, Teil 2: Rammsondierungen, April 2005
- [U19] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: ZTVE-StB 09, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2009
- [U20] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: ZTV SoB-StB 04, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2007
- [U21] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: ZTV T-StB 95, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau, Ausgabe 1995, Fassung 2002
- [U22] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau, Ausgabe 2003
- [U23] Grundbautaschenbuch, Band 1-3, Ernst & Sohn, siebte Auflage 2008 und fünfte Auflage 1996/1998



- [U24] Landschaftsverband Rheinland (LVR): Rheinischer Städteatlas, Ratingen, Lieferung XVII Nr. 89, 2008
[U25] Preußische Geologische Landesanstalt: Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Nr.: 2917, Mettmann einschließlich Erläuterungen, Maßstab 1:25.000, Berlin 1932

3.0 Baugrund

3.1 Aufgabenstellung

Für die Umgestaltung des „Düsseldorfer Platzes“ sind die Baugrundverhältnisse sowohl im Bereich des Neubaus der Gleistrasse, des Kunden-/Touristencenters und der Überdachung zu erkunden und Gründungskonzepte für die einzelnen Bauteile zu erarbeiten.

Darüber hinaus ist der Untergrund im Bereich der rückzubauenden Gleiskörper aus abfalltechnischer Sicht zu untersuchen.

Die abfalltechnische Bearbeitung umfasst auch die Neubaumaßnahmen, sofern Aushubmaterial, das entsorgt werden muss, anfällt.

Bei der Erarbeitung der Gründungskonzepte sind die aufgrund der innerstädtischen Lage ggf. entstehenden Einflüsse auf randliche Bebauungen zu berücksichtigen.

3.2 Umfang der Felduntersuchungen

Im Bereich der Baumaßnahme wurden im Zeitraum vom 19.12.2012 bis zum 09.01.2013 insgesamt 19 Kleinrammbohrungen (KRB 1-6, 8-20) gemäß DIN EN ISO 22.475-1, Tabelle 2, Zeile 9, mit rambaren Entnahmerohren der Durchmesser 60/40 mm (KRB 1-19) bis in Tiefen von 1,5 m bis 4,6 m abgeteuft.

Zusätzlich wurden zur Bestimmung der Lagerungsdichte/Konsistenz der Bodenarten an den Aufschlusspunkten 1, 2, 4, 5, 8-11, 13-16, 18 und 20 insgesamt 14 Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (Fallgewicht 30 kg; Fallhöhe 50 cm; Sondierspitze 15 cm²) DPM (= Dynamic Probing Medium) nach DIN EN ISO 22.476-2 bis in Tiefen von 1,0 m bis 5,0 m durchgeführt.

Im Einzelnen wurden im Bereich der einzelnen Baumaßnahmen folgende Aufschlüsse durchgeführt:



Tabelle 1: Aufschlüsse im Bereich der Baumaßnahmen

Baumaßnahme	Aufschlüsse ¹
rückzubauende Bestands- gleise	KRB 1, KRB 6, KRB/DPM 8, KRB 12, KRB 17, KRB 19, KRB/DPM 20
Neugleistrasse	KRB/DPM 1, KRB/DPM 2, KRB/DPM 4, KRB/DPM 5, KRB 6, KRB/DPM 16, KRB/DPM 18, KRB/DPM 20
Überdachung	KRB/DPM 3, KRB/DPM 8 - KRB/DPM 11, KRB/DPM 13, KRB/DPM 14
Kunden-/Touristencenter	KRB/DPM 15

¹ Die KRB 7 konnte aufgrund unklarer Leitungsführung der Ver- und Entsorgungsleitungen nicht durchgeführt werden.

Teilweise überschneiden sich die einzelnen Baumaßnahmen wie z.B. Bestands-/ Neugleistrasse, so dass einzelne Aufschlüsse nachfolgend für mehrere Fragestellungen herangezogen werden.

Die Aufschlusspunkte sind im Lageplan der **Anlage 1** in Bezug zum Bestand und der Planung eingetragen.

Die Aufschlussergebnisse sind in fünf Profilschnitten (A-A bis E-E) entlang der vorhandenen bzw. der geplanten Gleistrassen sowie im Bereich der Lastabtragungspunkte der Dachkonstruktion in der **Anlage 2** dargestellt.

Während der Kleinrammbohrungen wurden insgesamt 93 gestörte Bodenproben und 7 Bohrkerne aus der Asphalt- bzw. der Betonsteinpflasterschicht entnommen. Die Proben wurden bodenmechanisch beurteilt und archiviert.

Zur abfalltechnischen Beurteilung der in den Aushub fallenden Boden- und Auffüllungsmaterialien wurden entsprechende Bodenproben ausgewählt und chemisch untersucht (siehe hierzu Kap. 6.0ff).

Sofern keine andere Vereinbarung getroffen wird, werden die Bodenproben sechs Monate als Rückstellproben im Probenlager eingelagert und im Anschluss fachgerecht entsorgt.

Sämtliche Aufschlusspunkte wurden höhenmäßig auf einen Kanaldeckel im Bereich des derzeitigen Bushalteplatzes (HFP = 50,32 m ü.NN) eingemessen. Die absolute Höhe wurde aus [U2] entnommen.

3.3 Bodenaufbau und bodenmechanische Beschreibung der Schichten

Geologisch gesehen [U25] wird das Untersuchungs Gelände abgesehen von künstlichen Veränderungen wie Abgrabungen und Auffüllungen, die aufgrund der intensiven Vornutzung der Fläche in jedem Fall gegeben sind, durch gleichmäßig mittelkörnige Sande (Decksande) über sandigen Kiesen (Mittelterrasse) bestimmt. Der Düsseldorfer Platz wurde ursprünglich durch den zwischenzeitlich im Innenstadtbereich verrohrten und umgelegten Sandbach gequert. Daher finden sich im Bereich des ehemaligen Bachbettes Ablagerungen in Form von humosen, sandig-schluffigen Sedimenten. Aufgrund der Verfüllung des Bachgerinnes sind daher auch Auffüllungen in diesem Bereich zu erwarten. Am südlichen Rand des Betrachtungsgebietes können auch tertiäre, zum Teil entkalkte Tone anstehen.

Im nachfolgenden Kartenausschnitt [U24], der einer topographischen Karte Ratingens aus dem Jahr 1843/1844 entnommen wurde, ist der ursprüngliche Verlauf des Sandbaches zu erkennen. Zur Verdeutlichung ist die Lage der Baumaßnahme einprojiziert.



Bild 2: Ausschnitt aus einer topographischen Karte von 1843/44 (aus [U24])

Die geologische Abfolge ist im nachfolgenden Ausschnitt aus der geologischen Karte dargestellt. Das ehemalige Bachbett des Sandbaches ist als hellblaues in West-Ost-Richtung verlaufendes Band erkennbar.



Bild 3: Ausschnitt aus der geologischen Karte (aus [U25])

Nach den Aufschlussergebnissen, die einen stichprobenartigen Charakter besitzen, ist ab Geländeoberkante mit folgendem Bodenaufbau zu rechnen:

Mutterboden

Aufgrund der innerstädtischen Lage der Baumaßnahme ist mit Mutterboden im eigentlichen Sinne nicht zu rechnen. Lediglich innerhalb der KRB 15, die im Bereich einer kleinen Pflanzfläche im Bereich des geplanten Kunden-/Touristencentercenters ausgeführt wurde, ist eine 40 cm starke aufgefüllte Oberbodenschicht bestehend aus feinsandigen, schwach organischen, vereinzelt kiesigen Schluffen erbohrt worden. Aufgrund der geringen Fläche bezogen auf die Gesamtmaßnahme ist dieser Bereich ohne Relevanz.

Oberflächenbefestigungen

In den übrigen Aufschlüssen sind durchweg Oberflächenbefestigungen angetroffen worden. Diese bestehen im Bereich der Düsseldorfer Straße (KRB 1, 2, 4-6) aus einer 13 cm bis 24 cm starken Asphaltdecke. Darunter folgen im heutigen Straßenkörper außerhalb der



Gleistrasse in der KRB 2 und 3 sandige, kiesige Schotter bis in Tiefen von 0,3 m bzw. 0,9 m. Innerhalb der KRB 4 und 5 wurden unterhalb der Asphaltschicht bis in eine Tiefe von 0,32 m / 0,35 m Schlacken erbohrt.

Im Bereich der heutigen Gleistrasse KRB 1 und 6 folgen unterhalb der Asphaltschicht bis in Tiefen von 0,6 m/1,1 m sandige, schwach kiesige Natursteinschotter. Bereichsweise (KRB 6) befindet sich unterhalb der Asphaltschicht eine etwa 14 cm starke Betonschicht.

Die Oberflächenbefestigung im Bereich des heutigen Straßenbahn- und Bushaltespunktes (Düsseldorfer Platz) besteht im Bereich des Schnittes B-B (KRB 8, 12, 17 und 19) entlang des nördlichen Randes des Düsseldorfer Platzes aus Pflastersteinen bestehend aus Schlacke mit einer Stärke von 13 cm. In den übrigen Bereichen des Düsseldorfer Platzes (KRB 3, 9-11, 13, 14, 16 und 20) besteht die Oberflächenbefestigung aus 8 cm/10 cm starkem Betonverbundsteinpflaster.

Unterhalb der Betonverbundsteinpflaster folgen sandige, kiesige Schotter und Schlacken bis in Tiefen von 0,2 m/0,3 m. Im Bereich der KRB 20 reicht die Schotterauffüllung bis 0,6 m.

Gleistrasse

Die innerhalb der Bestandsgleistrasse ausgeführten Aufschlüsse führten nur im Bereich der KRB 3a, 8a und 20 zum Aufschluss von Holzschwellen und Gleisschotter. Diese stammen vermutlich aus einem ehemaligen Gleiskörper mit Gleisschotter und Schwellen, der im Zuge einer in der Vergangenheit durchgeführten Veränderung der Platzoberfläche im Untergrund belassen und überbaut wurde.

Auffüllungen

Unterhalb des eigentlichen Straßen-/Platzoberbaus folgen in der Düsseldorfer Straße (KRB 2, 4 und 5) Auffüllungen bis in Tiefen von 1,2 m/2,0 m. In der KRB 5 konnten die Aufschlussarbeiten (KRB und DPM) aufgrund eines Hindernisses in einer Tiefe von ca. 0,9 m nicht tiefer ausgeführt werden. Inwieweit hier noch alte Fundamente, bauliche Anlagen oder ehemalige Einbauten früherer Gleisanlagen vorhanden sind, kann mit Hilfe der Aufschlussarbeiten nicht festgestellt werden.



Die Auffüllungen setzen sich in diesem Bereich aus umgelagerten, schwach schluffigen, schwach kiesigen Sanden mit Schotter, Schlacke, Ziegel und Mörtel zusammen.

Im Bereich des Düsseldorfer Platzes sind Auffüllungsmächtigkeiten zwischen 0,7 m (KRB 13) und 2,2 m (KRB 3, 8, 14) festgestellt worden.

Die Auffüllungen setzen sich aus umgelagerten Sanden und Kiesen mit Fremdanteilen aus Ziegel, Schotter und Beton zusammen.

Im Bereich des alten, verfüllten Bachbettes des Sandbaches (KRB 8, 10-12, 15, 17 und 18) setzen sich die Auffüllungen aus stark schluffigen, organischen bis stark organischen Sanden und Feinsanden (Bachablagerungen) mit vereinzelt geringen Fremdanteilen aus Ziegel Mörtel, Beton und Steinzeug zusammen. Die Bachablagerungen wurden in Tiefen zwischen etwa 0,9 m/1,1 m und 1,4 m/3,2 m angetroffen.

Anmerkung: In Teilbereichen wurden die Bachablagerungen aufgrund fehlender Fremdbeimengungen als gewachsener Boden angesprochen. Eine exakte Trennung zwischen dem mit Sedimenten natürlich verfüllten Bachbett und der späteren Auffüllung der Bachbettssole mit natürlich anstehendem Bodenmaterialien ist anhand der gewonnenen Bodenproben zum Teil nicht eindeutig. Für die weitere geotechnische Betrachtung ist diese Trennung allerdings nicht entscheidend. Wesentlich in der Beurteilung der Bachablagerungen als Baugrund ist deren organischer Anteil.

Die Lagerungsdichte der Auffüllungen schwankt deutlich. Innerhalb der oberflächennahen Straßen- und Platzoberbauten bzw. dem Gleisschotter wurden Rammwiderstände von $N_{10} = 15$ bis ≥ 30 ermittelt. Diese entsprechen einer etwa mitteldichten Lagerung.

Die unterhalb des Oberbaus/Gleisschotters angetroffenen Auffüllungen besitzen mit Rammwiderständen von $N_{10} = 4-10$ eine lockere bis mitteldichte Lagerung.

Innerhalb des ehemaligen Bachbettes liegen die Rammwiderstände niedriger bei $N_{10} = 3-5$, was einer überwiegend lockeren Lagerung entspricht. Entscheidend für die Beurteilung des Tragverhaltens der Bachsedimente ist neben der vorgenannten Lagerungsdichte der organische Anteil. Zersetzungs- und Verrottungseffekte innerhalb der Bachsedimente können lastunabhängige Setzungen zur Folge haben.



Decksande/ schluffige, stark organische Feinsande (Bachablagerungen)

Unterhalb der Auffüllungen folgen mit Ausnahme der KRB 2, 5 und 6 in sämtlichen Aufschlüssen ab Tiefen von 0,6 m/2,2 m Decksande in Form von schlufffreien bis schluffigen Fein- und Mittelsanden.

Im Bereich der KRB 8, 8a, 10-12, 15, 17 und 18 sind in Tiefen von 1,1 m bis maximal 3,2 m Bachsedimente in Form von schluffigen bis stark schluffigen, organischen bis stark organischen Feinsanden eingeschaltet. Vereinzelt können auch grobkörnige Bachablagerungen in Form von Kiesen eingemengt sein.

Da die Bohraufschlüsse nur bis in Tiefen von maximal 4,0 m durchgeführt wurden, wird die Basis der Decksande nur in den Aufschlüssen der KRB 1 ab 1,1 m, entsprechend der Höhenkote 47,3 m ü.NHN, in der KRB 3/3a ab 3,1 m, entsprechend der Höhenkote 46,3 m ü.NHN, und in der KRB 15 ab 3,2 m, entsprechend der Höhenkote 47,5 m ü.NHN, erreicht.

Die Fein- und Mittelsande besitzen mit Rammwiderständen von $N_{10} = 5-9$ eine mitteldichte Lagerung. Innerhalb der DPM 9, 10, 11, 13, 14 und 20 wurden trotz des Grundwassereinflusses hohe Rammwiderstände von $N_{10} = 10-20$ ermittelt, die eine dichte Lagerung der Fein- und Mittelsande aufzeigen.

Die Bachsedimente besitzen mit Rammwiderständen von $N_{10} = 3-5$ eine lockere Lagerung. Sie eignen sich aufgrund ihrer Setzungs- und Schrumpfungsgefahr (siehe oben) nicht zum Abtrag der Dachlasten. Darüber hinaus sind sie äußerst bewegungsempfindlich und neigen bei dynamischen Einflüssen (Befahren, Verdichten) zum Aufweichen.

Sande und Kiese (Mittelterrasse)

Unterhalb der Decksande wurden nur in der KRB 1 ab 1,1 m Tiefe und der KRB 3/3a ab 3,1 m Tiefe bis zur jeweiligen Bohrendteufe (2,0 m/4,0 m) sandige Kiese bzw. Sande der Mittelterrasse erbohrt.

Die Lagerungsdichte der Sande und Kiese der Mittelterrasse wird durch die Rammsondierungen DPM 1 und DPM 3 beschrieben. Demnach besitzen die Sande/Kiese mit Rammwiderständen von $N_{10} = 15$ über Grundwasser (DPM 1) und $N_{10} = 9-10$ unter Grundwasser (DPM 3) eine mitteldichte Lagerung.



Tertiärtone/Tonstein

Tertiärtone wurden nur in der KRB 6 und KRB 15 ab Tiefen von 1,1 m, entsprechend der Höhenkote 50,7 m ü.NHN, und ab 3,2 m, entsprechend der Höhenkote 47,5 m ü.NHN, erbohrt. Bei den schluffigen Tönen bzw. stark tonigen Schluffen handelt es sich um setzungsempfindliche, ausgeprägt plastische Böden.

In der bis 4,6 m Tiefe reichenden KRB 15 werden sie ab 4,2 m Tiefe durch verwitterten Tonstein unterlagert.

Die Lagerungsdichte der Tone wird durch die DPM 15 beschrieben. Mit Rammwiderständen von $N_{10} = 3-4$ besitzen die Tone im ungestörten Zustand eine steife Konsistenz. Der unterlagernde Tonstein wird durch die abrupte Zunahme der Rammwiderstände auf $N_{10} = 40-66$ angezeigt. Die Rammwiderstände zeigen an, dass der aufgeschlossene Tonstein bereits eine Festgesteinsstruktur besitzt und als nahezu inkompressibel anzusehen ist.

3.4 Wasserverhältnisse

Während der Bohrarbeiten Ende Dezember 2012/Anfang Januar 2013 wurde in den tiefer reichenden Bohraufschlüssen der KRB 3/3a, 8/8a, 9-11 und 14-16 Wasser in Tiefen von 1,7 m/3,1 m, entsprechend den Höhenkoten 46,5/48,6 m ü.NHN, angetroffen.

Bei dem angetroffenen Wasserspiegel handelt es sich um ein oberes Grundwasserstockwerk auf dem als Stauer fungierenden Untergrund in Form von Tönen und Tonstein. Da der Wasserstand wesentlich von anfallenden Niederschlägen gespeist wird, sind auch jahreszeitliche und witterungsbedingte Schwankungen zu erwarten.

Daher ist auf der sicheren Seite liegend ein Anstieg des Wassers um einen Betrag von $\Delta h = 0,5$ m bei den weiteren Betrachtungen vorzusehen.

Da die Baumaßnahme mit Ausnahme der Dachgründungen nicht in den tieferen Untergrund einbindet, sind die hier beschriebenen Wasserverhältnisse auch nur für die Fundamentarbeiten zu beachten.



4.0 Angaben für die Statik

4.1 Bodenkenngrößen und Bodengruppen

Die Bodenkenngrößen beruhen auf den Ergebnissen der Felduntersuchungen und auf Erfahrungen. Bei den in der folgenden Tabelle 2 angegebenen Bodenkenngrößen handelt es sich um charakteristische Werte (Index k) gemäß DIN 1054:2012-12 und somit um Schätzwerte für den Mittelwert der in situ streuenden Parameter:

Tabelle 2: Bodenkenngrößen/Bodengruppen

Bodenart	Auffüllungen ¹ (z.Teil schluffige, schwach kiesige Sanden mit Schotter, Schlacke, Ziegel und Mörtel)	Schlufffreie bis schluffige Fein-u. Mittelsande/ schluffige bis stark schluffige, organische bis stark organische Feinsande	Sandige Kiese/kiesige Sande	Tone	Tonstein, verwittert
Bodengruppe nach DIN 18.196	A, [SU], [SU*], [SW]	SE-SW, SU-SU*/ OH	SW, GW, SI, GI	TA	-**
Feuchtwichte γ [kN/m ³]	18-19	18-19/14-17 ⁴	19-20	20	23
Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	10-11	9-10/5-8 ⁴	12	10	13
Reibungswinkel ϕ_k' [°]	30-33 ²	33/27,5-30 ⁴	33-35	20	- ⁷
Kohäsion c_k' [kN/m ²]	- ²	0-5/5 ⁴	0	15	- ⁷
Steifemodul bei Erstbelastung $E_{s,k}$ [MN/m ²]	- ³	30-35/2-8 ^{4 5 6}	40-70 ⁶	10-14	>100

* Starke Beimengung

** Festgestein wird nicht nach der Bodengruppe gemäß DIN 18.196 klassifiziert.

¹ Die angegebenen Bodenkenngrößen beziehen sich nicht auf die Oberflächenbefestigungen, sowie die Bestandsgleisanlagen

² Ersatzreibungswinkel unter Berücksichtigung von Kohäsionsanteilen. Der untere Wert gilt für bindige, der obere Wert für körnige Auffüllungen.

³ Wird innerhalb der Auffüllungen nicht angegeben.

⁴ Der rechte Bereich gilt für die Bachablagerungen.

⁵ Je nach organischen Gehalt.

⁶ Gemäß Tabelle 1, Kap. 1.5 aus [U21]

⁷ Je nach Kluffneigung und Klufffüllung

4.2 Gründungsangaben/ Bodenpressungen

Überdachung

Im Rahmen der Gesamtbaumaßnahme ist ein Gründungskonzept für die geplante Überdachung zu erarbeiten. Nach Angabe des Tragwerksplaners (siehe hierzu [U8]) ist es beab-



sichtigt, die Dachkonstruktion über insgesamt 12 Einzelfundamente mit Abmessungen von 3,5 m • 3,5 m bzw. 5,2 m • 5,2 m zu gründen. Die Fundamenthöhen betragen in beiden Fällen 2,0 m. Zur Herstellung des Oberbaus beginnen die Einzelfundamente erst in einer Tiefe von 1,0 m unter späterer Geländeoberkante. Demzufolge liegen die Gründungssohlen etwa in einer Tiefe von 3,0 m unter Geländeoberkante.

Betrachtet man die Aufschlussergebnisse im Bereich der späteren Einzelfundamente, so liegen die Unterkanten der Bachbettsedimente in folgenden Tiefen:

Tabelle 3: Gründungssohlen der Einzelfundamente und Unterkanten der Bachbettsedimente

Einzelfundament	Planmäßige Gründungsebene [ca. m unter GOK]	Unterkante Bachsedimente [ca. m unter GOK an den nächstgelegenen Aufschlusspunkten]
A1/-1	3,0 m	- ¹
B1/-1		≥ 4,0 m
A1/0		- ¹
B1/0		- ¹
A1/1		1,4 m
B1/1		≥ 4,0 m
A1/2		
B1/2		
A1/3		- ¹
B1/3		2,1 m
A1/4		- ¹
B1/4		2,1 m

¹ Innerhalb des nächstgelegenen Aufschlusses wurden keine Bachsedimente angetroffen.
Anmerkung: Die Angaben in der Tabelle 2 dienen ohne eine vorliegende Ausführungsplanung und aufgrund fehlender Höhenangaben derzeit nur als erste Orientierung. Sie sind im Zuge der weiteren Planungen zu verfeinern.

Aufgrund der in Tabelle 2 vorgenommenen Gegenüberstellung wird deutlich, dass die Einzelfundamente konstruktionsbedingt mit zwei Ausnahmen unterhalb der Bachsedimente gegründet werden. In den beiden übrigen Fundamenten (B1/-1 und B1/1) sind die Einzelfundamente mindestens 1 m tiefer zu gründen.

Projiziert man diese Angaben an die Profildarstellungen der Anlagen 2.1 und 2.2 wird deutlich, dass die Fundamente innerhalb der mindestens mitteldicht gelagerten Fein- und Mittelsande gegründet werden. Diese sind gut tragfähig und eignen sich zur Aufnahme der zu erwartenden Dachlasten.



Die geplante Dachkonstruktion ist der Geotechnischen Kategorie **GK 2** zuzuordnen. Damit sind die Bedingungen für den einfachen Fall gemäß DIN 1054:2010-12 A.6.10.1 A(1) zur Bemessung und zum Entwurf aufgrund anerkannter Tabellenwerte nicht erfüllt.

Gemäß EC 7 sind durch Nachweise der Standsicherheit (Grundbruchberechnung gemäß DIN 4017:2006-03 für den Grenzzustand Geo-2) und der Gebrauchstauglichkeit (Setzungsberechnung für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit SLS gemäß DIN 4019:2011-08) die zulässigen Sohldrücke in Abhängigkeit von den Einwirkungskombinationen (Design-Werte) zu berechnen. Die Setzungen sollten eine Größenordnung von $s \approx 1\text{--}2\text{ cm}$ bei Setzungsdifferenzen von $\Delta s \leq 1,0\text{ cm}$ einhalten.

Unter Beachtung der oben stehenden Angaben können zur ersten Abschätzung der Bemessung einer Flachgründung über Einzelfundamente in Abhängigkeit von der kleineren Fundamentbreite b bei einer Einbindung von $t \geq 0,8\text{ m}$ folgende Bemessungswerte der zulässigen **Sohldrücke** angesetzt werden:

Tabelle 4: Bemessungswerte der zulässigen Sohldrücke (Design-Werte)

Fundamentbreite b [m]	0,5	1,0	$\geq 1,5$
Sohldruck $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	300	490	560

Zwischenwerte können geradlinig eingeschaltet werden.

Bei der Gegenüberstellung der Bemessungswerte der Einwirkungen und der Bemessungswerte der zulässigen Sohldrücke sind die dazugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte in Abhängigkeit von den Bemessungssituationen zu berücksichtigen.

Zur Ermittlung des charakteristischen Sohldrucks bei ausmittiger Lage der resultierenden Beanspruchungen in der Fundamentsohlfläche darf nur derjenige Teil A' der Sohlfläche angesetzt werden, für den die Resultierende der Einwirkungen im Schwerpunkt steht (Ersatzfläche gemäß DIN 1054:2010-12, A.6.10.1 A(3)).

Die Setzungen werden überwiegend als Anliege- und Sofortsetzungen eintreten.



Kunden – und Touristencenter

Derzeit liegen noch keine konkreten Planungen zum Kunden- und Touristencenter vor. Daher sind die nachfolgenden Angaben für diesen Bereich der Baumaßnahme lediglich orientierender Art. Es wird zunächst davon ausgegangen, dass das nichtunterkellert geplante Gebäude über Streifenfundamente in frostfreier Tiefe, d.h. etwa 1,0 m unter der späteren Geländeoberkante gegründet wird.

Projiziert man diese Angabe an das Profil der in diesem Bereich durchgeführten KRB 15, ist zu erkennen, dass die Fundamente innerhalb der umgelagerten, teils organischen Auffüllungen liegen werden. Diese sind gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen als locker bis mitteldicht gelagert zu bewerten. Unterhalb der Auffüllungen wurden in Tiefen von 2,0 m bis 3,2 m stark organische Bachablagerungen erbohrt.

Die vorbeschriebene Bodenabfolge besitzt aufgrund der organischen Anteile keine ausreichende Tragfähigkeit. Daher sind Zusatzmaßnahmen erforderlich.

Im Rahmen der weiteren Planungsschritte ist anhand weitergehender Bohrungen zunächst zu klären, ob die Bachablagerungen flächendeckend vorhanden sind und in welchen Tiefen sie unter dem Gebäude anstehen. Erst dann kann festgelegt werden, ob ein lokaler Bodenaustausch, eine punktuelle Tiefgründung oder weitergehende Maßnahmen erforderlich sind.

Gleisanlagen

Für die Gleisbereiche/Bahnsteige sind aufgrund der flächenhaften Lastaufbringung und der im Gegensatz zu den o.g. beiden Baukörpern vergleichsweise geringen Belastungen nicht die vorbeschriebenen Zusatzmaßnahmen erforderlich. Hier ist der Regeloberbau vorzusehen. Im Bereich des Einflusses der organischen bis stark organischen Bachsedimente ist der Gleisoberbau einer durch Geogitter verstärkten Tragschicht aufzulegen.



5.0 Angaben für die Bauausführung

5.1 Bodenklassen nach DIN 18.300

Bodenart	Bodenklasse	Lösbarkeit
Oberboden (feinsandige, humose vereinzelt kiesige Schluffe mit Fremddanteilen)	1	Oberboden
Auffüllungen ¹ (z.T. schluffige, schwach kiesige Sanden mit Schotter, Schlacke, Ziegel und Mörtel)	3-5 ¹	Leicht bis schwer lösbar
Schlufffreie bis schluffige Fein-u. Mittelsande/ schluffige bis stark schluffige, organische bis stark organische Feinsande	3-4 ^{1 2}	Leicht bis mittelschwer lösbar
Sandige Kiese/kiesige Sande	3	Leicht lösbar
Tone	5	Schwer lösbarer Boden
Tonstein	7	Schwer lösbarer Fels

¹ Sofern der Feinkornanteil $d \leq 0,063$ mm weniger als 15 Gew.-% beträgt, liegt die Bodenklasse 3 vor. Bei Feinkornanteilen über 15 Gew.-% ist der Boden der Bodenklasse 4 zuzuordnen. Weisen die Böden der Bodenklasse 3 und 4 mehr als 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu $0,01 \text{ m}^3$ Rauminhalt oder bis zu 30 Gew.-% Steine von $0,01 \text{ m}^3$ bis $0,1 \text{ m}^3$ Rauminhalt auf, so ist die Bodenklasse 5 maßgeblich.

² Unter Einfluss von Wasser und gleichzeitigen dynamischen Beanspruchungen können die feinsandigen Schluffe und schluffigen Feinsande aufweichen und sind dann der Bodenklasse 2 zuzuordnen.

Es wird empfohlen, in der Ausschreibung die Bodenklassen 3 - 5 in einer Position zusammenzufassen. Darüber hinaus sollte eine gesonderte Position zum Lösen Oberflächenbefestigungen, der alten Gleisanlagen wie Schwellen, Schotter, Beton etc. in das Leistungsverzeichnis mit aufgenommen werden.

5.2 Erdarbeiten/Herstellung der Gründungssohlen und des Planums der Bodenplatten

Erdarbeiten/Herstellung der Gründungssohlen

Die Erdarbeiten beschränken sich im Wesentlichen auf die Aufnahme der vorhandenen Oberflächenbefestigungen, den Rückbau der Bestandsgleisanlagen sowie den Rückbau der aktuellen Gleise. Darüber hinaus werden Erdarbeiten zur Herstellung der 12 Einzelfundamente der Dachkonstruktion und der Streifenfundamente für das Kunden-/ Touristencenter anfallen.

Die Oberflächenbefestigungen sowie die Gleiseinbauten lassen sich nicht mit konventionellen Greifwerkzeugen lösen. Hierfür sind entsprechende Meißel etc. erforderlich. Die eigentlichen Erdarbeiten können mit einem Greifwerkzeug nach Wahl des Unternehmers ausgeführt werden.



Bewegungsempfindliche Böden treten vor allem im Bereich der bindigen Auffüllungen, der Bachsedimente sowie der Tone auf. Hier sollte ein glattschneidiges Greifwerkzeug verwendet werden. Da eine Nachverdichtung derartiger Böden nicht möglich ist, sind die Schachtungs-/Gründungssohlen möglichst störungsfrei abzuziehen.

Die Erdarbeiten der Einzelfundamente der Dachkonstruktion sind in Verbindung mit den Angaben des nachfolgenden Kap. 5.3 „Wasserhaltung“ zu planen.

Dies gilt insbesondere, da die Fundamentgeometrie planmäßig Einschachtungstiefen von etwa 3,0 m vorsieht. Darüber hinaus sind die Fundamente mindestens bis unter die Bachsedimente zu führen. Aufgrund der Wasserverhältnisse ist in diesen Bereichen mit besonderer Sorgfalt zu arbeiten, um unnötige Aufweichungen zu vermeiden.

Weitergehende Empfehlungen für die Baumaßnahmen lassen sich erst auf der Grundlage eines fortgeschrittenen Planungsstandes vorstellen.

5.3 Wasserhaltung

Nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen liegt der aktuelle Grundwasserstand in Höhe der Koten 47,8/49,1 m ü.NHN. Für die nicht unterkellert geplanten Baumaßnahmen sind keine besonderen Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Eine Ausnahme stellen die Fundamentarbeiten für die Dachgründung dar. Hierbei handelt es sich um Einzelfundamente, die gemäß den Angaben des Kap. 4.2 bis unter die Bachsedimente auszuführen sind. Die Fundamente sind im Schutze lokaler Grundwasserabsenkungen herzustellen.

Die angetroffenen sandigen Kiese/Sande besitzen hohe Durchlässigkeitsbeiwerte, die erfahrungsgemäß in einer Größenordnung von etwa $k \approx x \cdot 10^{-3}$ bis $x \cdot 10^{-4}$ [m/s] liegen.

Alternativ können die Fundamente auch im Schutze von wasserdichten Spundkästen hergestellt werden, die bis in wasserstauende Horizonte zuzüglich des erforderlichen Maßes für die ausreichende Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch eingebracht werden.

Hierfür ist im Vorfeld weiterer Planungen durch tiefer reichende Aufschlüsse zu prüfen, ob der Stauer, der nach der geologischen Karte und dem Aufschlussergebnis der KRB 15 zu erwarten ist, an den einzelnen Fundamentbereichen in wirtschaftlich erreichbarer Tiefe vorhanden ist.



5.4 Beurteilung der Beeinflussung der vorhandenen Bebauung

Mit Ausnahme der Fundamentarbeiten für die Dachgründung sind keine tiefer reichenden Einschachtungen geplant. Daher ist bei fachgerechter Ausführung der Erdarbeiten nicht mit einer Beeinflussung für die vorhandene Bebauung zu rechnen.

Sofern im Zuge des Rückbaus der Bestandsgleisanlagen Stemmarbeiten notwendig werden, können Einflüsse auf benachbarte Gebäude infolge Erschütterungsschwingungen nicht ausgeschlossen werden.

Werden zur Herstellung der Einzelfundamente Wasserhaltungsmaßnahmen durchgeführt, kann dies durch Veränderung des Bodeneigengewichtes und des Wasserentzuges innerhalb angrenzender organischer Schichten zu Setzungen führen.

Daher wird grundsätzlich empfohlen, vor Beginn der solcher Arbeiten in den angrenzenden Bereichen zur Vermeidung späterer, unberechtigter Ansprüche eine Beweisbegehung durchführen zu lassen.

5.5 Trockenhaltung des Neubaus

Die Neubauten werden nicht unterkellert ausgeführt. Daher ist es im Sinne der DIN 18.195, Teil 4, ausreichend, für die erdberührten Bauteile Trockenhaltungsmaßnahmen zur Unterbindung aufsteigender Feuchtigkeit zu ergreifen. Darüber hinaus sind die herzustellen Oberflächen so zu gestalten, dass durch Ausbildung entsprechender Gefälle kein Oberflächenwasser Gebäudeeingängen zufließen kann. Da die Bahnsteige gegenüber den umliegenden befestigten Flächen um 0,28 m erhöht werden, ist in diesen Bereichen nicht mit dem Anfall von Oberflächenwasser zu rechnen.

6.0 Abfallwirtschaftliche Untersuchungen

6.1 Chemische Untersuchungen und Ergebnisse

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollen die Entsorgungsmöglichkeiten der aufzunehmenden Materialien grundsätzlich abgeklärt werden. Eine Beurteilung der Untersuchungsergebnisse erfolgt in Anlehnung an die LAGA Richtlinie 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen /Abfällen“, (1997).



Je nach Zusammensetzung und Herkunft der Materialien wird in der LAGA Richtlinie 20 generell zwischen verschiedenen Materialien unterschieden. Im vorliegenden Fall erfolgte eine Einstufung der aufzunehmenden Materialien nach folgenden Gesichtspunkten:

Schwarzdecken: Untersuchung auf PAK n. EPA in Anlehnung an Kap. 1.3: Straßenaufbruch

Tragschichten: (Schotter, Schlacken und Beton): Untersuchung in Anlehnung an Kap. 1.4: Bauschutt (Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteter Bauschutt)

Auffüllungsmaterialien: Boden mit weniger als 10 Vol.% mineralischen Fremd Beimengungen: Untersuchung in Anlehnung an Kap. 1.2: Boden.

Nachfolgend werden einige Begriffe näher erläutert:

Straßenaufbruch wird in der LAGA Richtlinie 20 definiert als „Baustoffe aus Oberbauschichten und Bodenverfestigungen des Unterbaues, die beim Rückbau, Umbau und Ausbau sowie bei der Instandsetzung von Straßen, Wegen und sonstigen Verkehrsflächen anfallen“. Dem entsprechend fallen die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung vorgefundenen Materialien wie Asphalt und die Tragschichten aus Schlacke und Schotter unter die Kategorie „Straßenaufbruch“.

Weiterhin unterscheidet die LAGA-Richtlinie in Bezug auf die Zusammensetzung der Schwarzdecke zwischen Ausbauasphalt und pechhaltigem Straßenaufbruch. Letztgenannter zeichnet sich dadurch aus, dass er im Bindemittel Teer oder kohlestämmige Öle enthält.

Ausbauasphalt kann uneingeschränkt als Zugabematerial für Heißmischgut eingesetzt werden. Offen eingebaut werden darf er bis zu PAK-Gehalten ≤ 10 mg/kg.

Pechhaltiger Straßenaufbruch ist möglichst im Straßenbau zu verwerten. Hierzu sind technische Maßnahmen gemäß der LAGA-Richtlinie Nr. 20 einzuhalten (eine wirksame Bindung des Materials ist erforderlich). Werden jedoch PAK-Gehalte ≤ 100 mg/kg festgestellt, ist unter bestimmten Einschränkungen auch ein ungebundener Einbau möglich (Großbaumaßnahmen, Versiegelung).

Ungebundener Straßenaufbruch: Hierfür gelten je nach Zusammensetzung die Technischen Regeln für Boden, mineralische Reststoffe/Abfälle oder Recyclingbaustoffe. In der Praxis hat es sich herauskristallisiert, dass Tragschichten in Form von Schlacken und Schotter als „Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteter Bauschutt“ eingestuft werden.

Böden (bzw. Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteter Bauschutt) werden in Abhängigkeit von den Schadstoffgehalten festgelegten Einbauklassen zugeordnet. Die **Zuordnungswerte Z0 bis Z2** stellen die Obergrenze der jeweiligen Einbauklasse bei der Verwendung von Böden (bzw. Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteter Bauschutt) im Erd-, Straßen-, Landschafts-, und Deponiebau sowie bei der Verfüllung von Baugruben und Rekultivierungsmaßnahmen dar. Die Gehalte bis zu den **Z0- Werten** kennzeichnen naturnahe Verhältnisse ohne wesentliche anthropogene Beeinflussung. Die **Z1- Werte** stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Grundsätzlich gelten die **Z1.1- Werte**. In hydrogeologisch günstigen Gebieten (Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt) gelten die **Z1.2- Werte**. Schließlich stellen die **Z2- Werte** die Obergrenze für den Einbau von Böden (bzw. Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteter Bauschutt) mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Bei Überschreitung dieser Z2- Werte (**Z3- Werte bis Z5- Werte**) ist eine Deponierung des Materials vorgesehen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden in einem ersten Schritt Einzelproben aus Schwarzdecken (Asphalt), Tragschichten und Auffüllungen im Hinblick auf PAK n. EPA untersucht.



Tabelle 5: PAK-Gehalte n. EPA von Schwarzdecken, Tragschichten und Auffüllungsmaterialien (mg/kg)

Bezeichnung	Material	PAK n. EPA
BK 1	KRB 1: 0,0-0,19 m	Asphalt
BK 2	KRB 2: 0,0-0,13 m	Asphalt
BK 4	KRB 4: 0,0-0,20 m	Asphalt
BK 5	KRB 5: 0,0-0,17 m	Asphalt
BK 6	KRB 6: 0,0-0,24 m	Asphalt
BK 18	KRB 18: 0,0-0,17 m	Asphalt
GP 3/1	KRB 3: 0,08-0,20 m	Tragschicht: Schotter, sandig, kiesig, Teergeruch
GP 3/2	KRB 3: 0,20-0,50 m	Tragschicht: Beton, Teergeruch
GP 3a/1	KRB 3a: 0,08-0,40 m	Holz (Bahnschwelle), starker Teergeruch
GP 6/1	KRB 6: 0,38-1,10 m	Auffüllung: Schotter, Ziegel, sandig,
GP 20/1	KRB 20: 0,08-0,60 m	Tragschicht: Schotter, Sand, Holz, Teergeruch
GP 20/2	KRB 20: 0,60-1,60 m	Feinsand-Mittelsand
Z 0-Wert n. LAGA		1
Z 1.1-Wert n. LAGA		5
Z 1.2-Wert n. LAGA		15
Z 2-Wert n. LAGA		20 (75)*

* Wert in Klammern gilt für LAGA-Bauschutt/Gemische

In fünf von sechs Fällen konnten in den untersuchten Asphaltkernen keine PAK n. EPA nachgewiesen werden. In einem Fall (BK 18: 0-0,17 m) wurde ein unauffälliger Gehalt von 0,18 mg/kg PAK n. EPA analysiert. Demnach sind die vorhandenen Asphaltmaterialien als bituminös einzustufen.

In den schotterhaltigen Proben der KRB 3 und 6 konnten trotz geruchlicher Auffälligkeit bei KRB 3 nur unauffällige PAK-Gehalte nachgewiesen werden. In der schotterhaltigen Probe der KRB 20 wurde ein erhöhter Gehalt von 43,09 mg/kg PAK n. EPA analysiert. Dies ist offensichtlich auf das in der Probe enthaltene Holzmaterial zurückzuführen. Hierbei handelt es sich vermutlich um einen Teil einer getränkten Bahnschwelle. In der nächst folgenden Tiefe des gewachsenen Bodens konnten lediglich 0,06 mg/kg PAK n. EPA festgestellt werden, so dass hier keine bedeutsame Verlagerung in die Tiefe stattgefunden hat.

Bei der Probe KRB 3a: 0,15-0,4 m handelte es sich um eine Probe ausschließlich aus Holz einer Bahnschwelle, die einen starken Teergeruch aufwies. In der Probe wurden 8.628 mg/kg PAK n. EPA analysiert, was die Vermutung bestätigt, dass die Bahnschwellen mit Teerölen getränkt wurden.



Nach Vorliegen dieser ersten Untersuchungsergebnisse wurden aufgrund der Ähnlichkeit verschiedener Materialien bzw. ähnlicher Schadstoffgehalte einige Proben zu folgenden Mischproben zusammengefügt. In zwei Fällen wurden auch Einzelproben untersucht.

Tabelle 6: Zusammenstellung von Mischproben

Bezeichnung	Mischprobe aus	Zusammensetzung	Untersuchung Gesamtprobe
GP 20/1	KRB 20: 0,08-0,60m	Auffüllung: Schotter, Sand, Holz, Teerge-ruch	LAGA-Bauschutt/ Gemische
GP 6/1	KRB 6: 0,38-1,10 m	Auffüllung: Schotter, Ziegel, Sand	LAGA-Bauschutt/ Gemische
MP 1	KRB 17: 0,13-0,50 m KRB 19: 0,13-1,00 m	Auffüllung: Beton, Teerge-ruch	LAGA-Bauschutt/ Gemische
MP 2	KRB 9: 0,10-0,20 m KRB 10: 0,10-0,30 m KRB 11: 0,10-0,30 m	Auffüllung: Schotter, Schlacke, sandig	LAGA-Bauschutt/ Gemische
MP 3	KRB 13: 0,10-0,30 m KRB 14: 0,10-0,30 m KRB 16: 0,10-0,30 m KRB 18: 0,17-0,40 m	Auffüllung: Schotter, Schlacke, sandig, schwach kiesig	LAGA-Bauschutt/ Gemische
MP 4	KRB 1: 0,19-0,60 m KRB 2: 0,13-0,30 m	Auffüllung: (Natur-)Schotter, sandig, schwach kiesig	LAGA-Bauschutt/ Gemische
MP 5	KRB 4: 0,20-0,32 m KRB 5: 0,17-0,35 m	Schlacke	LAGA-Bauschutt/ Gemische
MP 6	KRB 9: 0,20-0,60 m KRB 10: 0,30-0,80 m KRB 11: 0,30-0,80 m	Auffüllung: Sand, kiesig, Ziegel	LAGA-Boden
MP 7	KRB 13: 0,30-0,70 m KRB 14: 0,30-0,80 m KRB 16: 0,30-0,80 m	Auffüllung: Kies, sandig, Tonstein	LAGA-Boden
MP 8	KRB 9: 0,60-1,30 m KRB 9: 1,30-1,70 m KRB 9: 1,70-2,20 m KRB 8: 0,50-0,90 m KRB 8: 0,90-1,00 m KRB 8: 1,00-1,60 m KRB 10: 0,80-1,10 m KRB 11: 0,80-1,20 m	Auffüllung: Tonstein, Schotter, sandig, organisch, Beton, stark schluffig, Ziegel, schwach kiesig	LAGA-Boden
MP 9	KRB 14: 0,80-1,20 m KRB 14: 1,20-2,10 m KRB 15: 0,40-1,20 m KRB 18: 0,40-1,20 m	Auffüllung: Sand, Tonstein, Ziegel, Mörtel, schluffig, schwach kiesig, Steinzeug, schwach organisch, Schotter, Kohle, Beton, Schlacke, Asche	LAGA-Boden
MP 10	KRB 8: 1,60-2,20 m KRB 12: 1,10-1,80 m KRB 15: 1,20-2,00 m KRB 15: 2,00-3,20 m KRB 18: 1,20-1,50 m KRB 11: 1,20-1,70 m KRB 13: 0,70-1,00 m KRB 10: 1,10-1,40 m	Auffüllung: Sand, stark schluffig, organisch, Ziegel, Torf, Schotter	LAGA-Boden, zzgl. TOC



Die Mischproben MP 1 bis MP 5 sowie die Einzelproben GP 6/1 und GP 20/1 wurden in Anlehnung an die LAGA Bauschutt/Gemische untersucht. Die Mischproben MP 6 bis MP 10 wurden aus den Tragschichten bzw. Auffüllungen zusammengestellt und in Anlehnung an die LAGA Boden untersucht, wobei die MP 10 aufgrund der organischen Anteile zusätzlich im Hinblick auf den Gehalt an organischer Substanz (TOC) untersucht wurde.

In den Tabellen 7 und 8 sind die Ergebnisse der Mischproben MP 1 bis MP 5 aus den Tragschichten den LAGA-Zuordnungswerten der LAGA-Bauschutt/Gemische gegenübergestellt.

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse von MP 1 bis MP 5 (Originalsubstanz; mg/kg) im Vergleich mit den Zuordnungswerten der LAGA 20: Recyclingbaustoffe/ nicht aufbereiteter Bauschutt

Parameter	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
EOX	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	3	5	10
KW-Index	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	100	300	500	1.000
PAK n. EPA	3,08	0,20	0,76	0,49	0,22	1	5	15	75
PCB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,1	0,5	1,0
Arsen*	8,3	< 1	< 1	3,1	1,4	20	30	50	-
Blei*	10	1,3	< 1	16	< 1	100	200	300	-
Cadmium*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,13	< 0,1	0,6	1	3	-
Chrom*	26	12	12	8,7	14	50	100	200	-
Kupfer*	32	2,9	2,6	14	1,6	40	100	200	-
Nickel*	31	2,9	1,6	36	1,4	40	100	200	-
Quecksilber*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3	1	3	-
Zink*	63	9,3	6,9	54	5,3	120	300	500	-

* Sollen Recyclingbaustoffe, z.B. Vorabsiebmaterial, und nicht aufbereiteter Bauschutt als Bodenmaterial für Rekultivierungszwecke und Geländeauffüllungen in der Einbauklasse 1 eingesetzt werden, ist die Untersuchung von Arsen und Schwermetallen erforderlich. Es gelten dann die Kriterien und Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und Z 1.2) der Technischen Regeln Boden. Die entsprechenden Zuordnungswerte sind in der Tabelle kursiv dargestellt.

Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse von MP 1 bis MP 5 (Eluat) im Vergleich mit den Zuordnungswerten der LAGA 20: Recyclingbaustoffe/ nicht aufbereiteter Bauschutt

Parameter	Dim.	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	-	10,9	9,7	10,9	10,0	9,9	7-12,5			
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	337	410	550	142	952	500	1.500	2.500	3.000
Chlorid	mg/l	1,4	16,7	16,9	2,8	5,2	10	20	40	150
Sulfat	mg/l	22,9	108	83,3	17,9	374	50	150	300	600
Phenolindex	mg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	10	50	100
Arsen	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	10	40	50
Blei	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	20	40	100	100
Cadmium	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	2	5	5
Chrom	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	15	30	75	100
Kupfer	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	50	50	150	200
Nickel	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	40	50	100	100
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	0,2	1	2
Zink	µg/l	< 10	< 10	< 10	21	< 10	100	100	50	100



Der maßgebliche Parameter zur Einstufung von MP 1 ist der PAK-Gehalt n. EPA von 3,08 mg/kg. Der Z 0-Wert von 1 mg/kg wird überschritten, sodass das Material in die Kategorie Z 1.1 gemäß LAGA-Bauschutt/Gemische einzustufen ist.

Die maßgeblichen Parameter zur Einstufung von MP 2 sind zum einen die Chlorid-Konzentration von 16,7 mg/l und zum anderen die Sulfat-Konzentration von 108 mg/l im Eluat. Die Z 0-Werte der LAGA-Bauschutt/Gemische von 10 mg/l Chlorid bzw. von 50 mg/l Sulfat werden überschritten, sodass das Material in die Kategorie Z 1.1 gemäß LAGA-Bauschutt/Gemische einzustufen ist.

Bei der MP 3 sind drei Parameter zur Einstufung maßgeblich. Die Chlorid-Konzentration von 16,9 mg/l, die Sulfat-Konzentration von 83,3 mg/l und die elektrische Leitfähigkeit mit 550 μ S/cm im Eluat überschreiten die Z 0-Werte der LAGA-Bauschutt/Gemische von 10 mg/l, 50 mg/l und 500 μ S/cm. Demnach ist das Material in die Kategorie Z 1.1 gemäß LAGA-Bauschutt/Gemische einzustufen.

Die untersuchten Parameter der LAGA-Liste sind bei der Mischprobe MP 4 unauffällig. Alle Z 0-Werte werden eingehalten.

Die maßgeblichen Parameter zur Einstufung von MP 5 ist die Sulfat-Konzentration von 374 mg/l im Eluat. Die Konzentration der elektrischen Leitfähigkeit von 952 μ S/cm ist erhöht. Der Z 1.2-Wert der LAGA-Bauschutt/Gemische von 300 mg/l für Sulfat wird überschritten, sodass das Material in die Kategorie Z 2 gemäß LAGA-Bauschutt/Gemische einzustufen ist.

In den nachfolgenden Tabellen 9 und 10 sind die Untersuchungsergebnisse der Einzelproben GP 6/1 und GP 20/1 den Zuordnungswerten der LAGA-Bauschutt/Gemische gegenüber gestellt.



Tabelle 9: Untersuchungsergebnisse von GP 6/1 und GP 20/1 (Originalsubstanz; mg/kg) im Vergleich mit den Zuordnungswerten der LAGA 20: Recyclingbaustoffe/ nicht aufbereiteter Bauschutt

Parameter	GP 6/1	GP 20/1	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
EOX	< 1	< 1	1	3	5	10
KW-Index	< 50	< 50	100	300	500	1.000
PAK n. EPA	0,39	43,09	1	5	15	75
PCB	0,00	0,00	0,02	0,1	0,5	1,0
Arsen*	1,4	2,8	20	30	50	-
Blei*	8,6	15	100	200	300	-
Cadmium*	< 0,1	< 0,1	0,6	1	3	-
Chrom*	39	9,4	50	100	200	-
Kupfer*	37	5,5	40	100	200	-
Nickel*	30	13	40	100	200	-
Quecksilber*	< 0,1	< 0,1	0,3	1	3	-
Zink*	73	54	120	300	500	-

* Sollen Recyclingbaustoffe, z.B. Vorabsiebmaterial, und nicht aufbereiteter Bauschutt als Bodenmaterial für Rekultivierungszwecke und Geländeauffüllungen in der Einbauklasse 1 eingesetzt werden, ist die Untersuchung von Arsen und Schwermetallen erforderlich. Es gelten dann die Kriterien und Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und Z 1.2) der Technischen Regeln Boden. Die entsprechenden Zuordnungswerte sind in der Tabelle kursiv dargestellt.

Tabelle 10: Untersuchungsergebnisse von GP 6/1 und GP 20/1 (Eluat) im Vergleich mit den Zuordnungswerten der LAGA 20: Recyclingbaustoffe/ nicht aufbereiteter Bauschutt

Parameter		GP 6/1	GP 20/1	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	-	9,0	10,3	7-12,5			
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	90	140	500	1.500	2.500	3.000
Chlorid	mg/l	2,9	1,1	10	20	40	150
Sulfat	mg/l	11,0	13,1	50	150	300	600
Phenolindex	mg/l	< 10	< 10	<10	10	50	100
Arsen	µg/l	< 10	< 10	10	10	40	50
Blei	µg/l	< 10	< 10	20	40	100	100
Cadmium	µg/l	< 1	< 1	2	2	5	5
Chrom	µg/l	< 10	< 10	15	30	75	100
Kupfer	µg/l	< 10	< 10	50	50	150	200
Nickel	µg/l	< 10	< 10	40	50	100	100
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	0,2	0,2	1	2
Zink	µg/l	21	< 10	100	100	50	100

Die untersuchten Parameter sind bei GP 6/1 unauffällig, so dass das Material in die Kategorie Z 0 gemäß LAGA-Bauschutt einzustufen ist. Das Material von GP 20/1 ist aufgrund eines erhöhten PAK-Gehaltes n. EPA von 43,09 mg/kg in die Kategorie Z 2 gemäß LAGA-Bauschutt/Gemische einzustufen.



In den Tabellen 11 und 12 sind die Ergebnisse der Mischproben MP 6 bis MP 10 aus den Auffüllungen/Böden unterhalb der Tragschichten den LAGA-Zuordnungswerten der LAGA-Boden gegenübergestellt.

Tabelle 11: Untersuchungsergebnisse von MP 6 bis MP 10 (Originalsubstanz) im Vergleich mit den Zuordnungswerten der LAGA-Boden

Parameter	Dim.	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
pH-Wert	-	8,0	8,2	8,8	8,9	7,2	5,5-8	5,5-8	5-9	-
Arsen	mg/kg	3,2	4,0	5,1	14,8	4,2	20	30	50	150
Blei	mg/kg	16,3	8,50	17,3	84,4	24,9	100	200	300	1000
Cadmium	mg/kg	< 0,1	< 0,1	0,16	0,37	0,18	0,6	1	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg	14,8	16,9	28,8	51,3	12,0	50	100	200	600
Kupfer	mg/kg	28,2	12,0	27,7	275	22,0	40	100	200	600
Nickel	mg/kg	15,3	21,7	31,7	32,9	11,7	40	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,17	< 0,1	0,3	1	3	10
Zink	mg/kg	39,1	38,9	82,1	408	60,1	120	300	500	1500
Thallium	mg/kg	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	0,5	1	3	10
Cyanid (ges.)	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	1	10	30	100
KW-Index	mg/kg	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	100	300	500	1.000
PAK nach EPA	mg/kg	0,06	0,00	1,67	12,83	0,57	1	5	15	20
BTEX	mg/kg	0	0	0	0	0	<1	1	3	5
EOX	mg/kg	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	3	10	15
LHKW	mg/kg	0	0	0	0	0	<1	1	3	5
PCB ₆	mg/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,1	0,5	1

Tabelle 12: Untersuchungsergebnisse von MP 6 bis MP 10 (Eluat) im Vergleich mit den Zuordnungswerten der LAGA-Boden

Parameter	Dim.	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	-	9,0	9,2	9,8	9,8	8,1	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	110	118	173	307	250	500	500	1000	1500
Chlorid	mg/l	10,7	5,8	14,4	21,1	11,1	10	10	20	30
Sulfat	mg/l	6,0	6,4	11,7	43,6	55,2	50	50	100	150
Cyanid (ges.)	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<10	10	50	100
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	10	50	100
Arsen	µg/l	3,4	6,8	6,2	18,6	3,1	10	10	40	60
Blei	µg/l	3,3	< 1	1,5	< 1	7,8	20	40	100	500
Cadmium	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	2	2	5	10
Chrom (ges.)	µg/l	4,8	< 1	2,7	1,9	4,4	15	30	75	150
Kupfer	µg/l	< 5	< 5	6,6	28,6	6,2	50	50	150	300
Nickel	µg/l	1,3	< 1	< 1	< 1	2,4	40	50	150	200
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	0,2	1	2
Thallium	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	1	3	5
Zink	µg/l	31,2	15,3	19,3	35,6	37,2	100	100	300	600



Der maßgebliche Parameter zur Einstufung von MP 6 ist die Chlorid-Konzentration von 10,7 mg/l im Eluat. Der Z 0- und Z 1.1-Wert der LAGA-Boden von 10 mg/l wird überschritten, so dass das Material in die Kategorie Z 1.2 gemäß LAGA-Boden einzustufen ist.

Die maßgeblichen Parameter zur Einstufung von MP 7 und MP 8 sind die pH-Werte im Originalsubstrat von 8,2 bzw. 8,8 und im Eluat von 9,2 bzw. 9,8. Der Z 0- und Z 1.1-Wert der LAGA-Boden von 8 im Originalsubstrat und von 9 im Eluat werden überschritten, so dass das Material in die Kategorie Z 1.2 gemäß LAGA-Boden einzustufen ist.

Bei der MP 9 sind die Parameter Kupfer mit 275 mg/kg im Originalsubstrat und Chlorid mit 21,1 mg/l im Eluat zur Einstufung maßgeblich. Die Kupfer-Konzentration von 200 mg/kg im Originalsubstrat und die Chlorid-Konzentration von 20 mg/l im Eluat der Z 1.2- Werte der LAGA-Boden werden überschritten. Demnach ist das Material in die Kategorie Z 2 gemäß LAGA-Boden einzustufen.

Die maßgeblichen Parameter zur Einstufung von MP 10 sind die Chlorid-Konzentration von 11,1 mg/l und die Sulfat-Konzentration von 55,2 mg/l im Eluat. Der Z 0- und Z 1.1- Wert der LAGA-Boden von 10 mg/l für Chlorid und von 50 mg/l für Sulfat wird überschritten, sodass das Material in die Kategorie Z 1.2 gemäß LAGA-Boden einzustufen ist.

6.2 Beurteilung und Empfehlungen

Die Untersuchungsergebnisse liefern ein relativ heterogenes Bild bezüglich der Einstufung der einzelnen Materialien in verschiedene Zuordnungsklassen. Bei der nachfolgenden Einstufung der Materialien wurden die Grenzen auf der sicheren Seite liegend festgelegt. Dies sollte ggf. durch weitere Untersuchungen vorab oder im Zuge der Ausführung weiter verifiziert werden.



Tabelle 13: Einstufung gemäß LAGA (Zusammenfassung der Ergebnisse)

Bezeichnung	Mischprobe aus	Zusammensetzung/ Lage	Einstufung gemäß LAGA
MP 1	KRB 17: 0,13-0,50 m KRB 19: 0,13-1,00 m	Beton, Teergeruch; Bestandsgleis	Z 1.1 (LAGA-Bau)*
MP 2	KRB 9: 0,10-0,20 m KRB 10: 0,10-0,30 m KRB 11: 0,10-0,30 m	Tragschicht aus Schotter und Schlacke, Bereich geplante Überdachung	Z 1.1 (LAGA-Bau)
MP 3	KRB 13: 0,10-0,30 m KRB 14: 0,10-0,30 m KRB 16: 0,10-0,30 m KRB 18: 0,17-0,40 m	Tragschicht aus Schotter und Schlacke, Bereich geplante Überdachung sowie Neugleis	Z 1.1 (LAGA-Bau)
MP 4	KRB 1: 0,19-0,60 m KRB 2: 0,13-0,30 m	Tragschicht aus Schotter, Bereich Bestands- und Neugleis	Z 0 (LAGA-Bau)
MP 5	KRB 4: 0,20-0,32 m KRB 5: 0,17-0,35 m	Tragschicht aus Schlacke, Bereich Neugleis	Z 2 (LAGA-Bau)
GP 20/1	KRB 20: 0,08-0,60m	Tragschicht aus Schotter, Sand, Holz, Teergeruch, Bereich Bestandsgleis und Neugleis	Z 2 (LAGA-Bau)*
GP 6/1	KRB 6: 0,38-1,10 m	Tragschicht aus Schotter, Bereich Bestandsgleis	Z 0 (LAGA-Bau)
MP 6	KRB 9: 0,20-0,60 m KRB 10: 0,30-0,80 m KRB 11: 0,30-0,80 m	Auffüllung aus Sand, kiesig, Ziegel unter Tragschicht, Bereich geplante Überdachung	Z 1.2 (LAGA-Boden)
MP 7	KRB 13: 0,30-0,70 m KRB 14: 0,30-0,80 m KRB 16: 0,30-0,80 m	Auffüllung aus Kies, sandig, Tonstein, Bereich geplante Überdachung	Z 1.2 (LAGA-Boden)
MP 8	KRB 9: 0,60-1,30 m KRB 9: 1,30-1,70 m KRB 9: 1,70-2,20 m KRB 8: 0,50-0,90 m KRB 8: 0,90-1,00 m KRB 8: 1,00-1,60 m KRB 10: 0,80-1,10 m KRB 11: 0,80-1,20 m	Auffüllung aus Tonstein, Schotter, sandig, z.T. organisch (Bachablagerungen), Beton, stark schluffig, Ziegel, schwach kiesig, Bereich geplante Überdachung	Z 1.2 (LAGA-Boden)
MP 9	KRB 14: 0,80-1,20 m KRB 14: 1,20-2,10 m KRB 15: 0,40-1,20 m KRB 18: 0,40-1,20 m	Auffüllung: Sand, Tonstein, Ziegel, Mörtel, schluffig, schwach kiesig, Steinzeug, schwach organisch (Bachablagerungen), Schotter, Kohle, Beton, Schlacke, Asche, Bereich Überdachung und Kunden-/ Touristencenter, Neugleis	Z 2 (LAGA-Boden)
MP 10	KRB 8: 1,60-2,20 m KRB 12: 1,10-1,80 m KRB 15: 1,20-2,00 m KRB 15: 2,00-3,20 m KRB 18: 1,20-1,50 m KRB 11: 1,20-1,70 m KRB 13: 0,70-1,00 m KRB 10: 1,10-1,40 m	Auffüllung: Sand, stark schluffig, organisch (Bachablagerungen), Ziegel, Torf, Schotter, Bereich Überdachung, Bestandsgleis, Kunden-/Touristencenter, Neugleis	Z 1.2 (LAGA-Boden)

* das Probenmaterial weist einen deutlichen Teergeruch auf, der offensichtlich in Zusammenhang mit den im Bereich der Bestandsgleise vorhandenen getränkten Bahnschwellen steht.



Schwarzdecken

Sechs Asphaltkerne wurden im Hinblick auf PAK n. EPA untersucht. In fünf Fällen konnten keine PAK nachgewiesen werden. In einem Fall trat ein sehr geringer PAK-Gehalt von 0,18 mg/kg auf. Daher sind die Asphaltmaterialien als bituminös einzustufen.

Tragschichten

Die Tragschichten bestehen aus unterschiedlichen Materialien wie Schotter, Schlacke und Beton. Die reinen Schottermaterialien (MP 4, GP 6/1) sind in die Kategorie Z 0 gemäß LAGA-Bauschutt/Gemische einzustufen. Die Gemische aus Schotter und Schlacke (MP 2, MP 3) sind in die Kategorie Z 1.1 gemäß LAGA-Bauschutt einzustufen. Die Tragschichten aus Schlacken (MP 5) sind als Z 2-Materialien zu klassifizieren.

Generell ist zu beachten, dass im Bereich der Bestandsgleisanlagen offensichtlich mit Teerölen imprägnierte Bahnschwellen auftreten. Eine derartige Bahnschwelle wurde in Form der Probe GP 3a/1 aufgeschlossen und chemisch analysiert. Hierbei stellte sich eine starke Verunreinigung durch PAK n. EPA in Höhe von 8.628 mg/kg heraus. Demnach sind die Bahnschwellen als teerhaltig bzw. aufgrund der Tatsache, dass sie mehr als 1.000 mg/kg PAK n. EPA enthalten, als „gefährlicher Abfall“ zu deklarieren.

Eine Reihe von Tragschichtproben aus dem Bestandsgleisbereich war geruchlich auffällig, ohne dass sich dies in den PAK-Gehalten widerspiegelte. Lediglich eine Probe (GP 20/1) wies einen erhöhten PAK-Gehalt n. EPA von ca. 43 mg/kg auf, was aber offensichtlich auf die Anwesenheit von Holz im Probenmaterial zurückzuführen ist. Inwiefern in der Vergangenheit nur die Bahnschwellen im Vorfeld der Verlegung imprägniert wurden oder aber evt. nachträglich noch „angespritzt“ wurden, lässt sich anhand der Aufschlussergebnisse nicht entscheiden. Generell sollte bei der Ausschreibung der Erdarbeiten berücksichtigt werden, dass die Tragschichtmaterialien aus dem Bereich der Bestandsgleisanlage mit alten Bahnschwellen geruchliche Auffälligkeiten nach Teeröl aufweisen. Darüber hinaus empfiehlt es sich, Teilmengen als Z 1.1, Z 2 und vorsorglich auch > Z 2 gemäß LAGA-Bauschutt auszu-schreiben. In die Kategorie Z 1.1 können die Schotter- und Schotter-Schlacke-Gemische vor Ort eingestuft werden, sofern keine Holzteile von Bahnschwellen und keine geruchlichen Auffälligkeiten auftreten. Im Zweifelsfall müssen während der Erdarbeiten weitere Untersuchungen zur Deklaration durchgeführt werden.



Auffüllungen/Böden

Unter den Tragschichten treten in der Regel umgelagerte Böden mit Fremd Beimengungen wie Ziegel, Mörtel, Schotter, Beton, Steinzeug, Kohle, Asche und Schlacken, z.T. mit organischen bis stark organischen Beimengungen auf. Hierbei handelt es sich teilweise um die Verfüllung des alten Bachbettes. Die chemischen Analysen anhand von Mischproben ergaben Einstufungen zwischen Z 1.2 und Z 2 gemäß LAGA-Boden. Da eine Trennung anhand der organoleptischen Ansprache im Zuge der Ausführung nicht möglich ist, wird empfohlen, die gesamten Auffüllungen in einer Position (Z 1.2 bis Z 2) zusammenzufassen.

Sollten im Rahmen der späteren Ausschachtungsmaßnahme optisch oder geruchlich auffällige Materialien auftreten, die von den hier beschriebenen abweichen, so sind diese zu separieren und nach Durchführung von Deklarationsanalysen ordnungsgemäß zu entsorgen.

- Trautner -

- Dr. Gehlen -

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan mit Lage der Aufschlusspunkte, Maßstab 1:500
- Anlage 2: Bohrprofile und Rammdiagramme
- Anlage 2.1 Schnitte A-A, B-B, C-C, Höhenmaßstab 1:100
- Anlage 2.2 Schnitte D-D und E-E, Höhenmaßstab 1:100
- Anlage 3: Chemische Untersuchungen der UCL Umwelt Control Labor GmbH, Berichte vom 23.01.2013, 24.01.2013 und 06.02.2013

Verteiler:

Stadt Ratingen, Tiefbauamt

(3x)