



Umwelt- und Geotechnischer Bericht

Projekt: ARA Ludwigshafen
Neubau Waschanlage
Baugrunduntersuchungen

Auftraggeber: DB Regio AG
Region Südwest
Oskar-Vongerichten-Straße 7b
67061 Ludwigshafen

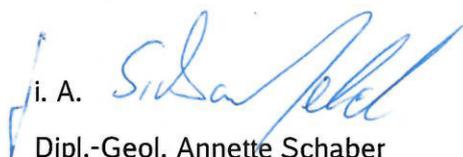
Auftragsnummer: D - F000277 / 976837 / 509608

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Andreas Zieger

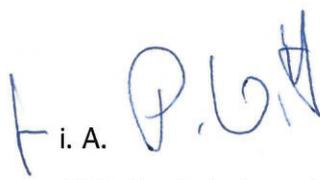
Dieser Geotechnische Bericht umfasst 24 Seiten und 8 Anlagen und darf auszugsweise nicht veröffentlicht werden.

Karlsruhe, den 02.11.2015

i. A.


Dipl.-Geol. Annette Schaber

i. A.


Dipl.-Geol. Andreas Zieger

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	<u>Einleitung</u>	4
1.1	Unterlagen	4
1.2	Vorgang / Aufgabenstellung	5
1.3	Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen	6
2	<u>Beschreibung der Untersuchungsergebnisse</u>	8
2.1	Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	8
2.2	Geologische Situation	8
2.3	Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau und Kennwerte	8
2.4	Hydrologische Verhältnisse	11
2.5	Erdbebenzone	12
2.6	Betonaggressivität des Bodens	12
3	<u>Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse Signalstandorte</u>	13
3.1	Baugrundmodell	13
3.2	Bodenrechenwerte	13
3.3	Rammfähigkeit des Untergrundes	14
4	<u>Geotechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen</u>	15
4.1	Allgemein	15
4.2	Flachgründung	15
4.3	Abdichtung und Drainage	16
4.4	Baugrubensicherung und Wasserhaltung	17
4.5	Einfluss der Baumaßnahme auf angrenzende Bebauungen / Gleisanlagen	18
4.6	Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	18
4.7	Bautechnische Hinweise für die Gründung	18
5	<u>Abfalltechnische Beurteilung</u>	19
5.1	Durchgeführte Untersuchungen	19

5.2	Bewertung	20
5.3	Verwertung/Entsorgung	22
6	<u>Zusammenfassung / Schlussbemerkungen</u>	23

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Abkürzungsverzeichnis	1 Blatt
Anlage 2	Lageplan	1 Blatt
Anlage 3	Baugrundsichtung, -profile	1 Blatt
Anlage 4	Bodenmechanische Laborversuche	23 Blatt
Anlage 5	Fundament-Setzungsberechnung	1 Blatt
Anlage 6	Ergebnis Beton-Stahlaggressivität	6 Blatt
Anlage 7	Ergebnis abfalltechnische Untersuchung	26Blatt
Anlage 8	Fotodokumentation	4 Blatt

1 Einleitung

1.1 Unterlagen

Neben den gegenwärtig gültigen Normen und Vorschriften des Erd- und Grundbaus kamen bei der Erstellung dieses Geotechnischen Berichtes insbesondere nachstehende Unterlagen zur Anwendung:

- /U 1/ Leistungsvereinbarung mit der DB Regio AG auf der Grundlage unseres Angebotes vom 18.03.2013
- /U 2/ Ivl-Lageplan, 3280 FN, Strecke 3280 Homburg - Ludwigshafen, Maßstab 1:1000, DB Netz AG, Oktober 2011
- /U 3/ Bestandsplan Fahrzeugwaschanlage, Fahrzeugbehandlungsstützpunkt Ludwigshafen, Maßstab 1 : 250, Mailänder Ingenieur Consult GmbH, Karlsruhe, Dezember 2012
- /U 4/ Machbarkeitsstudie Neubau einer Waschanlage und Abwasseraufbereitung am Standort Ludwigshafen, Los 1 S-Bahn RheinNeckar, DB Regio AG, Region Südwest, Sven Jordan, Ludwigshafen, März 2015
- /U 5/ Lageplan Neubau ARA Ludwigshafen - Vorabzug, DB International GmbH, Frankfurt, 24.07.2015
- /U 6/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der Fa. Gumm, Laufersweiler, August/September 2015
- /U 7/ Laborergebnisse Bodenlabor der DB International GmbH, Berlin, September 2015
- /U 8/ Ergebnisse der chemischen Analysen der Eurofins Umwelt Ost GmbH, Freiburg, Oktober 2015
- /U 9/ Ergebnisse Beton-/ Stahlaggressivität der Eurofins Umwelt Ost GmbH, Freiburg, Oktober 2015
- /U 10/ Ril 836 Erdbauwerke planen, bauen und instand halten, Aktual. 03 vom 01.03.2014
- /U 11/ RStO Ausgabe 2012; Richtlinien zur Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Bonn, Dezember 2012
- /U 12/ EAB; Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Verlag Ernst & Sohn, 5. Auflage, Berlin 2012
- /U 13/ Geologische Übersichtskarte 1:200.000, CC 7110 Mannheim, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 1986
- /U 14/ Landschaftsinformationssystem (LANIS) der Naturschutzverwaltung Rheinland-Pfalz, Mapserver URL: http://map1.naturschutz.rlp.de/mapserver_lanis/index.php, Stand September 2015

- /U 15/ Geoportal Wasser RLP, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz, Onlinedienst, URL: <http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/8183/>, Stand September 2015
- /U 16/ DWA- Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Hennef, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., April 2005
- /U 17/ Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, RuVA-StB 01, Fassung 2005
- /U 18/ Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen; Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) unter Vorsitz des Ministeriums für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, Mainz, 05.11.2004
- /U 19/ Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV)
- /U 20/ Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg / Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten / Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, Stuttgart / Wiesbaden / Mainz, 1999

1.2 Vorgang / Aufgabenstellung

Die DB Regio AG plant am Standort Ludwigshafen die vorhandene Zugwaschanlage zu erneuern. Im Zuge dessen sind einige Bauwerke (vorhandene Waschanlage, Bürogebäude) rückzubauen.

Die DB International GmbH, Umwelt, Geotechnik & Geodäsie wurde von der DB Regio AG, Region Südwest /U 1/ auf der Grundlage des Angebotes vom 18.03.2015 mit der Erkundung und geotechnischen Bewertung des Baugrundes beauftragt.

Die neue Zugwaschanlage liegt gemäß der aktuellen Planung /U 5/ bezogen auf die westlich angrenzende Strecke 3403 zwischen ca. km 0,592 und ca. km 0,706. Die eigentliche Waschstraße soll gemäß /U 5/ auf einer Länge von 114,5 m und einer Breite von ca. 7,3 - 7,5 m errichtet werden. Westlich soll an die Waschstraße ein Nebengebäude mit mehreren Lagerräumen, einem Heizungsraum, der Steuerzentrale und Wassertechnik anschließen. Das Nebengebäude schließt am nördlichen Ende bündig mit der Waschstraße ab und soll eine Länge von ca. 61 m und eine Breite von ca. 5,7 m erhalten.

Mit diesem Bericht werden Angaben zur Gründung für die Waschanlage gemacht sowie die potentiellen Aushubmassen umwelttechnisch bewertet.

1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen

Die Aufschlussarbeiten für die Erkundung des Baugrundes im o. g. Bereich wurden durch die Fa. Gumm, Lauferweiler, vom 26. bis 28.08.2015 sowie am 09.09.2015 durchgeführt.

Hierfür wurden insgesamt 7 Kleinrammbohrungen (KRB) und 7 Rammsondierung mit der schweren Rammsonde (DPH) bis in maximale Tiefen von 10,0 m (KRB 6) bzw. 10,8 m (DPH 6) unter Ansatzpunkt (AP) durchgeführt. Alle Bohransatzpunkte wurden bis 1,2 m vorgeschachtet und von der Oberfläche bezüglich Kampfmittel von der Fa. GEOLOG, Starnberg, freigemessen.

Alle Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden lagemäßig auf die Gleisachse des Gleises 210 eingemessen. Die Kilometerangaben beziehen sich auf die nächstgelegene kilometrierte Strecke 3403. Die Höhenangaben beziehen sich auf die Geländeoberkante (GOK, ca. Höhe Asphaltfläche). Der entsprechende Lageplan befinden sich in Anlage 2.

Des Weiteren wurden zur abfalltechnischen Analyse und Einstufung der möglichen Betonabbruchmassen 2 Kernbohrungen á 25 cm (KB 1 und 2) in die Betonwanne der vorhandenen Waschanlage durchgeführt. Zudem wurden im angrenzenden Bürogebäude, welches im Zuge der Baumaßnahme abgerissen werden soll, im Kellergeschoß 2 Kernbohrungen (KB 3 und 4) in der Sohle durchgeführt, um festzustellen, ob evtl. ein Schwarzanstrich an der Unterkante besteht. Die Betonkerne der beiden Örtlichkeiten dienen jeweils lediglich der abfalltechnischen Einstufung.

Die Aufschlüsse sind detailliert in der folgenden Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1: Lage der Aufschlüsse

Strecken-km	Aufschluss-Nr.	Lage [m]	Tiefe [m u. AP]
0,588	KRB /DPH 1	5,6 m v. GA br	8,0
0,604	KRB/DPH 2	7,3 m v. GA bl	3,6 (KRB) 3,7(DPH) #
0,622	KRB/DPH 3	6,0 m v. GA br	8,0
0,644	KRB/DPH 4	8,9 m v. GA bl	3,9 (KRB) # 4,4 (DPH) #
0,665	KRB/DPH 5	7,0 m v. GA br	8,0
0,700	KRB/DPH 6	11,5 m v. GA bl	10,0 (KRB) 10,9 (DPH)
0,711	KRB/DPH 7	2,4 m v. GA br	8,0
0,693	KB 1	1,6 m v. GA, Betonwanne	0,25*
0,618	KB 2	1,6 m v. GA, Betonwanne	0,25*
0,689	KB 3	Kellergeschoß Bürogebäude	0,23
0,657	KB 4	Kellergeschoß Bürogebäude	0,23

KRB: Kleinrammbohrung, DPH: Schwere Rammsondierung; KB: Kernbohrung; bl: bahnlings; br: bahnrchts

vorzeitiger Abbruch wegen fehlendem Bohrfortschritt

* nur für Abfalltechnik, nicht komplett durchgebohrt

Die Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen sind bezogen auf die Geländeoberkante in der Anlage 3 aufgetragen. Dabei wurde die Geländeoberkante = 0,0 m angenommen. Die Entnahme von gestörten Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei Schichtwechsel. Insgesamt wurden aus den abgeteuften Aufschlüssen 69 gestörte Bodenproben entnommen. Die einzelnen, auf Bohrmeisterangaben beruhenden, handschriftlichen Schichtenverzeichnisse können bei Bedarf im Archiv der DB International GmbH, Umwelt, Geotechnik & Geodäsie eingesehen werden.

Alle entnommenen, gestörten Bodenproben wurden durch den Bearbeiter spezifiziert. Zur genaueren Klassifizierung der Bodenarten in Bodengruppen nach DIN 18196 und Bodenklassen nach DIN 18300 sind ausgewählte Bodenproben bodenphysikalischen Untersuchungen unterzogen worden. Im Einzelnen wurden ausgeführt:

- 10 x Nasssiebungen nach DIN 18123
- 1 x kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123

Die Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuche /U 7/ sind in Anlage 4 zusammengestellt.

Des Weiteren wurden umwelttechnische Analysen an Bodenmischproben durchgeführt. Die Erläuterungen und Ergebnisse hierzu sind in Kapitel 5 dargestellt.

2 Beschreibung der Untersuchungsergebnisse

2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Der untersuchte Bereich liegt ca. 1,5 - 2 km westlich des Rheins und südlich des Hauptbahnhofs Ludwigshafen auf einem keilförmigen Streifen zwischen den beiden Strecken 3403 im Westen und 3280 im Osten. Das Gelände liegt auf einer Höhe zwischen ca. 92,8 und 97,9 m NN und ist relativ eben (\pm Schienenoberkante Gleis 210).

2.2 Geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet in Ludwigshafen liegt etwa in der Mitte der nördlichen Oberrheinischen Tiefebene auf der linken Rheinseite südlich der Neckarmündung. Der Oberrheingraben ist Teil eines großen, mitteleuropäischen Grabensystems mit einer mächtigen Sedimentfüllung aus tertiären und quartären Ablagerungen mit Mächtigkeiten von mehreren 1000 m. Im Untersuchungsgebiet maßgebend sind überwiegend die fluviatilen Ablagerungen des Quartärs, welche aus Schluff, Sand und Ton sowie jung umgelagerter Sande und Kiese bestehen können und vom oberen Kieslager unterlagert werden.

Im oberflächennahen Bereich ist zudem infolge des Baus der Bahn- und Straßenanlagen mit anthropogenen Auffüllungen zu rechnen. Durch den Einbau von zumeist lokal vorkommenden Böden ist dabei eine zweifelsfreie Unterscheidung zwischen aufgefülltem und gewachsenem Boden nicht immer möglich.

2.3 Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau und Kennwerte

An allen Aufschlüssen wurden zunächst sehr heterogen zusammengesetzte Auffüllungen bis in Tiefen von maximal 4,8 - 5,5 m u. AP erkundet. Diese bestehen überwiegend aus Kiesen und Sanden sowie teilweise Tonen und Schluffen. Die Sande und Kiese sind überwiegend weit-intermittierend bis teilweise enggestuft und den Bodengruppen [GW, SE/SW, SW, SE, GI, GI/GW] nach DIN 18 196 zuzuordnen. Untergeordnet wurden Lockersedimente der Bodengruppen [SW/SU, SU, SE/SU, SU*] erkundet. Die aufgefüllten Kiese und Sande sind im südlichen Bereich (KRB/DPH 1 - 4) bis maximal 2,70 m u. AP hauptsächlich locker gelagert sowie im nördlichen Bereich (KRB/DPH 5 - 7) bis maximal 3,90 m u. AP. In einem Tiefenbereich zwischen ca. 2,1 - 5,5 m u. AP im südlichen Abschnitt sowie zwischen ca. 3,1 - 5,0 m u. AP im nördlichen Abschnitt wurden die Auffüllungen in mitteldichter bis dichter Lagerung erkundet. Hierbei wurden vor allem die Bodengruppen [GI, GW/GI, SE] angetroffen.

Die aufgefüllten Schluffe und Tone, die untergeordnet angetroffen wurden, besitzen eine weichsteife Konsistenz. Die Auffüllungen besitzen durchgängig einen erhöhten Anteil an

Fremdbestandteilen (in der Bohrschuppe in Kiesfraktion) wie Beton-/Ziegelbruch, Asphalt- und Schlackereste sowie vereinzelt Gleisschotter. Im Bereich der mitteldicht bis dicht gelagerten Auffüllungen wurden keine Fremdbestandteile mehr angetroffen. Jedoch sprechen die für diese Tiefe in den Rammprofilen ungewöhnlichen Schlagzahlen N_{10} ebenfalls für eine Einstufung als Auffüllung. Im Bereich des Grünstreifens zwischen Gleis 210 und Gleis 74 ist zudem oberflächlich mit durchwurzelter Oberboden [OH/OU] zu rechnen (KRB 5).

Unterhalb der Auffüllungen wurden in den tiefer reichenden Aufschlüssen bis maximal 10,0 m u. AP quartär abgelagerte, sandige Kiese (hauptsächlich Rundkiese) erkundet. Die Kiese sind überwiegend intermittierend bis weitgestuft (GI, GW). Vereinzelt wurden bei KRB 6 auch Sande (SE, GW/SW) angetroffen. Die anstehenden Kiese und Sande liegen im Grundwasser und sind überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert.

Den erkundeten Böden lassen sich die in Tabelle 2 aufgeführten Kennwerte (Laboruntersuchungen an ausgewählten, repräsentativen Einzelproben sowie Kennwerte aufgrund regionaler Erfahrungswerte) zuordnen. Die aufgeführten Tabellenwerte sind Einzelergebnisse der Laborversuche und keine Mittelwerte.

Tabelle 2: Bodenkennwerte und Zuordnungen Auffüllungen

Geologische Bezeichnung	Auffüllungen			
	1.1a, 1.1b, 1.1c	1.2a, 1.2b, 1.2c		1.3
Schicht-Nr. Baugrundmodell				
Bodengruppe nach DIN 18196	[GW, GI, GW/GI, SE/SW, SW, SE, SW/SU, SE/SU]	SU	[SU*]	[TL, TL/UL]
Kornanteil $d \leq 0,063$ mm [%]	2,3 - 4,9 [GI] 1,3 - 4,4 [SE]	7,4 - 11,2	21,2 - 29,7	>40
Kornanteil $d > 2$ mm [%]	48,0 - 49,4 [GI] 25,9 - 31,5 [SE]	0,9 - 26,7	28,8 - 36,0	<40
Anteil Steine/Blöcke nach DIN EN ISO 14688 [%]	10-40 Steine <30 Blöcke	<30 Steine/Blöcke	10-40 Steine <30 Blöcke	10-20 Steine <10 Blöcke
Ungleichförmigkeitszahl U [-]	11,8 - 15,4 [GI] 2,6 - 4,4 [SE]	3,3 - <30	>100	-
Lagerungsdichte/Konsistenz	locker, mitteldicht, dicht	locker, dicht	locker, mitteldicht	weich-steif
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2 [%]	15 - 35, 35 - 65, 65 - 85	15 - 35, 65 - 85	15 - 35, 35 - 65	-
undränierete Scherfestigkeit c_u [kPa]	-	-	-	20 - 200
Dichte	1,5 - 1,9	1,6 - 1,9	1,6 - 1,9	1,4 - 2,0
Organischer Anteil nach DIN 18128 in [%]	<3	<3	<5	<5
Durchlässigkeitswert - Bialas k_f [m/s]	$3,8-5,9 \times 10^{-4}$ [GI] $3,6-7,9 \times 10^{-4}$ [SE]	$8,8 \times 10^{-5}$ - $7,5 \times 10^{-4}$	$5,8 \times 10^{-7}$	-
Durchlässigkeitswert Erfahrungswerte	$10^{-4} \dots 10^{-2}$	$10^{-5} \dots 10^{-3}$	$10^{-7} \dots 10^{-5}$	$10^{-9} \dots 10^{-7}$

Geologische Bezeichnung	Auffüllungen			
	durchlässig bis stark durchlässig	durchlässig bis stark durchlässig	schwach durchlässig bis durchlässig	sehr schwach bis schwach durchlässig
Durchlässigkeit nach DIN 18130				
Bodenklasse nach DIN 18300:2012	3, 5	3	4, 5	4, 5
Boden-/Felsklasse nach DIN 18301:2012	BN1, BS1	BN1, BS1	BN2, BS1	BB2, BS1
Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 09	F1	F1-F2	F3	F3

Tabelle 3: Bodenkennwerte und Zuordnungen anstehende Böden

Geologische Bezeichnung	Anstehende Böden
Schicht-Nr. Baugrundmodell	2.1
Bodengruppe nach DIN 18196	GI, GW/GI, SE, GW/SW
Kornanteil $d \leq 0,063$ mm [%]	4,1 - 4,7 (GI)
Kornanteil $d > 2$ mm [%]	44,3 - 52,8 (GI)
Anteil Steine/Blöcke nach DIN EN ISO 14688 [%]	<10 Steine/Blöcke
Ungleichförmigkeitszahl U [-]	15,5 - 19,5 (GI)
Lagerungsdichte	mitteldicht, dicht
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2 [%]	35 - 65, 65 - 85
Dichte	1,8 - 2,1
Organischer Anteil nach DIN 18128 in [%]	<3
Durchlässigkeitswert -Bialas k_f [m/s]	$2,4 - 3,7 \times 10^{-4}$ (GI)
Durchlässigkeitswert Erfahrungswerte	$10^{-4} \dots 10^{-2}$
Durchlässigkeit nach DIN 18130	durchlässig bis stark durchlässig
Bodenklasse nach DIN 18300:2012	3
Boden-/Felsklasse nach DIN 18301:2012	BN1, BS1
Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 09	F1

2.4 Hydrologische Verhältnisse

Die Aufschlussarbeiten wurden vom 26. bis 28.08.2015 sowie am 09.09.2015 ausgeführt. Gemäß dem Geoportal Wasser des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz /U 15/ liegt der Untersuchungsbereich nicht innerhalb eines Wasserschutzgebietes.

Die angetroffenen Böden wurden bis ca. 4,0 m u. AP sowie bei KRB 2 und 4 (vorzeitiger Abbruch) bis zur Erkundungsendteufe in erdfeuchtem bis feuchtem Zustand angetroffen. Ab ca. 4,0 m u. AP wurde an allen Aufschlüssen (ausgenommen den vorzeitig abgebrochenen Aufschlüssen KRB 2 und 4) Grundwasser in Form von nassem Bohrgut bis zur jeweiligen Erkundungsendteufe angetroffen.

Gemäß dem Geoportal Wasser des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz /U 15/ befinden sich in näherer Umgebung zum Untersuchungsgebiet Grundwassermessstellen (GWMS), in welchen seit dem Jahr 1980 kontinuierlich gemessen wird. Die GWMS 1371 Kfr St Ludwigshafen (GWM-Nr. 2379114300) liegt hierbei östlich des Untersuchungsgebietes ca. 1,2 km in Richtung Rhein, die GWMS 1393 I Kfr St Ludwigshafen (GWM-Nr. 2379122300) liegt ca. 1,0 km westlich des Untersuchungsgebietes. In den GWMS wurden folgende Maximalwasserstände gemessen:

Tabelle 4: maximale Grundwasserstände an GWMS gemäß /U 15/

GW-Messstelle	POK [m NN]	Tiefe GWMS [m] u. POK	max. GW-Stand [m NN]	Datum
1371 Kfr St Ludwigshafen (Nr. 2379114300)	93,44	11,5	89,7	Feb. 2003
1393 I Kfr St Ludwigshafen (Nr. 2379114300)	92,94	12,05	89,01	Feb. 2003

POK = Pegeloberkante

Basierend auf diesen Wasserständen und im Hinblick auf die Lage des Untersuchungsgebiets ca. mittig zwischen den Messstellen lässt sich ein maximaler Grundwasserstand im Untersuchungsgebiet von ca. 89,5 m NN ermitteln. Da nach den Angaben der Hydrogeologische Kartierung im Rhein-Neckar-Raum /U 20/ im Nahbereich der geplanten Waschanlage 2 Entnahmebrunnen vorhanden sind, empfehlen wir hier einen etwas höheren Sicherheitszuschlag von 1 m. Wir empfehlen daher einen **Bemessungswasserstand von 90,5 m NN**.

Für die temporären Bauarbeiten kann ein Bauwasserstand von 89,5 m angesetzt werden. Dies entspricht einem Flurabstand von 3,3m.

2.5 Erdbebenzone

Nach der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 liegt der Untersuchungsbereich innerhalb der Erdbebenzone 1 und Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Die Erdbebenzone 1 umfasst Gebiete, denen gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus ein Intensitätsintervall von 6,5 bis < 7,0 zugeordnet ist. Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g beträgt in dieser Erdbebenzone 0,4 m/s².

2.6 Betonaggressivität des Bodens

Für die Bestimmung der Betonaggressivität der angetroffenen Böden wurde eine Mischprobe (MP Boden 1) aus dem Bohrgut der durchgeführten Bohrungen erstellt und durch die Eurofins Umwelt Ost GmbH hinsichtlich beton- und stahlangreifender Inhaltsstoffe untersucht. Verwendet wurden hier lediglich die Schichten im für die Gründung relevanten Bereich der angetroffenen Auffüllungen bis ca. 2,5 m u. AP. Die folgenden Bewertungen sind daher nur für diese Böden gültig.

Ergebnisse bezüglich Betonaggressivität

Die Auswertung bezüglich Betonaggressivität erfolgte nach DIN 4030. Die Mischprobe ist demnach als *nicht betonangreifend* einzustufen. Die gemessenen Konzentrationen und Werte der untersuchten Parameter (Säuregrad nach Baumann-Gully, Sulfat-, Sulfid- und Chlorid-Konzentration) liegen unterhalb der Zuordnungskriterien der Expositionsklasse *XA 1*.

Ergebnisse bezüglich Stahlaggressivität

Die Auswertung bezüglich Stahlaggressivität erfolgte nach DIN 50929, Teil 3. Hierbei wurden auch die örtlichen Parameter Bodenwiderstand, Lage zum Grundwasser und die Homogenität des Bodens anhand des Bohrprofils und unter Verwendung der DIN 50 929 berücksichtigt.

Die Untersuchung des Bodens auf Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ergab die in Tabelle 5 dargestellte Ergebnisse.

Tabelle 5: Stahlaggressivität des Bodens nach DIN 50929

Probe	Bodenklasse	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
MP Boden 1 115055454	I a praktisch nicht aggressiv	sehr gering	sehr gering

Die detaillierten Analysenergebnisse befinden sich in Anlage 6.

3 Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse Signalstandorte

3.1 Baugrundmodell

Im Ergebnis der Baugrunderkundungen und der Laboruntersuchungen lässt sich für den Untersuchungsbereich ein Baugrundmodell entwickeln, welches für die Bewertung der Baugrundverhältnisse herangezogen werden kann. Die angetroffenen Böden können als Schichten mit jeweils annähernd gleichen bodenphysikalischen und bodenmechanischen Eigenschaften zusammengefasst werden.

Schicht 1		Auffüllungen	
Schicht 1.1	Sandige Kiese, kiesige Sande	- Schicht 1.1a: locker gelagert - Schicht 1.1b: mitteldicht gelagert - Schicht 1.1c: dicht gelagert	
	Klassifikation lt. DIN 18196		⇒ [GW, GI, GW/GI, SE/SW, SW, SE, SW/SU, SE/SU]
Schicht 1.2	Sande, schwach schluffig bis schluffig	- Schicht 1.2a: locker gelagert - Schicht 1.2b: mitteldicht gelagert - Schicht 1.2c: dicht gelagert	
	Klassifikation lt. DIN 18196		⇒ [SU, SU*]
Schicht 1.3	Ton, Schluff, leicht plastisch, sandig, schwach kiesig	- weich - steif	
	Klassifikation lt. DIN 18196		⇒ [TL, TL/UL]

Schicht 2		Anstehendes	
Schicht 2.1	Quartäre Kiese, sandig / Sande, kiesig	- mitteldicht bis dicht gelagert	
	Klassifikation lt. DIN 18196		⇒ GI, GW/GI, SE, GW/SW

3.2 Bodenrechenwerte

Den anstehenden Schichten können für erdstatische Berechnungen die in Tabelle 6 dargestellten Kenngrößen und Bodenrechenwerte gemäß Erfahrungswerten zugeordnet werden. Da die teilweise angetroffenen Oberböden für die Baumaßnahme ausgehoben werden müssen bzw. für die Gründung nicht weiter relevant sind, werden sie im weiteren Verlauf des Gutachtens nicht weiter berücksichtigt.

Tabelle 6: Bodenrechenwerte

Schicht	Bodengruppe DIN 18196	LD/ Kons	cal γ_k [kN/m ³]	cal γ'_k [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$E_{s,k}$ ¹⁾ [MN/m ²]
1.1a	[GW, GI, GW/GI, SE/SW, SW, SE, SW/SU, SE/SU]	lo	16,0	8,5	30,0	0	10 [#]
1.1b		md	18,0	10,5	32,5	0	30 [#]
1.1c		d	20,0	11,5	35,0	0	80 [#]
1.2a	[SU, SU*]	lo	16,5	9,0	30,0	0	8 [#]
1.2b		md	18,5	11,0	32,5	0	20 [#]
1.2c		d	20,5	12,0	35,0	0	60 [#]
1.3	[TL, TL/UL]	w-st	18,0	8,0	25	3	5 [#]
2.1	GI, GW/GI, SE, GW/SW	md-d	19,0	11,5	32,5	0	60

LD = Lagerungsdichte; Kons = Konsistenz; lo: locker; md: mitteldicht; d: dicht; w: weich; st: steif

bei Vorhandensein von Steinen und Blöcken können etwas höhere Werte angesetzt werden

¹⁾Steifemodul $E_{s,k}$ ist spannungsabhängig.

3.3 Rammfähigkeit des Untergrundes

Eine Klassifizierung der Böden hinsichtlich ihrer Rammfähigkeit (z.B. nach DIN-Norm) gibt es nicht. Die nachfolgende Einschätzung der Tabelle 7 basiert auf der Grundlage der erkundeten Bodenarten, Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen und Erfahrungen.

Tabelle 7: Rammfähigkeit der Untergrundschichten

Schicht	Bodenart	Rammfähigkeit
1.1a	Auffüllung: Kiese, Sande, locker gelagert	leicht
1.1b	Auffüllung: Kiese, Sande, mitteldicht gelagert	mittelschwer bis schwer
1.1c	Auffüllung: Kiese, Sande, dicht gelagert	schwer bis sehr schwer
1.2a	Auffüllung: Sande, schwach schluffig - schluffig, locker	leicht
1.2b	Auffüllung: Sande, schwach schluffig - schluffig, mitteldicht	mittelschwer bis schwer
1.2c	Auffüllung: Sande, schwach schluffig - schluffig, dicht	schwer bis sehr schwer
1.3	Auffüllung: Ton, Schluff, weich-steif	leicht bis mittelschwer
2.1	Quartäre Kiese, sandig / Sande, kiesig, mitteldicht bis dicht	schwer

In den Auffüllungen wurde ein erhöhter Anteil an Fremdbestandteile wie Beton-/Ziegelbruch, Asphalt- und Schlackereste angetroffen. Diese lagen in der Bohrschuppe in Kiesfraktion vor. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass weitere Fremdstoffe auch als Steine und Blöcke vorliegen. Diese können die angegebene Rammfähigkeit des Untergrundes wesentlich verschlechtern.

4 Geotechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen

4.1 Allgemein

Gemäß der uns vorliegenden Angaben besitzt die Halle für die Waschanlage eine Grundfläche von 114,94m auf 7,54m und das an die Halle anschließende Nebengebäude (Lager-, Heizung-, Technikräume) eine Abmessung von 61,1m auf 5,25 m.

Gemäß der Karte der Frosteinwirkungszonen in Deutschland in der RStO 2012 /U 11/ sowie in der Ril 836.4101A04 /U 10/ befindet sich Ludwigshafen im Frosteinwirkungsgebiet I. Dementsprechend ist eine frostfreie Gründungstiefe von mindestens 0,80 m unter Geländeoberkante zu gewährleisten.

4.2 Flachgründung

Die Waschanlage und das Nebengebäude können flach gegründet werden. Der Betontrog der bestehenden Waschstraße ist komplett auszubauen. Die Fundamente des Bürogebäudes sind ebenfalls komplett auszubauen um einen homogenen Gründungsbereich über die gesamte Fläche zu erhalten und gebäudeschädliche Setzungsdifferenzen zu vermeiden. Es wird eine Gründung auf Streifen- und/ oder Einzelfundamenten empfohlen. Die Auffüllungen im Gründungsbereich sind sehr heterogen und enthalten Fremdbestandteile wie Beton-/Ziegelbruch, Asphalt- und Schlackereste. Bereichsweise wurden mächtigere weich-steife Tonlagen bis in Tiefen von 1,8-2,1 m u. AP erkundet. Im Gründungsbereich sollten die Böden deshalb bis ca. 2,1 m unter Geländeoberkante bzw. Unterkante weich-steife Tonschicht ausgebaut und die darunter lagernden Sande und Kiese intensiv nachverdichtet werden. Sofern die Tonlagen bereichsweise tiefer reichen, sind diese Bereiche tiefer, bis zusätzlich max. d = 0,5 m, auszuräumen und die Fehlstärke durch eine geeignetes, gut verdichtbares Bodenaustauschmaterial zu ersetzen.

Die Streifenfundamente bzw. Einzelfundamente der Halle und des Nebengebäudes sind auf gleicher Höhe zu gründen.

Das Nebengebäude ist von der Halle der Waschanlage durch eine Gebäudefuge zu trennen.

Gemäß den oben getroffenen Annahmen werden im Gründungsbereich die locker bis mitteldichten Sande und Kiese (Auffüllungshorizont Schicht 1.1a, 1.1b) angetroffen. Eine bautechnisch einwandfreie Gründung mit einer Lastabtragung über Streifenfundamente über die o. g. Schichten ist nach einer tiefenwirksamen Nachverdichtung möglich.

Bei einer Flachgründung müssen die Fundamente von ihren Abmessungen so beschaffen sein, dass:

- a) die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 gewährleistet ist und

b) keine bauwerkschädlichen Setzungen bzw. Setzungsunterschiede eintreten.

Das Erdplanum ist bei einer geplanten Gründungstiefe $\geq 1,7$ m u. GOK frostfrei, kommt allerdings in den aufgefüllten Sanden und Kiesen zu liegen. Nach der intensiven Nachverdichtung kann auf diesen Böden der mindestens erforderliche Verformungsmodul von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ (Anforderungen an Erdplanum) erreicht werden. Die Fundamente können entweder bis auf diese Tiefe geführt oder auf einem Bodenaustauschkörper gegründet werden

Falls ein Bodenaustauschkörper vorgesehen ist, ist dieser aus einem tragfähigen, gut verdichtbaren Kies-Sand-Gemisch nach Ril 836, z. B. der Bodengruppe GW, GI, SW oder SI herzustellen, welches bis zu einer Dichte $D_{Pr} \geq 1,0$ zu verdichten ist. Das Bodenmaterial ist lagenweise (Schütthöhe $< \text{ca. } 30 \text{ cm}$) verdichtet einzubauen.

Es wurde eine überschlägige Setzungsberechnung anhand des Bodenprofils KRB/DPH 6 für die Gründung auf einem Streifenfundament mit einer Länge von 10 m durchgeführt. Diese zeigt auf, dass mit den angegebenen Bodenkennwerten und Fundamentabmessungen bei einer Fundamentbreite von 1,0 m und einem Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes von ca. $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$ mit Setzungen von $< 1,5 \text{ cm}$ zu rechnen ist.

Das Grundbruchkriterium wird bei diesen Lasten eingehalten. Die Berechnungen sind in der Anlage 5 dargestellt.

Wir empfehlen generell, unter sämtlichen Fundamenten eine Sauberkeitsschicht von $> 0,1 \text{ m}$ Beton der Güte B15 (bzw. C10/12) aufzubringen.

Beim Einbau eines Kiespolsters ist generell zu beachten, dass dieses gegenüber dem Gründungskörper einen allseitigen Überstand in Höhe Unterkante Kiespolster besitzen muss, welcher mindestens so groß wie die Auffüllhöhe ist (Lastausbreitungswinkel = 45°).

Sollten andere Fundamenteinbindetiefen bzw. Fundamentbreiten als angegeben für die Ausführung gewählt werden, sind die oben gemachten Aussagen zu überprüfen bzw. zu verifizieren.

Unterhalb der Bodenplatte ist eine kapillarbrechende Schicht von 0,2 m vorzusehen.

4.3 Abdichtung und Drainage

Der Bemessungswasserstand für den Endzustand der Zugwaschanlagewurde mit 90,5 m NN ermittelt (siehe Abschnitt 0). Dies entspricht ca. 2,3 m u. derzeitiger GOK. Somit ist im Gründungsbereich nicht mit Grundwasser zu rechnen.

Die Bauwerksabdichtung kann gemäß DIN 18195-4 (Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden)) bemessen werden. Unter der Bodenplatte ist eine kapillarbrechende Schicht einzubauen.

4.4 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Baugrubensicherung

Prinzipiell ist eine Abböschung mit einem Böschungswinkel von 45 ° möglich. Gemäß unserer Einschätzung der uns vorliegenden Planunterlagen und der Ortsbegehungen sind die Platzverhältnisse gleisparallel um die Waschanlage nicht ausreichend (Nachbargleise, OL-Masten), um eine Abböschung durchführen zu können. Folglich ist für den Aushub ein Verbau notwendig. Hierfür kann ein Trägerbohlverbau gewählt werden. Trägerbohlwände mit Holzausfachung sollten nur außerhalb des Druckbereiches von Eisenbahnverkehrslasten eingesetzt werden.

Bei wenig standfesten Böden, z. B. bei heterogenen Auffüllungen, kann es erforderlich sein, die Höhe der Abschachtung auf die Höhe der Einzelteile der Ausfachung zu beschränken. Beim Rückbau ist sinngemäß zu verfahren.

Falls zu den Stirnseiten abgeböscht wird, sind bei der Herstellung der Baugrube die Anforderungen der Ril 836 /U 10/ sowie die weitergehenden Forderungen, Empfehlungen und Hinweise der DIN 4124 und des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) /U 12/ der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau zu beachten.

Baugruben bis 1,25 m Tiefe können nach DIN 4124 senkrecht ausgehoben werden. Tiefere Baugruben müssen geböscht oder verbaut werden.

Wasserhaltung

Im Bereich des Aushubs bis ca. 2,1 m u. AP ist nicht mit Grundwasser zu rechnen. Grundwasser wurde in den Kiesen bei ca. 4,0 m u. AP erkundet. Der angegebene Bemessungswasserstand für den Bauzustand siehe Abschnitt 0 liegt unterhalb der Aushubsohle. Somit ist im Zuge der Aushubarbeiten nicht mit Grundwasser zu rechnen.

Da die erkundeten Tone, die ausgebaut werden sollen, allerdings als schwach bis sehr schwach durchlässig einzustufen sind, kann es bei Niederschlägen zur Bildung von Stau- / Schichtwasser kommen. Wir empfehlen für diesen Fall während der Baumaßnahme für anfallendes Oberflächen-/ Schichtwasser Pumpen vorzuhalten.

4.5 Einfluss der Baumaßnahme auf angrenzende Bebauungen / Gleisanlagen

Aus den uns zur Verfügung stehenden Planunterlagen bzw. der Ortsbegehungen geht hervor, dass im Nahbereich der geplanten Baumaßnahme Bauwerke wie Oberleitungsmasten bestehen. Diese sind zusätzlich zu sichern. Wir empfehlen außerdem, eine kontinuierliche Beobachtung und messtechnische Überwachung der in Betrieb befindlichen Nachbargleise und Masten vorzunehmen, sowie eine Langsamfahrstelle als bahnseitige Schutzmaßnahme einzurichten.

Es wird grundsätzlich empfohlen im Bereich von Ver- und Entsorgungsleitungen die Gründungssituation zu erkunden. Bei Bedarf sind diese fachgerecht zu sichern und/oder zu verlegen.

4.6 Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Der bereichsweise erkundete Oberboden (im Grünstreifen zwischen den Gleisen 210 und Gleis 74) ist vor Beginn der Baumaßnahme abzutragen und separat von den anderen Aushubmassen zu lagern. Er kann nach Beendigung der Arbeiten auf unversiegelten Flächen als oberste Bodenschicht für Zwecke der Wiederbegrünung eingesetzt werden. Andernfalls ist er fachgerecht zu verwerten. Eine Verwertung von Oberboden ist ggf. mit den Vorort zuständigen Behörden abzusprechen.

Die restlichen im Zuge der Baumaßnahme auszuhebenden Erdmassen stellen überwiegend die aufgefüllten Sande und Kiese (Schicht 1.1 und 1.2) sowie die Tone (Schicht 1.3) dar. Da diese Böden einen hohen Fremdanteil in Form von Beton-/Ziegelbruch, Asphalt- und Schlackereste aufweisen, sind diese nicht als Material für Hinterfüllungen geeignet. In Bereichen ohne besondere Anforderungen an Durchlässigkeit, Verdichtungsgrad, Frostempfindlichkeit usw. können sie vorbehaltlich einer abfalltechnischen Deklaration als Auffüllmaterial o.ä. eingesetzt werden, sofern die Fremdbestandteile vor einer Wiederverwendung der Böden abgesiebt werden.

4.7 Bautechnische Hinweise für die Gründung

- Eine erforderliche frostfreie Gründungstiefe ist mit mind. $t \geq 0,80$ m u. GOK zu gewährleisten.
- Für einen evtl. Verbau und die Ausbildung von Baugruben sind die Hinweise der DIN 4124 sowie des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau zu beachten.

- Die Verdichtungsarbeiten sind so durchzuführen, dass die unterlagernden Böden nicht in ihrer Tragfähigkeit herabgesetzt werden. Die Fundamentsohlen sind von einem fachkundigen Geotechniker abnehmen zu lassen.
- Sofern im Zuge der Aushubarbeiten im Planumbereich aufgeweichte Bereiche auftreten sollten, so sind diese ebenfalls auszuräumen und durch geeignetes Material zu ersetzen.
-

5 Abfalltechnische Beurteilung

5.1 Durchgeführte Untersuchungen

Für eine abfalltechnische Vorabdeklaration der voraussichtlich anfallenden Aushubmassen im Zuge der geplanten Baumaßnahme ARA Ludwigshafen wurde eine Mischprobe (MP Boden 2) aus dem Bohrgut der durchgeführten Kleinrammbohrungen im Bereich des möglichen Aushubs (bis ca. 2,1 m Tiefe) erstellt.

Des Weiteren wurde an der bestehenden Zugwaschanlage (Betontrog) mittels Kernbohrungen (KB 1 und 2, siehe Lageplan) Probematerial entnommen und eine Mischprobe (MP Beton 1) erstellt, um die möglichen Abbruchmassen abfalltechnisch einzustufen. Um Undichtigkeiten im Betontrog zu vermeiden, wurde der Betontrog durch die Kernbohrungen nicht komplett durchbohrt. Da der Betontrog oberflächlich durch einen Dichtungsbelag abgedichtet ist und dieser an den Betonkernen relativ leicht zu lösen war, wurde für diesen eine separate Mischprobe (MP Dichtungsbelag) erstellt. Weiterhin wurde im bestehenden Bürogebäude, welches im Zuge der Baumaßnahme ebenfalls abgerissen werden soll, die Bodenplatte an 2 Stellen (KB 3 und 4, siehe Lageplan) durchbohrt, um einen möglichen Schwarzanstrich festzustellen. Die gewonnenen Betonkerne wurden ebenfalls zu einer Betonmischprobe (MP Beton 2) vereinigt.

Aus dem bei KRB 6 gewonnenen Probenmaterial aus dem Bereich der Schwarzdecke sowie weiterer Abspitzproben im asphaltierten Bereich wurde eine Asphaltmischprobe (MP Asphalt) erstellt und ebenfalls abfalltechnisch untersucht.

Insgesamt wurden somit folgende Mischproben für eine abfalltechnische Vorabdeklaration erstellt:

- MP Boden 2: Auffüllungen im Bereich möglicher Aushub
- MP Beton 1: Betontrog Waschanlage
- MP Dichtungsbelag: oberflächliche Abdichtung Betontrog
- MP Beton 2: Bodenplatte Bürogebäude
- MP Asphalt: Schwarzdecke

Die Boden- und Betonmischproben sowie die Mischprobe Dichtungsbelag wurden jeweils auf die Parameter gemäß LAGA M20 (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) /U 18/ durch die Fa. Eurofins Umwelt Ost GmbH in Freiberg untersucht und bewertet. Die Asphaltmischprobe wurde auf die Parameter gemäß der Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen sowie die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, (RuVA-StB 01) /U 17/, untersucht und bewertet.

Die Analyseberichte sind in Anlage 7 zusammengestellt.

5.2 Bewertung

Bodenmischprobe:

Die angetroffenen Bodenschichten im Bereich der oberen Auffüllungen weisen einen erhöhten Anteil an Fremdbestandteilen (<10%) wie Beton-/Ziegelbruch, Asphalt- und Schlackereste sowie vereinzelt Gleisschotter auf. Die Ergebnisse und die Bewertung der chemischen Analysen sind hinsichtlich Einstufungskriterien der LAGA M20 in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 8: Einstufung der Boden – Mischprobe (nach LAGA M20)

Probe:	MP Boden 2
Herkunft	KRB 1 - 7 0,0 m - 2,1 m u. GOK
Art:	Boden (Auffüllungen)
Untersuchungsumfang	LAGA M 20, (Feststoff + Eluat) Tab. II.1.2-2/-3/-4/-5
Prüfbericht:	1018347003
Probennummer:	115055455
Zuordnungswert nach LAGA M20:	Z 2
maßgebende Parameter:	PAK = 9,11 mg/kg Benzo(a)pyren = 0,96 mg/kg
Abfallschlüssel:	17 05 04

Entsprechend der Analyseergebnisse der untersuchten Mischprobe MP Boden 2 sind die Auffüllungen im Gründungsbereich der Waschanlage aufgrund der erhöhten Gehalte des Summenparameters PAK sowie dem Einzelparameter Benzo(a)pyren dem Zuordnungswert **Z 2** nach LAGA M20 /U 18/ zuzuordnen und können entsprechend verwertet werden. Nach EU Abfallverzeichnisverordnung (AVV) /U 19/ ist der Bodenmischprobe der Abfallschlüssel 17 05 04 zuzuordnen. Es handelt sich um **nicht gefährlichen Abfall**.

Betonmischproben:

Die Betonkerne wiesen abfalltechnisch keine Auffälligkeiten auf. Ein Schwarzanstrich an der Unterseite der Bodenplatte des Bürogebäudes konnte nicht festgestellt werden. Weitere abfalltechnische Untersuchungen der Bestandsanlagen haben darüber hinaus nicht stattgefunden.

Tabelle 9: Einstufung der Beton – Mischproben (nach LAGA M20)

Probe:	MP Beton 1	MP Beton 2	MP Dichtungsbelag
Herkunft	KB 1 und 2	KB 3 und 4	KB 1 und 2
Art:	Beton	Beton	Dichtungsbelag
Untersuchungsumfang:	LAGA M 20, (Feststoff + Eluat) Tab. II.1.2-2/-3/-4/-5		
Prüfbericht:	1018347003		
Probennummer:	115055456	115055457	115055458
Zuordnungswert nach LAGA M20:	> Z 2	Z 2	> Z 2
maßgebende Parameter:	Leitfähigkeit = 6320 µS/cm	Chlorid = 64 mg/l	EOX = 22 mg/kg BTX = 3640 mg/kg
Abfallschlüssel:	17 01 06*	17 01 01	17 09 03*

Entsprechend der Analyseergebnisse der untersuchten Beton-Mischprobe MP Beton 1 ist der Betonabbruch des Betontroges der bestehenden Zugwaschanlage aufgrund der stark erhöhten Leitfähigkeit einem Zuordnungswert >**Z 2** nach LAGA M20 /U 18/ zuzuordnen und muss entsprechend beseitigt werden. Es handelt sich um **gefährlichen Abfall**.

Entsprechend der Analyseergebnisse der untersuchten Beton-Mischprobe MP Beton 2 ist der Beton im Bereich der Bodenplatte des bestehenden Bürogebäudes aufgrund des erhöhten Chlorid-Gehaltes im Eluat dem Zuordnungswert **Z 2** nach LAGA M20 /U 18/ zuzuordnen und kann entsprechend verwertet werden. Es handelt sich um **nicht gefährlichen Abfall**.

Den Betonmischproben ist nach EU Abfallverzeichnisverordnung (AVV) /U 19/ der Abfallschlüssel 17 01 01 zuzuordnen.

Entsprechend der Analyseergebnisse der untersuchten Mischprobe des Dichtungsbelags des Betontroges ist dieser aufgrund der erhöhten Gehalte der Summenparameter EOX und BTX einem Zuordnungswert >**Z 2** nach LAGA M20 /U 18/ zuzuordnen und muss entsprechend verwertet/beseitigt werden. Zudem handelt es sich hierbei aufgrund des erhöhten Gehaltes an BTX um **gefährlichen Abfall**. Der Dichtungsbelag ließ sich an den Betonkernen relativ gut vom restlichen Beton separieren und könnte somit voraussichtlich separat beseitigt werden.

Ein Abfallschlüssel nach EU Abfallverzeichnisverordnung (AVV) konnte aufgrund der unbekanntens Zusammensetzung (Kunststoff ?) des Dichtungsbelags nicht ermittelt werden. Da

es sich beim Betontrog aber nach unserer Auskunft um ein Fertigteil handelt, sollte die Zusammensetzung und damit verbunden der entsprechende Abfallschlüssel im Vorfeld noch ermittelt werden. Es wurde somit vorläufig in die Schlüsselnummer für gemischte Bauabfälle eingeordnet.

Asphalt:

Tabelle 10: Einstufung der Asphalt – Mischprobe (nach RuVA-StB 01)

Probe:	MP Asphalt
Herkunft	KRB 6 und Abspitzproben
Art:	Schwarzdecke
Untersuchungsumfang	PAK, Phenolindex
Prüfbericht:	1018347004
Probennummer:	115055453
Verwertungsklasse nach RuVA-Stb 01:	A
maßgebende Parameter:	--
Abfallschlüssel:	17 03 02

Das entnommene Schwarzdeckenmaterial der Mischprobe MP Asphalt aus der asphaltierten Fläche im Untersuchungsbereich ist nach RuVA-Stb 01 in die Verwertungsklasse **A** einzustufen und damit als **Ausbauasphalt** zu bezeichnen. Nach EU Abfallverzeichnisverordnung (AVV) /U 19/ ist dem Schwarzdeckenmaterial der Abfallschlüssel: 17 03 02, Bitumengemische zuzuordnen.

5.3 Verwertung/Beseitigung

Grundsätzlich sind Verwertung und Beseitigung als Entsorgungsmöglichkeiten zu unterscheiden. Den Maßgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes entsprechend, ist eine Verwertung einer Beseitigung vorzuziehen.

Die Verwertung/Beseitigung der Bodensubstanz richtet sich nach den Zuordnungswerten der LAGA M20 /U 18/, für die entsprechende Einbauklassen definiert sind. Folgende Einbauklassen sind für die o.g. Ergebnisse relevant:

Z 2 - Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Es wird auf die einzelnen Randbedingungen für die verschiedenen Einbauklassen in der LAGA M20 in Anlage 7 verwiesen.

6 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen

Im vorliegenden Umwelt- und Geotechnischen Bericht sind die Baugrundverhältnisse für den geplanten Neubau der Zugwaschanlage ARA Ludwigshafen südlich des Hauptbahnhofs zwischen den beiden Strecken 3403 und 3280 dargestellt. Der Bericht beruht auf den im August und September 2015 durchgeführten Aufschlussarbeiten. Abfalltechnische Untersuchungen sind ebenfalls Bestandteil des Gutachtens.

Mit den durchgeführten Aufschlüssen wurden oberflächlich sehr heterogen zusammengesetzte Auffüllungen aus Kiesen und Sanden sowie teilweise Tonen und Schluffen in den Bodengruppen [GW, SE/SW, SW, SE, GI, GI/GW] sowie untergeordnet [SW/SU, SU, SE/SU, SU*] erkundet. Im südlichen Bereich sind die Auffüllungen bis maximal 2,70 m u. AP hauptsächlich locker gelagert sowie im nördlichen Bereich bis maximal 3,90 m u. AP. In diesen Bereichen beinhalten die Auffüllungen einen erhöhten Anteil an Fremdbestandteilen wie Beton-/Ziegelbruch, Asphalt- und Schlackereste sowie vereinzelt Gleisschotter. Im tieferen Bereich sind die Auffüllungen mitteldicht bis dicht erkundet. Die aufgefüllten Schluffe und Tone besitzen eine weich-steife Konsistenz.

Unterhalb der Auffüllungen wurden in den tiefer reichenden Aufschlüssen bis maximal 10,0 m u. AP quartär abgelagerte, sandige Kiese (hauptsächlich Rundkiese) der Bodengruppen (GI, GW) erkundet. Vereinzelt wurden bei KRB 6 auch Sande (SE, GW/SW) angetroffen. Die anstehenden Kiese und Sande liegen im Grundwasser und sind überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert.

Die Halle für die Zugwaschstraße sowie das westlich anschließende Nebengebäude können flach gegründet werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Gründungen in der gleichen Tiefe erfolgen und die beiden Gebäudeteile durch eine Gebäudefuge zu trennen sind. Die angetroffenen Auffüllungen sind für die Gründung bis zur Unterkante der angetroffenen Tone und Schluffe auszuheben und die unterlagernden Auffüllungen sind tiefenwirksam intensiv nachzuverdichten.

Die Abdichtung des Gebäudes ist entsprechend der DIN 18195, Teil 4, zu bemessen. Sofern eine Abböschung der Baugrube aufgrund von Platzproblemen nicht möglich ist, kann als Verbau ein Trägerbohlverbau gewählt werden. Angrenzende Gleise und Masten sind zu sichern bzw. zu überwachen.

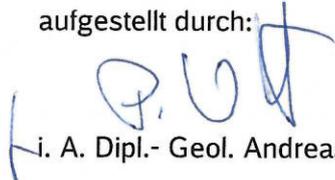
Die abfalltechnische Untersuchung der Bodenmischprobe aus dem Bereich der möglichen Aushubmassen ergibt nach LAGA M20 den Zuordnungswert Z 2. Für die untersuchten Baurestmassen ergibt die Einstufung nach LAGA M20 einen Zuordnungswert >Z 2 für MP Beton 1 (Betontrog der vorhandenen Waschanlage), einen Zuordnungswert Z 2 für MP Beton 2 (Bodenplatte des vorhandenen Bürogebäudes) sowie einen Zuordnungswert >Z 2

für MP Dichtungsbelag (Dichtungsbelag auf dem Betontrog). Bei dem Dichtungsbelag handelt es sich zudem um gefährlichen Abfall. Bei der vorhandenen Schwarzdecke handelt es sich um Ausbauphase der Verwertungsklasse A. (Ergebnisse siehe Abschnitt 5 sowie Anlage 7)

Die punktförmig durchgeführten Bodenuntersuchungen geben einen guten Überblick über die vorhandenen Untergrundverhältnisse, sie schließen jedoch Abweichungen in Teilbereichen nicht aus. Wir empfehlen uns einzuschalten, wenn es Abweichungen von den Untersuchungsergebnissen gibt bzw. planungstechnische Änderungen durchgeführt werden, die Einfluss auf das Tragschichtsystem haben können.

Unsere beauftragten Leistungen für dieses Objekt sind hiermit abgeschlossen.

aufgestellt durch:


i. A. Dipl.- Geol. Andreas Zieger