

. Ausfertigung



Neugestaltung Willy-Brandt-Platz in Stolberg

Baugrundgutachten

Auftraggeber:	Kupferstadt Stolberg
Dienststelle:	Tiefbauamt
Auftragsdatum:	31.01.2018
Projekt-Nr.:	0094-18
Abschluss der Bearbeitung:	12.03.2018



<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
1 Bauvorhaben und örtliche Situation	3
2 Unterlagen	5
3 Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen	7
4 Geologische Situation	11
5 Hydrogeologische Verhältnisse	13
6 Seismologie und Altbergbau	15
7 Baugrundaufbau, Klassifizierung und bodenmechanische Beurteilung	17
8 Umwelteinflüsse	26
9 Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung	39
10 Schlussbemerkung, Unterschrift	46



Anlagen

- Anlage 1 Übersichtslageplan i.M. 1:25.000 (aus <http://www.tim-online.nrw.de>)
- Anlage 2 Lageplan, Lage der Erkundungen i.M. 1:200
- Anlage 3.1 Ausschnitt aus der Geologischen Karte der nördlichen Eifel, Strukturkarte i.M. 1:100.000
- Anlage 3.2 Ausschnitt aus der Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt C 5502 Aachen, i.M. 1:100.000
- Anlage 4.1 Ausschnitt aus der Hydrologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5203 Stolberg, Grundrisskarte i.M. 1:25.000
- Anlage 4.2 Ausschnitt aus der Hydrologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5203 Stolberg, Profilkarte i.M. 1:25.000/5.000
- Anlage 4.3 Ausschnitt aus der Hydrogeologischen Karte für den Raum Stolberg i.M. 1:10.000
- Anlage 5 Ausschnitt aus der Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen, Blatt L 5302 Aachen, i.M. 1:25.000
- Anlage 6 Bohrprofile der Rammkernbohrungen RKB 1 – 10/2018
- Anlage 7 Fotodokumentation der Bohrkerne KB aus den schwarzgebundenen Trag-/Deckschichten
- Anlage 8 Probenahmeprotokoll der Geoservice Soltenborn GmbH
- Anlage 9 Laborbericht zur Bestimmung der Schadstoffgehalte der Mischprobe MP1 (Auf-füllungen Punkte 1 und 4) nach LAGA und DepV
- Anlage 10 Laborbericht zur Bestimmung der Schadstoffgehalte der Mischprobe MP2 (Auf-füllungen Punkt 3) nach LAGA und DepV
- Anlage 11 Laborbericht zur Bestimmung der Schadstoffgehalte der Mischprobe MP3 (Auf-füllungen Punkte 5 und 6) nach LAGA und DepV
- Anlage 12 Laborbericht zur Bestimmung der Schadstoffgehalte der Mischprobe MP4 (Frostschutzkies) nach LAGA TR Boden (2004) im Feststoff und im Eluat
- Anlage 13 Laborbericht zur Bestimmung des PAK-Gehalts der gebundenen Trag-/Deck-schichten von Willy-Brandt-Platz/Zweifaller Straße und Aachener Straße (KB1, KB7, KB8)



1 Bauvorhaben und örtliche Situation

Die Kupferstadt Stolberg plant die Neugestaltung des Willy-Brandt-Platzes am südlichen Rand der Altstadt. Hier stößt die von Süden her kommende Zweifaller Straße auf die SW-NO verlaufende Aachener Straße und den Steinweg (siehe Anlage 1).

Der Planungsbereich umfasst die Verlängerung der Zweifaller Straße von der Einmündung der Straße Hammerberg bis zur Aachener Straße mit dem westlich angrenzenden Platz vor dem EWV-Gebäude sowie die Aachener Straße beginnend an der Flucht der Gebäude am Willy-Brandt-Platz und in deren Verlängerung den Steinweg bis etwa 10 m in die Burgstraße hinein (siehe Anlage 2). Die Gesamtfläche der Umbaumaßnahme errechnet sich zu rd. 3.900 m². Die Anschlusshöhen betragen ca. 190,5 mNHN an der Zweifaller Straße, rd. 190,0 mNHN an der Aachener Straße und an der Burgstraße sowie etwa 189,0 mNHN am Steinweg.

Die vorliegende Entwurfsplanung stammt von der Lindschulte + Kloppe Ingenieurgesellschaft mbH und der scape Landschaftsarchitekten GmbH aus Düsseldorf.

Das Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, Aachen, wurde am 31.01.2018 von der Kupferstadt Stolberg beauftragt, ein Baugrundgutachten für die geplante Neugestaltung des Willy-Brandt-Platzes zu erstellen und die erforderlichen Baugrund- und insbesondere Altlastenuntersuchungen auszuführen.

Der Aufbruch der vorhandenen und die Herstellung der neuen Oberflächenbefestigungen mit Aushubtiefen von i.d.R. kaum mehr als 60 cm können der geotechnischen Kategorie GK1 nach DIN EN 1997-1 zugeordnet werden.

Teile des Willy-Brandt-Platzes und der Aachener Straße sind zusammen mit Teilen der angrenzenden bebauten Flächen im Altlastenkataster der StädteRegion Aachen nachrichtlich unter der Nr. 5203/0445 erfasst (siehe Bild 1.1).

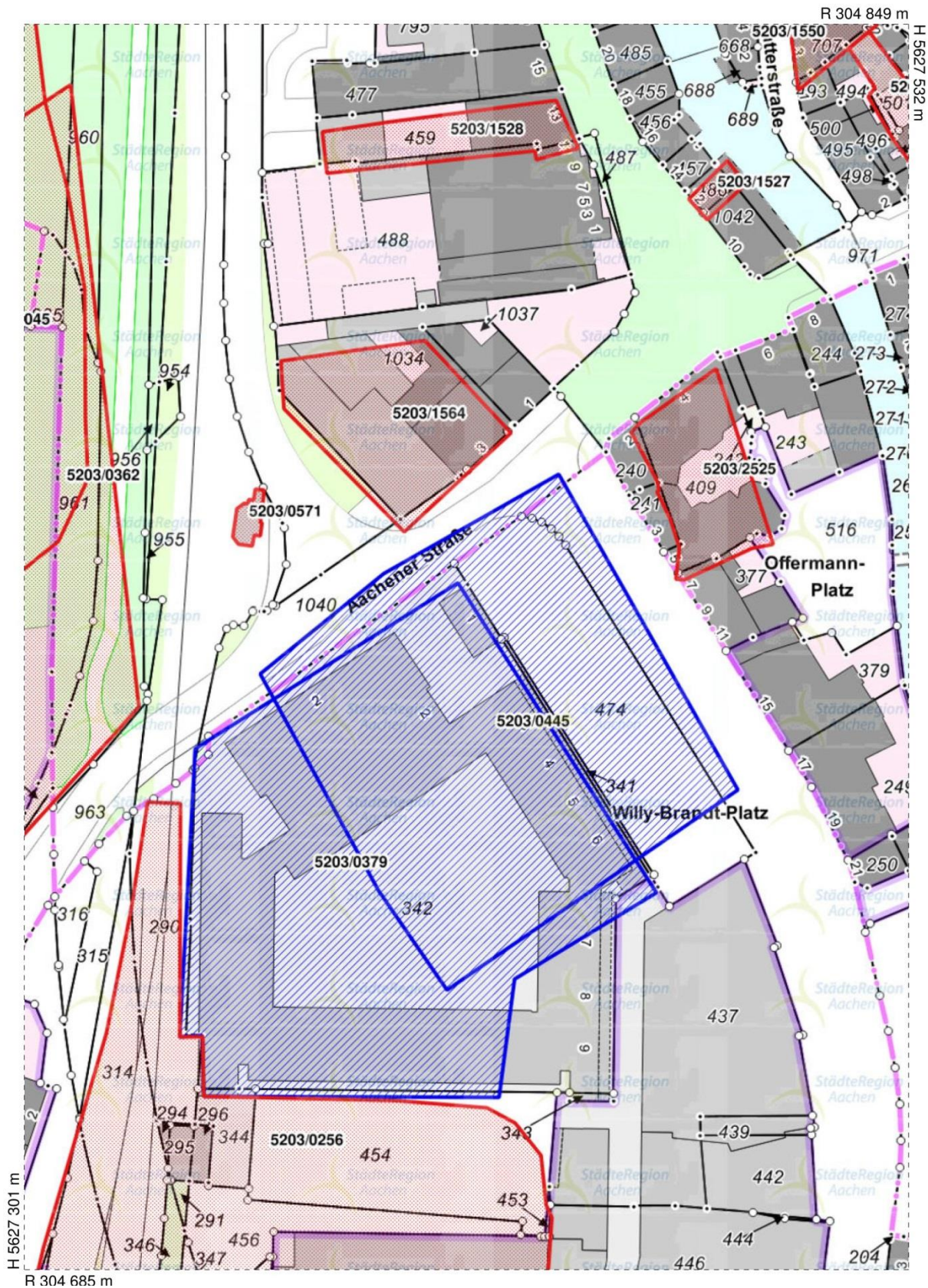


Bild 1.1: Auszug aus dem Altlastenkataster der StädteRegion Aachen



2 Unterlagen

Dem Ingenieurbüro Gell & Partner GbR wurden zur Bearbeitung des vorliegenden Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- 2.1 Aufwertung/Neugestaltung Willy-Brandt-Platz Stolberg, Entwurf, Plan-Nr.: 0368.3-L01: Lageplan i.M. 1:200, Lindschulte + Kloppe Ingenieurgesellschaft mbH und scape Landschaftsarchitekten GmbH, Düsseldorf, Stand 24.11.2017
- 2.2 Aufwertung/Neugestaltung Willy-Brandt-Platz Stolberg, Entwurf, Plan-Nr.: 0368.3-L04: Überlagerung – Bestand i.M. 1:200, Lindschulte + Kloppe Ingenieurgesellschaft mbH und scape Landschaftsarchitekten GmbH, Düsseldorf, Stand 24.11.2017
- 2.3 Stolberg – Willy-Brandt-Platz, Entwurf LPH-3, Pflasteraufbau BK (Belastungsklassen), Plan-Nr. 0368.3-L05, Lindschulte + Kloppe Ingenieurgesellschaft mbH und scape Landschaftsarchitekten GmbH, Düsseldorf, Stand 24.11.2017
- 2.4 Auszug aus dem Altlastenkataster der StädteRegion Aachen, M. ca. 1:1.000 (Datum: 13.02.2018)

Des Weiteren wurden folgende Unterlagen zur Topographie, Geologie und Hydrogeologie ausgewertet:

- 2.5 Topographische Karte i.M. 1:25.000, Quelle <http://www.tim-online.nrw.de>
- 2.6 Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen i.M. 1:100.000, Blatt C 5502 Aachen und die zugehörigen Erläuterungen, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 1988
- 2.7 Geologische Karte der nördlichen Eifel i.M. 1:100.000 und die zugehörigen Erläuterungen, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 1980
- 2.8 Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen i.M. 1:25.000, Grundriss- und Profilkarte, Blatt 5203 Stolberg, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 2003
- 2.9 Hydrogeologische Karte für den Raum Stolberg i.M. 1:10.000 (unveröffentlicht)
- 2.10 Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen i.M. 1:50.000, Blatt L 5302 Aachen, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 1979



- 2.11 Fachinformationssystem ELWAS (= Elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem), Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, <http://www.elwasweb.nrw.de>
- 2.12 Mittlere jährliche Niederschlagssummen (mm) der Perioden 1931 – 1960 im Lande Nordrhein-Westfalen i.M. 1:500.000, Landesamt für Wasser und Abfall NRW, Düsseldorf, 2. Auflage 1982
- 2.13 Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland (Karte zu DIN 4149), Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Juni 2006

Literatur:

- [L1] Grabert, H.: Abriss der Geologie von Nordrhein-Westfalen, 1. Auflage 1998, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- [L2] Meyer, W.: Geologie der Eifel, 3. Auflage, 1994; Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- [L3] Geologie im Rheinischen Schiefergebirge, Teil 1: Nordeifel, Geologischer Dienst NRW, Krefeld, 2010
- [L4] Simmer, K.: Grundbau 1, 19. Auflage, Teubner Verlag, 1994
- [L5] Grundbau Taschenbuch, Teil 1, 6. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 2001
- [L6] EAB, Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Baugruben“, Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 5. Auflage, 2012, Verlag W. Ernst & Sohn
- [L7] Floss, R.: Handbuch ZTV E-StB (Ausgabe 2009), Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau, Kirschbaum Verlag, 4. Auflage, 2011



3 Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen

Untergrundaufschlüsse

Zur Erkundung der oberflächennahen Baugrundsichtung und zur Entnahme von Bodenproben wurden folgende Aufschlüsse hergestellt:

- 9 Rammkernbohrungen Ø 60/50/40 mm (RKB 1 – 8 + 10/2018) mit Tiefen zwischen 0,45 m und 2,00 m, ausgeführt von der Geoservice Soltenborn GmbH, Aachen, am 14.02.2018

Die Lage der Baugrundaufschlüsse geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor. Die Bohrprofile der Rammkernbohrungen sind in Anlage 6 abgelegt. Anlage 7 enthält die Fotodokumentation der Bohrkerne aus den schwarzgebundenen Trag-/Deckschichten.

Gemäß der Anfrage bzw. der Bestellung des Bauherrn sollten die Kleinbohrungen allesamt 2 m tief ausgeführt werden. Die Schlitzsondierung RKB 8/2018 musste in einer Tiefe von 1,60 m auf einem Hindernis abgebrochen werden. Die geplante Bohrung RKB 9/2018 konnte wegen einer Vielzahl von Versorgungsleitungen in dem schmalen Gehweg nicht ausgeführt werden. Auch am Punkt 10 ebenfalls auf dem Gehweg auf der Nordostseite des Platzes musste die Handschachtung zur Leitungsrecherche bereits nach 45 cm auf einem Hindernis aufgegeben werden. Wegen der komplexen Leitungssituation wurde auf einen zweiten Versuch verzichtet.

Das lage- und höhenmäßige Einmessen der Aufschlüsse erfolgte durch die ausführende Bohrfirma. Als Höhenbezugspunkte wurden die umliegenden Kanaldeckel herangezogen.

Eine erste Ansprache des Bohrgutes aus den Rammkernbohrungen wurde vor Ort durch den Bohrmeister vorgenommen. Anschließend wurden die Proben in unser Büro gebracht und einer eingehenden organoleptischen Untersuchung unterzogen.



In Tabelle 3.1 werden die wichtigsten Daten der Aufschlüsse zusammengestellt.

Aufschluss Nr. [-]	Länge [m]	Ansatzhöhe [mNHN]	Proben- bezeichnung [-]	Entnahmetiefe [m u. GOK]
KB/RKB 1/2018	2,00	189,57	KB1 RKB1-G1 RKB1-G2 RKB1-G3	0,00 – 0,31 0,31 – 0,90 0,90 – 1,60 1,60 – 2,00
RKB 2/2018	2,00	189,25	RKB2-G1 RKB2-G2 RKB2-G3 RKB2-G4	0,08 – 0,30 0,30 – 0,70 0,70 – 1,50 1,50 – 2,00
KB/RKB 3/2018	2,00	189,10	KB3 RKB3-G1 RKB3-G2 RKB3-G3	0,08 – 0,35 0,35 – 0,60 0,60 – 1,40 1,40 – 2,00
RKB 4/2018	2,00	189,86	RKB4-G1 RKB4-G2 RKB4-G3 RKB4-G4 RKB4-G5	0,00 – 0,14 0,14 – 0,35 0,35 – 0,70 0,70 – 1,50 1,50 – 2,00
KB/RKB 5/2018	2,00	190,06	RKB5-G1 RKB5-G2 RKB5-G3	0,08 – 0,30 0,30 – 0,60 0,60 – 2,00
RKB 6/2018	2,00	190,29	RKB6-G1 RKB6-G2 RKB6-G3 RKB6-G4	0,08 – 0,25 0,25 – 0,60 0,60 – 1,40 1,40 – 2,00
KB/RKB 7/2018	2,00	190,11	KB7 RKB7-G1 RKB7-G2	0,00 – 0,23 0,23 – 1,00 1,00 – 2,00
KB/RKB 8/2018	1,60	189,61	KB8 RKB8-G1 RKB8-G2 RKB8-G3	0,00 – 0,27 0,27 – 1,20 1,20 – 1,40 1,40 – 1,60
RKB 9/2018	wegen Vielzahl vorhandener Leitungen nicht ausgeführt			
RKB 10/2018 ¹⁾	0,45	189,60	RKB10-G1 RKB10-G2 RKB10-G3	0,06 – 0,10 0,10 – 0,30 0,30 – 0,45

1) nur Handschachtung

Tabelle 3.1: Zusammenstellung der Aufschlüsse aus Februar 2018



Chemische Laborversuche

Je eine Mischprobe aus den mit mineralischen Fremdbestandteilen durchsetzten Auffüllungen an den Punkten 1 und 4 (Mischprobe MP1), am Punkt 3 (Mischprobe MP2) und an den Punkten 5 und 6 (Mischprobe 3) wurde im chemischen Labor hinsichtlich ihrer Schadstoffgehalte nach LAGA und DepV untersucht. Die Laborprotokolle sind als Anlage 9, Anlage 10 und Anlage 11 beigefügt.

Die bei der sensitiven Begutachtung unauffälligen Kies-Sand-Gemische der ungebundenen Tragschichten wurden zur Mischprobe MP4 zusammengefasst und hinsichtlich der Schadstoffgehalte nach LAGA TR Boden (2004) im Feststoff und im Eluat überprüft (siehe Anlage 12).

Des Weiteren wurde an den insgesamt drei Bohrkernen aus den gebundenen Trag-/ Deckschichten von Willy-Brandt-Platz bzw. Zweifaller Straße und Aachener Straße im chemischen Labor der Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen bestimmt (ΣPAK_{16} , siehe Anlage 13).

Die genaue Zusammenstellung der Mischproben sowie der Untersuchungsumfang wird in Tabelle 3.2 beschrieben.



Aufschluss Nr. [-]	Proben- bezeichnung [-]	(Einzel-) Probe Nr. [-]	Teufe [m u. GOK]	Laborversuch [-]
KB/RKB 1/2018 RKB 4/2018	MP1	RKB1-G2 RKB4-G4	0,90 – 1,60 0,70 – 1,60	Schadstoffgehalte nach LAGA M20 (1997), Boden und DepV, ohne Antimon-C0, GB21 und ANC, zzgl. Atmungsaktivität AT4 und Brennwert
KB/RKB 3/2018	MP2	RKB3-G2	0,60 – 1,40	Schadstoffgehalte nach LAGA M20 (1997), Boden und DepV, ohne Antimon-C0, GB21 und ANC, zzgl. Atmungsaktivität AT4 und Brennwert
KB/RKB 5/2018 RKB 6/2018	MP3	RKB5-G3 RKB6-G3	0,60 – 2,00 0,60 – 1,40	Schadstoffgehalte nach LAGA M20 (1997), Boden und DepV, ohne Antimon-C0, GB21 und ANC, zzgl. Atmungsaktivität AT4 und Brennwert
KB/RKB 1/2018 RKB 2/2018 KB/RKB 3/2018 RKB 4/2018 KB/RKB 5/2018 RKB 6/2018 KB/RKB 7/2018 KB/RKB 8/2018 RKB 10/2018	MP4	RKB1-G1 RKB2-G2 RKB3-G1 RKB4-G3 RKB5-G2 RKB6-G2 RKB7-G1+G2 RKB8-G1 RKB10-G3	0,31 – 0,90 0,30 – 0,70 0,35 – 0,60 0,35 – 0,70 0,30 – 0,60 0,25 – 0,60 0,23 – 2,00 0,27 – 1,20 0,30 – 0,45	Schadstoffgehalte nach LAGA TR Boden (2004) im Feststoff und im Eluat
KB/RKB 1/2018	KB1	KB1	0,00 – 0,31	PAK-Gehalt
KB/RKB 7/2018	KB7	KB7	0,00 – 0,23	PAK-Gehalt
KB/RKB 8/2018	KB8	KB8	0,00 – 0,27	PAK-Gehalt

Tabelle 3.2: Zusammenstellung der chemischen Laborversuche aus 2018

Bodenmechanische Laborversuche

Im Rahmen der Baugrundbegutachtung wurden vereinbarungsgemäß keine bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt.



4 Geologische Situation

Tektonik

Das Baufeld liegt am nordwestlichen Rand des linksrheinischen Teils des Rheinischen Schiefergebirges. Hier tritt der Rumpf eines paläozoischen Gebirges zu Tage, dessen beherrschendes Element der Venn-Sattel auf der Linie Roetgen – Langerwehe darstellt. An den Venn-Sattel schließt sich im Nordwesten die 13 – 16 km breite in sich verschuppte und gefaltete Inde-Großmulde an, deren Achse rd. 2 km nordwestlich des Willy-Brandt-Platzes verläuft (siehe Anlage 3.1). Das Baufeld befindet sich an der Nordwestflanke des dem Venn-Sattel vorgelagerten Hammerberg-Sattels.

Das variscische Faltengebirge wird von einer Vielzahl NW – SO streichender Querstörungen durchzogen. Dazu gehören auch die Münster-Gewand südwestlich und die Ewige Gewand nordöstlich des Willy-Brandt-Platzes, zwischen denen sich der sogenannte Stolberger Graben befindet (siehe Anlage 3.1, Anlage 3.2 und Anlage 4.1).

Stratigraphie

Der Kern der Inde-Mulde wird im Stolberger Graben von Gesteinen des oberkarbonischen Westfal A gebildet, den Oberen Stolberg-Schichten: graue bis schwarzgraue Ton- und Schluffsteine und graue z.T. konglomeratische Sandsteine mit Steinkohleflözen (siehe cwa in Anlage 3.2 sowie in Anlage 4.1 und Anlage 4.2).

Zu den Muldenrändern hin schließen sich die älteren Unteren Stolberg-Schichten des Namur an: graue bis schwarzgraue Ton- und Schluffsteine und graue z.T. konglomeratische Sandsteine mit einzelnen dünnen Steinkohleflözchen (siehe cn in Anlage 3.2 sowie in Anlage 4.1 und Anlage 4.2).

Weiter nach Südosten zum Hammerberg-Sattel hin folgen noch ältere Gesteine des unterkarbonischen Kohlenkalks (siehe cdk in Anlage 3.2). Dabei handelt es sich um mehr oder weniger reine Kalksteine des Oberen Kohlenkalks (siehe ck in Anlage 4.1 und Anlage 4.2) sowie um Dolomitsteine und Tonmergelsteine des Mittleren Kohlenkalks (siehe cdk in Anlage 4.1 und Anlage 4.2).



Unter dem Willy-Brandt-Platz stehen den Kartenwerken zufolge bereits die Kalk- und Dolomitsteine des Kohlenkalks an. Die Grenze zu den Unteren Stolberg-Schichten verläuft entlang der nordwestlichen Berandung des Baufeldes (siehe auch Anlage 4.3).

Gemäß den vorliegenden geologischen Kartenwerken werden der Festgesteinskörper bzw. dessen Verwitterungsbildungen in der Vichtaue von holozänen Bachablagerungen abgedeckt: Auenlehme aus braunen z.T. humosen Schluffen und Sanden im Hangenden und mehr oder weniger stark verlehnte Auenkiese im Liegenden (siehe f in Anlage 3.2 sowie qha in Anlage 4.1 und Anlage 4.2).

Böden

Die Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen (siehe Unterlage 2.10) beschreibt sehr ausführlich den Aufbau der oberflächennahen Bodenschichten bis in eine Tiefe von 2 m. Danach stehen im vichtnahen Projektgebiet bei ungestörten Verhältnissen an der Geländeoberfläche vergleyte Braune Auenböden, z.T. Auengley, stellenweise Braune Auenböden oder Gley-Braunerde an (siehe gA3 in Anlage 5): schluffiger Auenlehm in Dicken von 8 dm bis 15 dm über Auenkies oder älterem Auenlehm.

Nach Westen hin schließt sich ein schmales Band aus Braunerden, z.T. Pseudogley- oder Gley-Braunerden an (siehe B35 in Anlage 5): schwach steinige, schluffige, z.T. sandige (Hang-) Lehme in einer Dicke von 8 dm bis 20 dm über zersetztem Fels.

5 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Grundwasserverhältnisse im Raum Stolberg werden im Wesentlichen von den langgestreckten SW-NO streichenden Zügen aus Karbonatgestein bestimmt. Deren Durchlässigkeit ist infolge Verkarstung hoch bis sehr hoch und dürfte im Projektgebiet etwa $k_f = 10^{-2}$ m/s betragen (siehe Unterlage 2.6). Die Sedimentgesteine des Westfal A und des Namur sind dagegen nur sehr gering durchlässig. Grundwasser zirkuliert hier nur auf Trennflächen (vor allem auf Kluftflächen in Sandsteinbänken) und in Störungszonen. Die Gebirgsdurchlässigkeit des Kluftgrundwasserleiters in der Auflockerungszone wird in Unterlage 2.7 zu i.M. $k_f = 1 \times 10^{-7}$ bis 1×10^{-6} m/s angegeben.

Die Auenlehme und -kiese in der Vichtaue stellen einen eher geringmächtigen Porengrundwasserleiter dar, der zumindest örtlich in hydraulischer Verbindung mit dem vergleichsweise gut durchlässigen Festgesteinskörper steht.

Gemäß der Bodenkarte besitzen die Decklehme meist eine mittlere Wasserdurchlässigkeit. Dies entspricht einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 10 - 40$ cm/d bzw. $k_f = 1 \times 10^{-6}$ bis 5×10^{-6} m/s.

In der Nähe des Willy-Brandt-Platzes befindet sich die Grundwassermessstelle 011007310 (siehe Bild 5.1 und Unterlage 2.11). Hier wurden zwischen Oktober 1988 und Oktober 2006 Grundwasserspiegelhöhen zwischen 185,87 mNHN (15.04.1989) und 187,25 mNHN (05.05.1997) gemessen (siehe auch Bild 5.2).

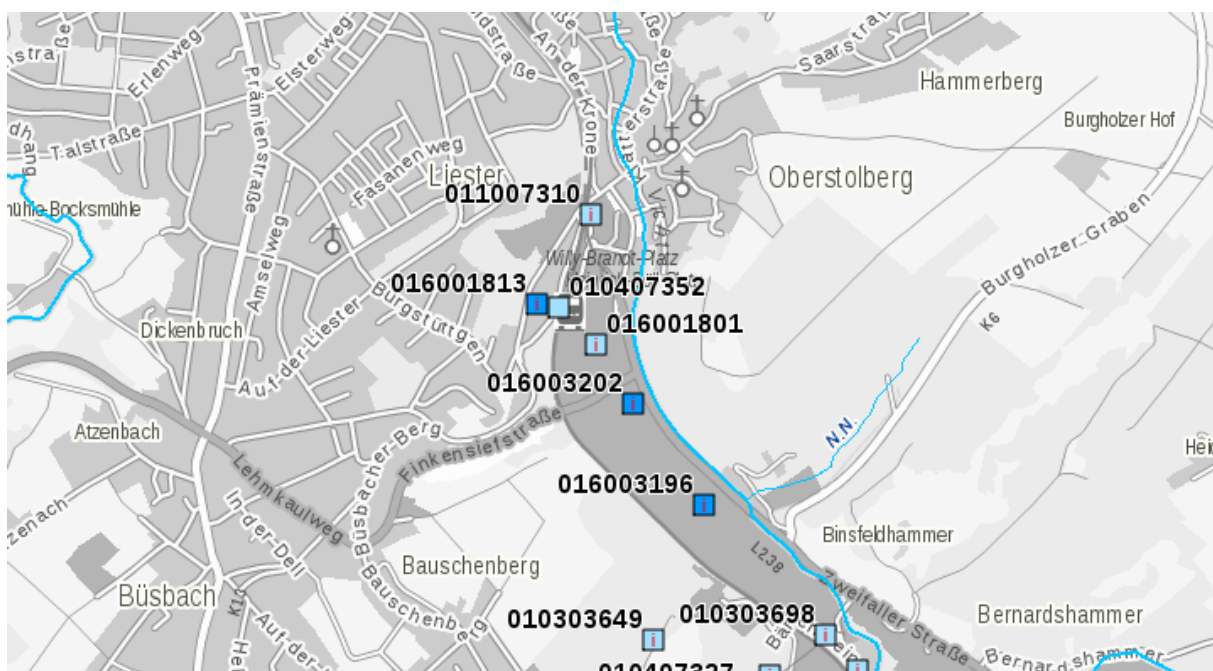


Bild 5.1: Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet (aus Unterlage 2.11)

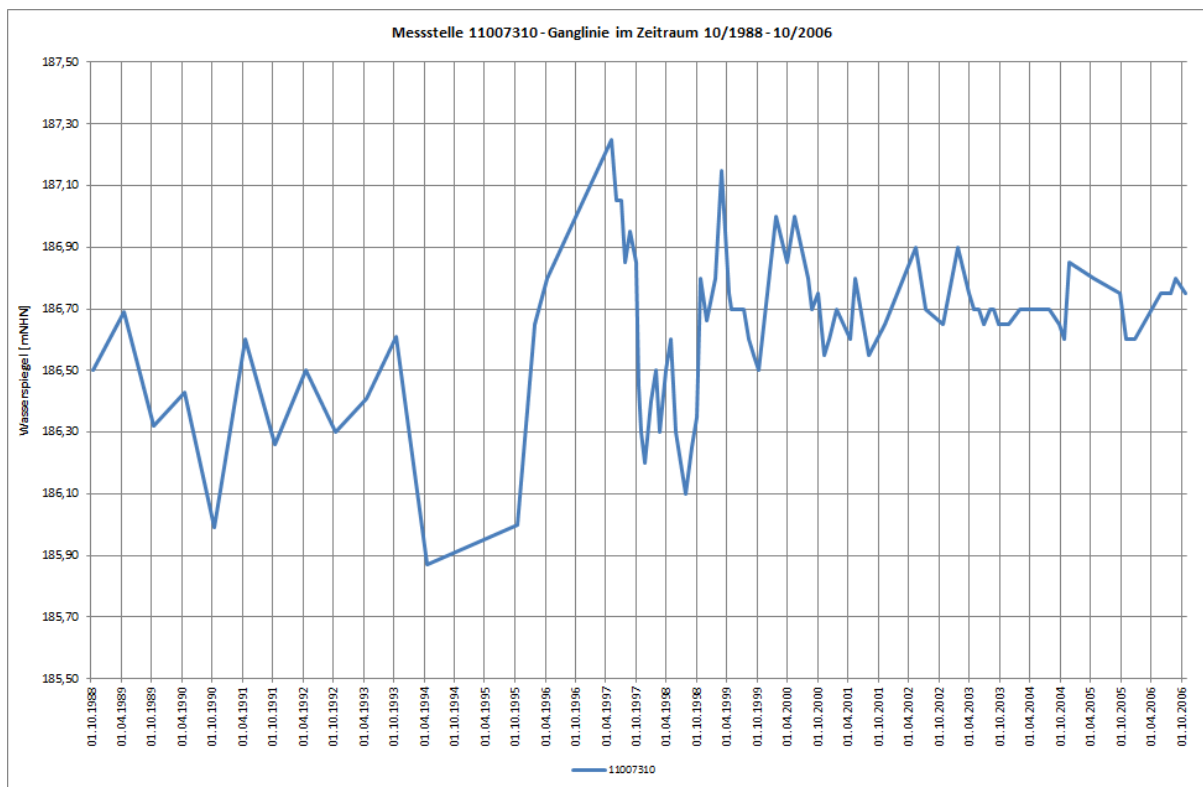


Bild 5.2: Ganglinie der Messstelle 011007310 (aus: Unterlage 2.11)

In den aktuellen max. 2 m tiefen Aufschlüssen konnte bei Bohrende kein Wasserspiegel eingemessen werden. Und es wurden auch keine nassen Böden zu Tage gefördert.

Das Projektgebiet liegt nicht innerhalb einer festgesetzten oder geplanten Trinkwasserschutzzone.



6 Seismologie und Altbergbau

Seismologische Aspekte

Erdbebeneinflüsse sind in der europäischen Norm DIN EN 1998 einschließlich nationaler Anhänge geregelt. Unterlage 2.12 enthält die in Nordrhein-Westfalen nach wie vor gültige Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen zur DIN 4149:2005-04. Der Willy-Brandt-Platz liegt in der Erdbebenzone 3 und der Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund).

Das Intensitätsintervall für die Erdbebenzone 3 beträgt $7,5 \leq I < 8,0$. Die Intensität ist eine Kennzahl für die Stärke der Bodenerschütterung bei Erdbeben. Sie beschreibt die Auswirkung auf Menschen und Objekte und das Ausmaß der Gebäudeschäden vor Ort. Den in DIN EN 1998 bzw. DIN 4149:2005 angegebenen Werten liegt die Europäische Makroseismische Skala (EMS) zugrunde. Danach sind bei einem Erdbeben mit der Intensität $I = 7,5$ große Spalten im Mauerwerk zu erwarten und es besteht die Gefahr, dass Giebelteile und Dachgesimse einstürzen.

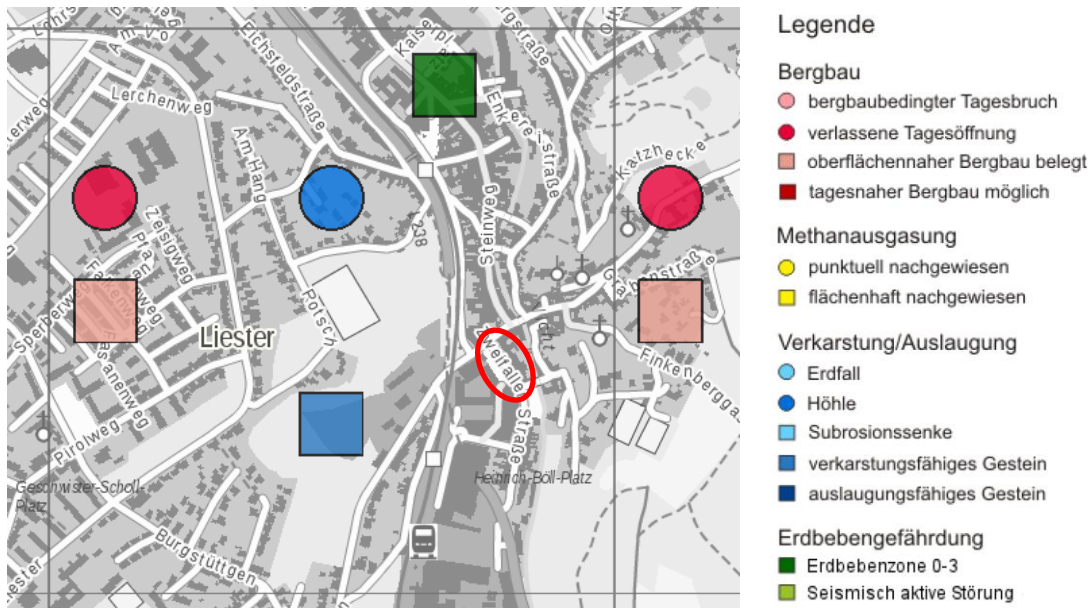
Der Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung beträgt in der Erdbebenzone 3 nach DIN EN 1998 $a_{gR} = 0,8 \text{ m/s}^2$.

Die Baugrundklasse beschreibt den seismisch relevanten oberflächennahen Untergrund bis in eine Tiefe von etwa 20 m. Das Projektgebiet ist der Baugrundklasse B (mäßig verwittrte Festgesteine bzw. Festgesteine mit geringerer Festigkeit) zuzuordnen.

Altbergbau

Der Auszug aus dem Internet-Auskunftssystem Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen, Stand 01.03.2018, in Bild 6.1 zeigt, dass in dem Planquadrat, in dem sich der Willy-Brandt-Platz befindet, oberflächennaher Bergbau belegt ist und 7 verlassene Tagesöffnungen vorhanden sind. Außerdem ist eine Höhle dokumentiert.

Eine ausführliche Altbergbau-Recherche ist nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens.



Auszug aus dem Internet-Auskunftssystem Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen, Aktualisierungsstand: 01.03.2018.
Eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit der Daten kann nicht übernommen werden.

Geobasisdaten Bezirksregierung Köln Abteilung GEObasis.nrw, Geologischer Dienst NRW, Bezirksregierung Arnsberg



Geologischer Dienst
Nordrhein-Westfalen
- Landesbetrieb -

Bezirksregierung
Arnsberg



Bild 6.1: Auszug aus dem Internet-Auskunftssystem Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen, Stand 01.03.2018



7 Baugrundaufbau, Klassifizierung und bodenmechanische Beurteilung

Allgemeines

Die Baugrundsichtung im Bereich Willy-Brandt-Platz wurde im Rahmen der aktuellen Erkundungskampagne durch insgesamt neun Rammkernbohrungen (RKB) aufgeschlossen.

Mit Ausnahme der Bohrung RKB 8/2018, die vorher festkam, und der Handschürfung am Punkt 10, die in einer Tiefe von 45 cm auf einem Hindernis aufgegeben werden musste, konnten alle Aufschlüsse bis zur planmäßigen Endteufe von 2,0 m niedergebracht werden.

Die Rammkernbohrungen haben aufgrund ihres vergleichsweise kleinen Durchmessers den Nachteil, dass evtl. im Boden enthaltene Grobkiese oder Steine i.d.R. nicht mitgefördert werden, d.h. die Kornverteilung ggf. nicht genau wiedergegeben wird.

Aufgrund seiner Position ist der Untergrund in dem erkundeten Tiefenbereich eher uneinheitlich aufgebaut. Zwischen den einzelnen Aufschlusspunkten können die Mächtigkeit und die Zusammensetzung der Auffüllungen größeren Schwankungen unterliegen.

Die einzelnen Schichten werden in der Folge ihres Auftretens von oben nach unten beschrieben. Die Bodenklassifikation erfolgt nach DIN 18196 (Bodengruppe) und ZTV E-StB 09 (Frostempfindlichkeit) sowie zusätzlich noch nach der alten Norm DIN 18300 (Bodenklasse). In den Hinweisen und Empfehlungen zur Bauausführung wird ein Vorschlag für die Festlegung von gewerkebezogenen Homogenbereichen vorgestellt.

Der Untergrund lässt sich im Projektgebiet in die folgenden Schichtkomplexe untergliedern:

- Oberflächenbefestigungen
- Auffüllungen
- Auenlehm
- Vichtsotter (Auenkies)
- Grundgebirge (Kohlenkalk, Unterkarbon)

Oberflächenbefestigungen

Die Gesamtdicke der **schwarzgebundenen Oberflächenbefestigungen** beträgt am Punkt 1 in der Aachener Straße $d = 31$ cm (siehe Bild 7.1 sowie Anlage 6.1 und Anlage 7.1). An den Punkten 7 und 8 in der Verlängerung der Zweifaller Straße wurden im Bereich der geplanten Umgestaltungsmaßnahme Schichtdicken von 23 cm (KB 7, siehe Anlage 7.2) bzw. 27 cm (KB 8, siehe Anlage 7.3) gemessen. Bild 7.2 zeigt die Ausfallstraße nach Vicht und Zweifel in Höhe des Willy-Brandt-Platzes. Zum PAK-Gehalt der Trag-/Deckschichten der Fahrbahnen siehe Kapitel 8.



Bild 7.1: Aachener Straße am Willy-Brandt-Platz



Bild 7.2: Verlängerung der Zweifaller Straße am Willy-Brandt-Platz

Der Belag des **Willy-Brandt-Platzes** besteht zu einem großen Teil aus 30 cm langen und 20 cm breiten Platten mit einer Dicke von 8 cm (siehe Anlage 6.5 und Anlage 6.6). Zwischen dem Plattenbelag finden sich kleinere Flächen mit Natursteinpflaster (siehe Anlage 6.4). Bild 7.3 zeigt die vorhandene Platzbefestigung.



Bild 7.3: Plattenbelag und Natursteinpflaster auf dem Willy-Brandt-Platz

An allen drei Aufschlusspunkten auf dem Platz wurde unterhalb der Platten bzw. des Pflasters und der zugehörigen Bettungsschicht eine i.M. rd. 20 cm dicke Betontragschicht erbohrt (siehe Anlage 6.4 – Anlage 6.6).

Der Gehweg auf der Nordseite des **Steinwegs** besitzt ebenfalls einen Plattenbelag ($L \times B \times D = 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$). Auch hier wurde eine rd. 20 cm dicke Betontragschicht festgestellt (siehe Bild 7.4 und Anlage 6.2).



Bild 7.4: Plattenbelag der Gehwege am Steinweg

Die Fahrbahn des Steinwegs ist größtenteils mit Betonpflaster befestigt: $L \times B \times D = 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$ (siehe Bild 7.5). Die Dicke der Betontragschicht wurde am Punkt 3 zu ca. 27 cm ermittelt (siehe Anlage 6.3).



Bild 7.5: Betonpflaster im Steinweg

Die geplante Kleinbohrung RKB 9/2018 im östlichen **Gehweg am Willy-Brandt-Platz** konnte wegen der Vielzahl vorhandener Versorgungsleitungen in dem schmalen Weg nicht ausgeführt werden. Und am Punkt 10 kam die Handschürfung zur Leitungssuche in einer Tiefe von 45 cm unter GOK fest. Hier waren vorab Gehwegplatten $L \times B \times D = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}$ aufgenommen (siehe auch Bild 7.6) und die 20 cm dicke Betontragschicht unter der Bettungsschicht aufgestemmt worden (siehe Anlage 6.10).



Bild 7.6: Gehweg auf der Ostseite des Willy-Brandt-Platzes

Ungebundene Tragschichten

Unterhalb der schwarzen Fahrbahnbefestigungen bzw. unterhalb der Betontragschicht in den plattierten oder gepflasterten Bereichen wurden flächendeckend ungebundene Tragschichten erbahrt. Die Lagerungsdichte der kalkfreien lokal schwach schluffigen Kiessande wurde vom Feldgeologen anhand der Widerstände beim Bohren zu mitteldicht (bis dicht) und nur selten zu locker bis mitteldicht abgeschätzt.

Die Dicke der ungebundenen Tragschichten, die aus gerundeten Flusskiesen (z.T. auch mit Sandsteinbruchstückchen) bestehen und i.d.R. keine mineralischen Fremdbestandteile enthielten, variiert an den Punkten 1 bis 6 zwischen 60 cm und 25 cm. Am Punkt 8 wurden gut 90 cm gemessen, und am Punkt 7 endet die Bohrung in einer Tiefe von 2,0 m unter FOK noch in den fremdstofffreien Kies-Sand-Gemischen.

Zu den Schadstoffgehalten in den ungebundenen Tragschichten siehe Kapitel 8.



Weitere Auffüllung

An den Erkundungspunkten 1 bis 6 wurden unterhalb der ungebundenen Tragschichten weitere aufgefüllte Böden ermittelt. Diese Dicke variiert zwischen 0,7 m und $\geq 1,4$ m (siehe auch Tabelle 7.1). Zur Beschreibung der Auffüllungen sei ebenfalls auf die Tabelle 7.1 sowie auf die Bohrprofile in Anlage 6 verwiesen.

Die bindigen Auffüllungen besaßen gemäß der sensitiven Ansprache eine steife, seltener eine weiche bis steife Konsistenz. Aufgrund der Widerstände beim Bohren kann für die Kiessande auf eine lockere bzw. lockere – mitteldichte Lagerung geschlossen werden. Am Punkt 3 waren die Füllböden schwer zu bohren und demzufolge dicht gelagert.

Die anthropogenen Füllböden wurden zu Mischproben zusammengefasst und hinsichtlich ihrer Schadstoffgehalte nach LAGA und DepV überprüft (siehe Tabelle 3.2 und Tabelle 7.1). Zu den Ergebnissen der chemischen Laborversuche siehe Kapitel 8.

Aufschlusspunkt [-]	UK ungeb. Tragschichten [m unter GOK]	UK Auffüllung [m unter GOK]	Dicke Auffüllung [m]	Art der Auffüllung [-]	Mischprobe [-]
1	0,80	1,60	0,70	sandiger, kiesiger Schluff mit weniger als 10 Vol.-% Schlacke	MP1
2	0,70	1,50 (?)	0,80 (?)	vermutlich umgelagerter Auenlehm	
3	0,60	1,40	0,80	sandiger, schwach schluffiger Kies mit deutlich mehr als 10 Vol.-% Betonbruch und Schlacke	MP2
4	0,70	1,50	0,80	kiesiger, schwach sandiger Schluff mit mehr als 10 Vol.-% Betonbruch und Schlacke	MP1
5	0,60	$\geq 2,00$	$\geq 1,40$	sandiger Kies mit deutlich mehr als 10 Vol.-% Bauschutt	MP3
6	0,60	1,40	0,80	stark sandiger, schwach schluffiger Kies mit mehr als 10 Vol.-% Schlacke	MP3
7	$\geq 2,00$	?	?	?	
8	1,20	-	-	-	

Tabelle 7.1: Schichtgrenzen, Schichtdicken und Kurzbeschreibung der Auffüllungen



Auenlehm

Gewachsene (und umgelagerte Auenlehme) wurden an den Punkten 2, 4, 6 und 8 nur noch in Restmächtigkeit angetroffen (siehe Tabelle 7.2). Dabei handelt es sich meist um schwach humose, schwach kiesige, schwach sandige, schwach tonige Schluffe mit weicher bis steifer Konsistenz.

Aufschlusspunkt [-]	OK Auenlehm [m unter GOK]	UK Auenlehm [m unter GOK]	Schichtdicke [-]
2	0,70	1,50	0,80
4	1,50	≥ 2,00	≥ 0,50
6	1,40	≥ 2,00	≥ 0,60
8	1,20	1,40	0,20

Tabelle 7.2: Schichtgrenzen und Schichtdicken der Auenlehme

Vichtsotter (Auenkies)

Die Kleinbohrungen RKB 1 bis 3 und 8/2018 tauchten in Tiefen von 1,4 – 1,6 m unter GOK in die Auenkiese ein. Die schwach sandigen bis sandigen meist nur schwach gerundeten Kiese sind i.d.R. zumindest schwach verlehmt. Lediglich am Punkt 2 wurden feinkornfreie schwach steinige Kiese erbohrt. Die Lagerungsdichte der Vichtsotter kann anhand des Bohrfortschritts zu wenigstens mitteldicht abgeschätzt werden.

Grundgebirge (Kohlenkalk)

Der gewachsene Fels bzw. dessen Verwitterungsprodukte wurden mit den acht Aufschlüssen im Maßnahmenbereich nicht erbohrt. Die Oberfläche des Verwitterungslehms befindet sich demnach in Tiefen von mehr als 2 m unter GOK. Weil für die anstehenden Arbeiten von untergeordneter Bedeutung, wird hier auf eine Beschreibung verzichtet und sei auf die allgemeinen Erläuterungen im Kapitel „Geologie“ verwiesen.

Klassifizierung und Kennwerte

Tabelle 7.3 enthält die Klassifizierung der erkundeten Bodenschichten. Die charakteristischen Werte der bodenmechanischen Kenngrößen werden auf der Grundlage der Felduntersuchungen, der sensitiven Begutachtung des Bohrguts sowie auf der Grundlage von Literatur- und Erfahrungswerten bei vergleichbaren Böden in Tabelle 7.4 zusammengefasst.



Es wird darauf hingewiesen, dass es sich hierbei nicht um feste Größen im Sinne von Materialkonstanten handelt, sondern um bereichsweise variierende Werte, die auch von der Art und Dauer der Beanspruchung abhängen.

Bodenschicht	Klassifizierung		
	Bodengruppen nach DIN 18196	Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 09	Bodenklassen nach alter DIN 18300:2012
ungebundene Tragschichten	GW, GI, SW, SI (GE, SE, GU, SU)	F 1 (F 2)	3
nichtbindige/ schwach bindige	GW, GI, SW, SI, GU, SU	F 1 F 2	3 (5)
Auffüllungen			
bindige	GU*, SU*, UL, UM	F 3	4 (5)
Auenlehm	UL, UM, TL, TM	F 3	4, aufgeweichte Partien 2
Auenkies	GW, GI GU (GU*)	F 1, F 2 (F 3)	3 (4)

Tabelle 7.3: Zusammenstellung der Bodenklassifizierungen

Bodenschicht	Charakteristische Werte der bodenmechanischen Kenngrößen				
	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k} = f(\sigma)$ [MN/m ²]
ungebundene Tragschichten	20 (im Mittel)	11 (im Mittel)	32,5 (im Mittel)	0	stark variierend
nichtbindige/ schwach bindige	20 (im Mittel)	11 (im Mittel)	35 (im Mittel)	0	10 – 60
Auffüllungen					
bindige	19 (im Mittel)	10 (im Mittel)	27,5 – 32,5	5,0 – 2,5	5 – 15 (steif)
Auenlehm	20 (im Mittel)	11 (im Mittel)	27,5 (im Mittel)	5 (steif)	4 – 8 (steif)
Auenkies	19 (im Mittel)	10 (im Mittel)	30 – 35	2,5 – 0	40 – 60

Tabelle 7.4: Zusammenstellung der charakteristischen Werte der bodenmechanischen Kenngrößen



Durchlässigkeiten der Bodenschichten

Die Beurteilung der Durchlässigkeiten der angetroffenen Bodenschichten erfolgt auf der Grundlage der im Rahmen der aktuellen Aufschlusskampagne gewonnenen Erkenntnisse sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten und der vorliegenden Unterlagen zur Hydrogeologie. Im Rahmen der aktuellen Untersuchungen wurden keine Feld- oder Laborversuche zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden durchgeführt.

Die **ungebundenen Tragschichten** stellen gut bis sehr gut durchlässige Böden mit Durchlässigkeitsbeiwerten zwischen 1×10^{-4} m/s und 1×10^{-3} m/s dar.

Die **Auffüllungen** besitzen aufgrund ihrer heterogenen Kornzusammensetzung i.d.R. Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $k_f = 1 \times 10^{-7}$ m/s und $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s bei großen Unterschieden in horizontaler und vertikaler Richtung.

Die Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen (siehe Unterlage 2.10) weist dem **Auenlehm** eine meist mittlere Wasserdurchlässigkeit ($k_f = 10$ bis 40 cm/Tag) zu. Dies entspricht etwa einer Größenordnung zwischen $k_f = 1 \times 10^{-6}$ und 5×10^{-6} m/s. Bei starker Verlehmung kann die Durchlässigkeit bis auf $k_f < 1 \times 10^{-7}$ m/s absinken.

Die **Auenkiese** besitzen Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte zwischen $k_f = 1 \times 10^{-2}$ m/s (grobe Kiese) und $k_f = 5 \times 10^{-6}$ m/s (lehmige Kiese). Die Schwankungen können infolge häufig wechselnder sedimentologischer Ausbildung (Kornzusammensetzung) der Vichtsotter in vertikaler und horizontaler Richtung auftreten. Die sensitive Begutachtung des Bohrguts lässt auf Werte von $k_f = 1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-3}$ m/s schließen.



8 Umwelteinflüsse

Auffüllungen, Aufschlusspunkte 1 und 4 (Bereich Nord/Aachener Straße)

Die zur Mischprobe MP1 zusammengefassten Auffüllungen unterhalb der ungebundenen Tragschichten aus dem Bereich Nord/Aachener Straße (Punkte 1 und 4) mit i.M. voraussichtlich mehr als 10 Vol.-% mineralischen Fremdbestandteilen wurden hinsichtlich ihrer Schadstoffgehalte nach LAGA M20 (1997), Boden sowie DepV (2013) im Feststoff und im Eluat ausschließlich Antimon-C0, GB₂₁ und ANC untersucht. Zusätzlich wurden auch die Atmungsaktivität AT₄ und der Brennwert bestimmt. Die genaue Zusammensetzung der Mischprobe für die chemischen Laborversuche ist in Tabelle 3.2 aufgeführt bzw. den Bohrprofilen in Anlage 6 zu entnehmen. Der zugehörige Laborbericht des Analytisches Labor Fölsing, Aachen, ist in Anlage 9 abgelegt.

In Tabelle 8.1 und Tabelle 8.2 werden die Ergebnisse zunächst den Zuordnungswerten nach LAGA M20, Boden (1997) gegenübergestellt. Da der Anteil mineralischer Fremdbestandteile i.M. > 10 Vol.-% betragen dürfte, werden die Analyseergebnisse auch mit den Grenzwerten für Boden-Bauschutt-Gemische nach LAGA M20 (1997) verglichen (siehe Tabelle 8.3 und Tabelle 8.4). Dabei werden zur Bewertung der Schwermetallgehalte die Z1.1-, Z1.2- und Z2-Zuordnungswerte nach LAGA M20 (1997), Boden herangezogen.

Des Weiteren wird die Deklarationsanalyse nach DepV (2013) ausgewertet (siehe Tabelle 8.5).

Die Mischprobe MP1 ist nach LAGA wie folgt einzustufen:

- LAGA M20 (1997), Boden	Feststoff:	Cadmium-, Zink-, PAK-Gehalt	> Z2
		Blei-, Kupfergehalt	= Z2
		Arsen-, EOX-Gehalt	= Z1.1
	Eluat:	Bleige halt	= Z1.1
- LAGA M20 (1997), Bauschutt	Feststoff:	Cadmium-, Zinkgehalt	> Z2
		Blei-, Kupfer-, PAK-Gehalt	= Z2
		Arsen-, EOX-Gehalt	= Z1.1
	Eluat:	Bleige halt	= Z1.1
- Deponieverordnung (2013) (ohne Glühverlust und TOC)	Feststoff:	PAK-Gehalt	= DK I
	Eluat:	ohne Befund	= DK 0



Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA M20 (1997), Boden				Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP1 (43475)
Arsen	mg/kg TS	20	30	50	150	25,6
Blei	mg/kg TS	100	200	300	1000	964
Cadmium	mg/kg TS	0,6	1	3	10	10,4
Chrom (ges.)	mg/kg TS	50	100	200	600	12,3
Kupfer	mg/kg TS	40	100	200	600	237
Nickel	mg/kg TS	40	100	200	600	30,1
Thallium	mg/kg TS	0,5	1	3	10	< 0,4
Quecksilber	mg/kg TS	0,3	1	3	10	0,25
Zink	mg/kg TS	120	300	500	1500	3080
Cyanide (ges.)	mg/kg TS	1	10	30	100	< 0,5
pH-Wert	-	5,5 - 8,0	5,5 - 8,0	5,0 - 9,0	-	7,3
EOX	mg/kg TS	1	3	10	15	1,5
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TS	100	300	500	1000	< 100
Σ BTEX	mg/kg TS	< 1	1	3	5	n.b.
Σ LHKW	mg/kg TS	< 1	1	3	5	n.b.
Σ PCB ₆	mg/kg TS	0,02	0,1	0,5	1	n.b.
Σ PAK ₁₆	mg/kg TS	1	5	15	20	52,8

Tabelle 8.1: Ergebnisse der Feststoffanalysen nach LAGA M20 (1997), Boden der MP1

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA M20 (1997), Boden				Messwert/ Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP1 (43475)
pH-Wert	-	6,5 – 9,0	6,5 – 9,0	6 – 12	5,5 – 12	7,5
Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	1000	1500	94
Chlorid	mg/l	10	10	20	30	< 10
Sulfat	mg/l	50	50	100	150	< 20
Cyanide (ges.)	µg/l	< 10	10	50	100	< 5
Arsen	µg/l	10	10	40	60	< 10
Blei	µg/l	20	40	100	200	23
Cadmium	µg/l	2	2	5	10	< 1
Chrom (ges.)	µg/l	15	30	75	150	< 10
Kupfer	µg/l	50	50	150	300	< 10
Nickel	µg/l	40	50	150	200	< 10
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2	< 0,2
Zink	µg/l	100	100	300	600	14
Thallium	µg/l	< 1	1	3	5	< 0,5
Phenolindex	µg/l	< 10	10	50	100	< 10

Tabelle 8.2: Ergebnisse der Eluatanalysen nach LAGA M20 (1997), Boden der MP1



Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA Bauschutt (1997)				Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP1 (43475)
Arsen	mg/kg TS	20	30	50	150	25,6
Blei	mg/kg TS	100	200	300	1000	964
Cadmium	mg/kg TS	0,6	1	3	10	10,4
Chrom (ges.)	mg/kg TS	50	100	200	600	12,3
Kupfer	mg/kg TS	40	100	200	600	237
Nickel	mg/kg TS	40	100	200	600	< 30,1
Quecksilber	mg/kg TS	0,3	1	3	10	0,25
Zink	mg/kg TS	120	300	500	1500	3080
EOX	mg/kg TS	1	3	5	10	1,5
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg TS	100	300	500	1000	< 100
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg TS	100	600	1000	2000	< 100
Σ PCB ₆	mg/kg TS	0,02	0,1	0,5	1	n.b.
Σ PAK ₁₆	mg/kg TS	1	5 (20)	15 (50)	75 (100)	52,8

Tabelle 8.3: Ergebnisse der Feststoffanalysen nach LAGA M20 (1997), Bauschutt an der MP1

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA Bauschutt (1997)				Messwert/ Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP1 (43475)
pH-Wert	-	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	7,5
Leitfähigkeit	µS/cm	500	1500	2500	3000	94
Chlorid	mg/l	10	20	40	150	< 10
Sulfat	mg/l	50	150	300	600	< 20
Arsen	µg/l	10	10	40	50	< 10
Blei	µg/l	20	40	100	100	23
Cadmium	µg/l	2	2	5	5	< 1
Chrom (ges.)	µg/l	15	30	75	100	< 10
Kupfer	µg/l	50	50	150	200	< 10
Nickel	µg/l	40	50	100	100	< 10
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2	< 0,2
Zink	µg/l	100	100	300	400	14
Phenolindex	µg/l	< 10	10	50	100	< 10

Tabelle 8.4: Ergebnisse der Eluatanalysen nach LAGA M20 (1997), Bauschutt an der MP1



Parameter (Feststoff)	Einheit	Wert in der Mischprobe MP1 (43475)	Deklaration nach DepV	Parameter (Eluat)	Einheit	Wert in der Mischprobe MP1 (43475)	Deklaration nach DepV
pH-Wert		7,3	-	pH-Wert	-	7,5	DK 0
EOX	mg/kg	1,5	-	Leitfähigkeit	µS/cm	94	-
KW _{C10-C40}	mg/kg	< 100	DK 0	DOC	mg/l	< 3	DK 0
ΣBTEx	mg/kg	n.b.	DK 0	Chlorid	mg/l	< 10	DK 0
ΣLHKW	mg/kg	n.b.	-	Sulfat	mg/l	< 20	DK 0
ΣPAK _{EPA}	mg/kg	52,8	DK I	Cyanide gesamt	mg/l	< 0,005	-
Benzo(a)pyren	mg/kg	2,2	-	Cyanide I. freisetzbar	mg/l	< 0,005	DK 0
ΣPCB ₆	mg/kg	n.b.	-	Phenole	mg/l	< 0,010	DK 0
ΣPCB ₇	mg/kg	n.b.	DK 0	Arsen	mg/l	< 0,010	DK 0
Arsen	mg/kg	25,6	-	Blei	mg/l	0,023	DK 0
Blei	mg/kg	964	-	Cadmium	mg/l	< 0,001	DK 0
Cadmium	mg/kg	10,4	-	Chrom (ges.)	mg/l	< 0,010	-
Chrom gesamt	mg/kg	12,3	-	Kupfer	mg/l	< 0,010	DK 0
Kupfer	mg/kg	237	-	Nickel	mg/l	< 0,010	DK 0
Nickel	mg/kg	30,1	-	Quecksilber	mg/l	< 0,0002	DK 0
Quecksilber	mg/kg	0,25	-	Thallium	mg/l	< 0,0005	-
Thallium	mg/kg	< 0,4	-	Zink	mg/l	0,014	DK 0
Zink	mg/kg	3080	-	Fluorid	mg/l	< 0,75	DK 0
Cyanide gesamt	mg/kg	< 0,5	-	Barium	mg/l	< 0,010	DK 0
Glühverlust	M.-%	2,83	DK 0 ¹⁾	Molybdän	mg/l	< 0,010	DK 0
TOC	M.-%	1,6	DK 0 ¹⁾	Antimon	mg/l	< 0,005	DK 0
extrah. Lipophile Stoffe	M.-%	0,05	DK 0	Selen	mg/l	< 0,01	DK 0
AT ₄	mg/g	< 2	DK 0	wasserlöslicher Anteil	M.-%	-	-
Brennwert (H ₀)	kJ/kg	< 1500	DK 0	Gesamthalt an gelösten Feststoffen	mg/l	< 100	DK 0

1) wird als DK 0 eingestuft, da AT₄, Brennwert und DOC-Gehalt den DK 0-Grenzwert nicht überschreiten

Tabelle 8.5: Ergebnisse der Feststoff- und Eluatanalysen nach DepV an der MP1

Der TOC-Gehalt der Mischprobe MP1 beträgt 1,6 % und der Glühverlust 2,83 %. Die Atmungsaktivität AT₄, der Brennwert und der DOC-Gehalt im Eluat zeigen, dass beide Werte unkritisch sind (jeweils Unterschreitung der DK 0-Grenzwerte).

Der Zinkgehalt von 3.080 mg/kg führt gemäß den im Informationsportal Abfallbewertung (IPA) hinterlegten Grenzwertlisten zu einer Einstufung als **gefährlicher Abfall**.

Auffüllungen Aufschlusspunkt 3 (Bereich Nord/Steinweg)

Die zur Mischprobe MP2 zusammengefassten Auffüllungen unterhalb der ungebundenen Tragschichten aus dem Bereich Nord/Steinweg (Punkt 3) mit mehr als 10 Vol.-% mineralischen Fremdbestandteilen wurden hinsichtlich ihrer Schadstoffgehalte nach LAGA M20 (1997), Boden sowie DepV (2013) im Feststoff und im Eluat ausschließlich Antimon-C0, GB₂₁ und ANC untersucht. Zusätzlich wurden auch die Atmungsaktivität AT₄ und der Brennwert bestimmt.



Die genaue Zusammensetzung der Mischprobe für die chemischen Laborversuche ist in Tabelle 3.2 aufgeführt bzw. den Bohrprofilen in Anlage 6 zu entnehmen. Der zugehörige Laborbericht des Analytisches Labor Fölsing, Aachen, ist in Anlage 10 abgelegt.

In Tabelle 8.6 und Tabelle 8.7 werden die Ergebnisse aufgrund des Fremdstoffanteils von mehr als 10 Vol.-% den Zuordnungswerten nach LAGA M20, Bauschutt (1997) gegenübergestellt. Dabei werden zur Bewertung der Schwermetallgehalte die Z1.1-, Z1.2- und Z2-Zuordnungswerte nach LAGA M20 (1997), Boden herangezogen.

Des Weiteren wird die Deklarationsanalyse nach DepV (2013) ausgewertet (siehe Tabelle 8.8).

Die Mischprobe MP2 ist nach LAGA wie folgt einzustufen:

- LAGA M20 (1997), Bauschutt	Feststoff:	Arsen-, Blei-, Cadmium-, Kupfer-, Zinkgehalt Nickel-, Quecksilber-, PAK-Gehalt	> Z2 = Z1.1
	Eluat:	Quecksilbergehalt	> Z2
- Deponieverordnung (2013) (ohne TOC und Glühverlust)	Feststoff		= DK 0
	Eluat	Quecksilbergehalt	= DK II

Der TOC-Gehalt der Mischprobe MP2 beträgt 1,7 %, der Glühverlust 7,52 %. Die Atmungsaktivität AT₄, der Brennwert und der DOC-Gehalt im Eluat zeigen, dass beide Werte unkritisch sind (jeweils Unterschreitung der DK 0-Grenzwerte).

Extrem hohe Schwermetallgehalte führen gemäß den im Informationsportal Abfallbewertung (IPA) hinterlegten Grenzwertlisten zu einer Einstufung als **gefährlicher Abfall**.



Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA Bauschutt (1997)				Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP2 (43476)
Arsen	mg/kg TS	20	30	50	150	219
Blei	mg/kg TS	100	200	300	1000	4680
Cadmium	mg/kg TS	0,6	1	3	10	55,7
Chrom (ges.)	mg/kg TS	50	100	200	600	10,2
Kupfer	mg/kg TS	40	100	200	600	3000
Nickel	mg/kg TS	40	100	200	600	85,3
Quecksilber	mg/kg TS	0,3	1	3	10	0,38
Zink	mg/kg TS	120	300	500	1500	37700
EOX	mg/kg TS	1	3	5	10	< 1
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg TS	100	300	500	1000	< 100
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg TS	100	600	1000	2000	< 100
Σ PCB ₆	mg/kg TS	0,02	0,1	0,5	1	n.b.
Σ PAK ₁₆	mg/kg TS	1	5 (20)	15 (50)	75 (100)	1,1

Tabelle 8.6: Ergebnisse der Feststoffanalysen nach LAGA M20 (1997), Bauschutt an der MP2

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA Bauschutt (1997)				Messwert/ Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP2 (43476)
pH-Wert	-	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	7,9
Leitfähigkeit	µS/cm	500	1500	2500	3000	107
Chlorid	mg/l	10	20	40	150	< 10
Sulfat	mg/l	50	150	300	600	< 20
Arsen	µg/l	10	10	40	50	< 10
Blei	µg/l	20	40	100	100	< 10
Cadmium	µg/l	2	2	5	5	< 1
Chrom (ges.)	µg/l	15	30	75	100	< 10
Kupfer	µg/l	50	50	150	200	< 10
Nickel	µg/l	40	50	100	100	< 10
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2	18
Zink	µg/l	100	100	300	400	23
Phenolindex	µg/l	< 10	10	50	100	< 10

Tabelle 8.7: Ergebnisse der Eluatanalysen nach LAGA M20 (1997), Bauschutt an der MP2



Parameter (Feststoff)	Einheit	Wert in der Mischprobe MP2 (43476)	Deklaration nach DepV	Parameter (Eluat)	Einheit	Wert in der Mischprobe MP2 (43476)	Deklaration nach DepV
pH-Wert		8,5	-	pH-Wert	-	7,9	DK 0
EOX	mg/kg	< 1	-	Leitfähigkeit	µS/cm	107	-
KW _{C10-C40}	mg/kg	< 100	DK 0	DOC	mg/l	< 3	DK 0
ΣBTEx	mg/kg	n.b.	DK 0	Chlorid	mg/l	< 10	DK 0
ΣLHKW	mg/kg	n.b.	-	Sulfat	mg/l	< 20	DK 0
ΣPAK _{EPA}	mg/kg	1,1	DK 0	Cyanide gesamt	mg/l	< 0,005	-
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,1	-	Cyanide I. freisetzbar	mg/l	< 0,005	DK 0
ΣPCB ₆	mg/kg	n.b.	-	Phenole	mg/l	< 0,010	DK 0
ΣPCB ₇	mg/kg	n.b.	DK 0	Arsen	mg/l	< 0,010	DK 0
Arsen	mg/kg	219	-	Blei	mg/l	< 0,010	DK 0
Blei	mg/kg	4680	-	Cadmium	mg/l	< 0,001	DK 0
Cadmium	mg/kg	55,7	-	Chrom (ges.)	mg/l	< 0,010	-
Chrom gesamt	mg/kg	10,2	-	Kupfer	mg/l	< 0,010	DK 0
Kupfer	mg/kg	3000	-	Nickel	mg/l	< 0,010	DK 0
Nickel	mg/kg	85,3	-	Quecksilber	mg/l	0,018	DK II
Quecksilber	mg/kg	0,38	-	Thallium	mg/l	< 0,0005	-
Thallium	mg/kg	< 0,4	-	Zink	mg/l	0,023	DK 0
Zink	mg/kg	37700	-	Fluorid	mg/l	< 0,75	DK 0
Cyanide gesamt	mg/kg	< 0,5	-	Barium	mg/l	< 0,010	DK 0
Glühverlust	M.-%	7,52	DK 0 ¹⁾	Molybdän	mg/l	< 0,010	DK 0
TOC	M.-%	1,7	DK 0 ¹⁾	Antimon	mg/l	< 0,005	DK 0
extrah. Lipophile Stoffe	M.-%	< 0,01	DK 0	Selen	mg/l	< 0,010	DK 0
AT ₄	mg/g	< 2	DK 0	wasserlöslicher Anteil	M.-%	-	-
Brennwert (H ₀)	kJ/kg	< 1500	DK 0	Gesamthalt an gelösten Feststoffen	mg/l	< 100	DK 0

1) wird als DK 0 eingestuft, da AT₄, Brennwert und DOC-Gehalt den DK 0-Grenzwert nicht überschreiten

Tabelle 8.8: Ergebnisse der Feststoff- und Eluatanalysen nach DepV an der MP2

Auffüllungen, Aufschlusspunkte 5 und 6 (Bereiche Mitte und Süd)

Die zur Mischprobe MP3 zusammengefassten Auffüllungen unterhalb der ungebundenen Trag-schichten aus den Bereichen Mitte und Süd (Punkte 5 und 6) mit mehr als 10 Vol.-% minerali-schen Fremdbestandteilen wurden hinsichtlich ihrer Schadstoffgehalte nach LAGA M20 (1997), Boden sowie DepV (2013) im Feststoff und im Eluat ausschließlich Antimon-C0, GB₂₁ und ANC untersucht. Zusätzlich wurden auch die Atmungsaktivität AT₄ und der Brennwert bestimmt. Die genaue Zusammensetzung der Mischprobe für die chemischen Laborversuche ist in Tabelle 3.2 aufgeführt bzw. den Bohrprofilen in Anlage 6 zu entnehmen. Der zugehörige Laborbericht des Analytisches Labor Fölsing, Aachen, ist in Anlage 11 abgelegt.

In Tabelle 8.9 und Tabelle 8.10 werden die Ergebnisse aufgrund des Fremdstoffanteils von mehr als 10 Vol.-% den Zuordnungswerten nach LAGA M20, Bauschutt (1997) gegenüber-gestellt. Dabei werden zur Bewertung der Schwermetallgehalte die Z1.1-, Z1.2- und Z2-Zuordnungswerte nach LAGA M20 (1997), Boden herangezogen.



Des Weiteren wird die Deklarationsanalyse nach DepV (2013) ausgewertet (siehe Tabelle 8.11).

Die Mischprobe MP3 ist nach LAGA wie folgt einzustufen:

- LAGA M20 (1997), Bauschutt	Feststoff	Blei-, Cadmium-, Zinkgehalt	> Z2
		Arsen-, Kupfer-, PAK-Gehalt	= Z1.2
		Quecksilbergehalt	= Z1.1
	Eluat	Blei-, Quecksilbergehalt	= Z1.1
- Deponieverordnung (2013) (ohne TOC und Glühverlust)	Feststoff		= DK 0
	Eluat		= DK 0

Der TOC-Gehalt der Mischprobe MP3 beträgt 1,4 % und der Glühverlust 3,92 %. Die Atmungsaktivität AT_4 , der Brennwert und der DOC-Gehalt im Eluat zeigen, dass beide Werte unkritisch sind (jeweils Unterschreitung der DK 0-Grenzwerte).

Der hohe Zinkgehalt führt gemäß den im Informationsportal Abfallbewertung (IPA) hinterlegten Grenzwertlisten zu einer Einstufung als **gefährlicher Abfall**.

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA Bauschutt (1997)				Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP3 (43477)
Arsen	mg/kg TS	20	30	50	150	49,4
Blei	mg/kg TS	100	200	300	1000	2220
Cadmium	mg/kg TS	0,6	1	3	10	29,9
Chrom (ges.)	mg/kg TS	50	100	200	600	9,46
Kupfer	mg/kg TS	40	100	200	600	172
Nickel	mg/kg TS	40	100	200	600	20,1
Quecksilber	mg/kg TS	0,3	1	3	10	0,40
Zink	mg/kg TS	120	300	500	1500	6930
EOX	mg/kg TS	1	3	5	10	< 1
Kohlenwasserstoffe $C_{10}-C_{22}$	mg/kg TS	100	300	500	1000	< 100
Kohlenwasserstoffe $C_{10}-C_{40}$	mg/kg TS	100	600	1000	2000	< 100
Σ PCB ₆	mg/kg TS	0,02	0,1	0,5	1	n.b.
Σ PAK ₁₆	mg/kg TS	1	5 (20)	15 (50)	75 (100)	5,5

Tabelle 8.9: Ergebnisse der Feststoffanalysen nach LAGA M20 (1997), Bauschutt an der MP3



Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA Bauschutt (1997)				Messwert/ Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP3 (43477)
pH-Wert	-	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	8,7
Leitfähigkeit	µS/cm	500	1500	2500	3000	71
Chlorid	mg/l	10	20	40	150	< 10
Sulfat	mg/l	50	150	300	600	< 20
Arsen	µg/l	10	10	40	50	< 10
Blei	µg/l	20	40	100	100	32
Cadmium	µg/l	2	2	5	5	< 1
Chrom (ges.)	µg/l	15	30	75	100	< 10
Kupfer	µg/l	50	50	150	200	< 10
Nickel	µg/l	40	50	100	100	< 10
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2	0,91
Zink	µg/l	100	100	300	400	77
Phenolindex	µg/l	< 10	10	50	100	< 10

Tabelle 8.10: Ergebnisse der Eluatanalysen nach LAGA M20 (1997), Bauschutt an der MP3

Parameter (Feststoff)	Einheit	Wert in der Mischprobe	Deklaration nach DepV
		MP3 (43477)	
pH-Wert		8,6	-
EOX	mg/kg	< 1	-
KW _{C10-C40}	mg/kg	< 100	DK 0
ΣBTEx	mg/kg	n.b.	DK 0
ΣLHKW	mg/kg	n.b.	-
ΣPAK _{EPA}	mg/kg	5,5	DK 0
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,2	-
ΣPCB ₆	mg/kg	n.b.	-
ΣPCB ₇	mg/kg	n.b.	DK 0
Arsen	mg/kg	49,4	-
Blei	mg/kg	2220,0	-
Cadmium	mg/kg	29,9	-
Chrom gesamt	mg/kg	9,46	-
Kupfer	mg/kg	172	-
Nickel	mg/kg	20,1	-
Quecksilber	mg/kg	0,4	-
Thallium	mg/kg	< 0,4	-
Zink	mg/kg	6930	-
Cyanide gesamt	mg/kg	< 0,5	-
Glühverlust	M.-%	3,92	DK 0 ¹⁾
TOC	M.-%	1,4	DK 0 ¹⁾
extrah. Lipophile Stoffe	M.-%	< 0,01	DK 0
AT ₄	mg/g	< 2	DK 0
Brennwert (H ₀)	kJ/kg	< 1500	DK 0

Parameter (Eluat)	Einheit	Wert in der Mischprobe	Deklaration nach DepV
		MP3 (43477)	
pH-Wert	-	8,7	DK 0
Leitfähigkeit	µS/cm	71	-
DOC	mg/l	5,2	DK 0
Chlorid	mg/l	< 10	DK 0
Sulfat	mg/l	< 20	DK 0
Cyanide gesamt	mg/l	< 0,005	-
Cyanide l. freisetzbar	mg/l	< 0,005	DK 0
Phenole	mg/l	< 0,010	DK 0
Arsen	mg/l	< 0,010	DK 0
Blei	mg/l	0,032	DK 0
Cadmium	mg/l	< 0,001	DK 0
Chrom (ges.)	mg/l	< 0,010	-
Kupfer	mg/l	< 0,010	DK 0
Nickel	mg/l	< 0,010	DK 0
Quecksilber	mg/l	< 0,00091	DK 0
Thallium	mg/l	< 0,0005	-
Zink	mg/l	0,077	DK 0
Fluorid	mg/l	< 0,75	DK 0
Barium	mg/l	< 0,010	DK 0
Molybdän	mg/l	< 0,010	DK 0
Antimon	mg/l	< 0,005	DK 0
Selen	mg/l	< 0,010	DK 0
wasserlöslicher Anteil	M.-%	-	-
Gesamthalt an gelösten Feststoffen	mg/l	< 100	DK 0

1) wird als DK 0 eingestuft, da AT₄, Brennwert und DOC-Gehalt den DK 0-Grenzwert nicht überschreiten

Tabelle 8.11: Ergebnisse der Feststoff- und Eluatanalysen nach DepV an der MP3



Ungebundene Tragschichten, Aufschlusspunkte 1 – 8 und 10

Die zur Mischprobe MP4 zusammengefassten ungebundenen Tragschichten (überwiegend Kies-Sand-Gemische) mit weniger als 10 Vol-% mineralischen Fremdbestandteilen wurden hinsichtlich ihrer Schadstoffgehalte nach LAGA TR Boden im Feststoff und im Eluat überprüft (Zusammensetzung der Mischprobe MP4 siehe Tabelle 3.2 und Anlage 6). Der zugehörige Laborbericht des Analytisches Labor Fölsing, Aachen, ist in Anlage 12 abgelegt.

In Tabelle 8.12 und Tabelle 8.13 werden die Ergebnisse den Zuordnungswerten nach LAGA TR Boden (2004) und in Tabelle 8.14 und Tabelle 8.15 den Zuordnungswerten nach LAGA M20 (1997), Boden gegenübergestellt.

Die Mischprobe MP4 ist nach LAGA wie folgt einzustufen:

- LAGA TR Boden (2004)	Feststoff	Blei-, Cadmium-, Zinkgehalt	= Z2
		Arsen-, Kupfer-, Nickelgehalt	= Z1
	Eluat	ohne Befund	
- LAGA M20 (1997), Boden	Feststoff	Blei-, Cadmium-, Zinkgehalt	= Z2
		Kupfergehalt	= Z1.1
	Eluat	pH-Wert	= Z1.2

Der TOC-Gehalt der Mischprobe MP4 beträgt unkritische 0,6 %.



Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA TR Boden (2004)			Gehalt in der Probe:
		Z0 (Sand)	Z1	Z2	MP4 (43478)
Arsen	mg/kg TS	10	45	150	12,2
Blei	mg/kg TS	40	210	700	395
Cadmium	mg/kg TS	0,4	3	10	5,19
Chrom (ges.)	mg/kg TS	30	180	600	11,3
Kupfer	mg/kg TS	20	120	400	41,9
Nickel	mg/kg TS	15	150	500	15,2
Thallium	mg/kg TS	0,4	2,1	7	< 0,4
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	1,5	5	< 0,1
Zink	mg/kg TS	60	450	1500	1120
Cyanide (ges.)	mg/kg TS	-	3	10	< 0,5
TOC	(Massen-%)	0,5 (1) ¹⁾	1,5	5	0,6
EOX	mg/kg TS	1	3	10	< 1
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg TS	100	300	1000	< 100
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg TS	-	600	2000	< 100
Σ BTEX	mg/kg TS	1	1	1	n.b.
Σ LHKW	mg/kg TS	1	1	1	n.b.
Σ PCB ₆	mg/kg TS	0,05	0,15	0,5	n.b.
Σ PAK ₁₆	mg/kg TS	3	3 9 ²⁾	30	n.b.
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,3	0,9	3	< 0,1

¹⁾ C:N-Verhältnis > 25 ²⁾ Einbau nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten

Tabelle 8.12: Ergebnisse der Feststoffanalysen nach LAGA TR Boden (2004) an der MP4

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA TR Boden (2004)				Messwert/ Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP4 (43478)
pH-Wert	-	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5	6 – 12	5,5 – 12	9,2
Leitfähigkeit	µS/cm	250	250	1500	2000	84
Chlorid	mg/l	30	30	50	100	< 10
Sulfat	mg/l	20	20	50	200	< 20
Cyanide (ges.)	µg/l	5	5	10	20	< 5
Arsen	µg/l	14	14	20	60	< 10
Blei	µg/l	40	40	80	200	18
Cadmium	µg/l	1,5	1,5	3	6	< 1
Chrom (ges.)	µg/l	12,5	12,5	25	60	< 10
Kupfer	µg/l	20	20	60	100	< 10
Nickel	µg/l	15	15	20	70	< 10
Quecksilber	µg/l	< 0,5	< 0,5	1	2	< 0,2
Zink	µg/l	150	150	200	600	< 10
Phenolindex	µg/l	20	20	40	100	< 10

Tabelle 8.13: Ergebnisse der Eluatanalysen nach LAGA TR Boden (2001), Boden der MP4



Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA M20 (1997), Boden				Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP4 (43478)
Arsen	mg/kg TS	20	30	50	150	12,2
Blei	mg/kg TS	100	200	300	1000	395
Cadmium	mg/kg TS	0,6	1	3	10	5,19
Chrom (ges.)	mg/kg TS	50	100	200	600	11,3
Kupfer	mg/kg TS	40	100	200	600	41,9
Nickel	mg/kg TS	40	100	200	600	15,2
Thallium	mg/kg TS	0,5	1	3	10	< 0,4
Quecksilber	mg/kg TS	0,3	1	3	10	< 0,1
Zink	mg/kg TS	120	300	500	1500	1120
Cyanide (ges.)	mg/kg TS	1	10	30	100	< 0,5
pH-Wert	-	5,5 - 8,0	5,5 - 8,0	5,0 - 9,0	-	9,2
EOX	mg/kg TS	1	3	10	15	< 1
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TS	100	300	500	1000	< 100
Σ BTEX	mg/kg TS	< 1	1	3	5	n.b.
Σ LHKW	mg/kg TS	< 1	1	3	5	n.b.
Σ PCB ₆	mg/kg TS	0,02	0,1	0,5	1	n.b.
Σ PAK ₁₆	mg/kg TS	1	5	15	20	n.b.

Tabelle 8.14: Ergebnisse der Feststoffanalysen nach LAGA M20 (1997), Boden der MP4

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA M20 (1997), Boden				Messwert/ Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP4 (43478)
pH-Wert	-	6,5 – 9,0	6,5 – 9,0	6 – 12	5,5 – 12	9,2
Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	1000	1500	84
Chlorid	mg/l	10	10	20	30	< 10
Sulfat	mg/l	50	50	100	150	< 20
Cyanide (ges.)	µg/l	< 10	10	50	100	< 5
Arsen	µg/l	10	10	40	60	< 10
Blei	µg/l	20	40	100	200	18
Cadmium	µg/l	2	2	5	10	< 1
Chrom (ges.)	µg/l	15	30	75	150	< 10
Kupfer	µg/l	50	50	150	300	< 10
Nickel	µg/l	40	50	150	200	< 10
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2	< 0,2
Zink	µg/l	100	100	300	600	< 10
Thallium	µg/l	< 1	1	3	5	-
Phenolindex	µg/l	< 10	10	50	100	< 10

Tabelle 8.15: Ergebnisse der Eluatanalysen nach LAGA M20 (1997), Boden der MP4



Gebundene Trag-/Deckschichten

Die gebundenen Trag-/Deckschichten an den Ansatzpunkten 1, 7 und 8 wurden im chemischen Labor hinsichtlich ihres PAK-Gehalts (insgesamt 16 Parameter nach EPA) überprüft. Mit einem PAK-Gehalt von 1,3 mg/kg (KB 1), 1,0 mg/kg (KB 7) und 4,7 mg/kg (KB 8) sind die Trag-/Deckschichten der Aachener Straße und der Verlängerung der Zweifaller Straße vor dem Willy-Brandt-Platz als nicht verunreinigter Ausbauasphalt einzustufen (siehe Anlage 13 und Tabelle 8.16).

PAK-Gehalt in mg/kg	Bezeichnung	Folge
≤ 10	Ausbauasphalt	Kann i.W. ohne besondere Anforderungen bzgl. Arbeits-, Boden- und Gewässerschutz verwendet werden.
> 10 bis ≤ 25	Ausbauasphalt, gering verunreinigt	Einsatz in ungebundener Form nur unter wasserundurchlässiger Schicht
> 25	pechhaltiger Straßenaufbruch	Aufbereitung nur im Kaltmischverfahren zulässig. Erhöhte Anforderungen/Einschränkungen bzgl. Verwertung
≥ 1.000	gefährlicher pechhaltiger Straßenaufbruch	Zuordnung zu Abfallschlüssel 170301*, Einstufung als gefährlicher Abfall gemäß AVV

Tabelle 8.16: Klassifizierung von Straßenaufbruch (aus Abfallratgeber Bayern)

Des Weiteren können die „Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau Ausgabe 2001/Fassung 2005“ (RuVA-StB 01/05) zur Bewertung der Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Straßenausbaustoffe herangezogen werden. Diese unterscheiden in Abhängigkeit des Gehalts an PAK nach EPA im Feststoff und der Konzentration des Phenolindex im Eluat zwischen den Möglichkeiten der Wiederverwertung im Heiß- und im Kaltmischverfahren (siehe Tabelle 8.17).

Verwertungsklasse	Art der Straßenbaustoffe		PAK n. EPA im Feststoff	Phenolindex im Eluat	mögliche Verwertungsverfahren
A	Ausbauasphalt		≤ 25 mg/kg	≤ 0,1 mg/l	Verwertung als Asphaltgranulat ohne Einschränkungen möglich
A1			≤ 10 mg/kg	-	
B	Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen	vorwiegend steinkohlentypisch	> 25 mg/kg	≤ 0,1 mg/l	Kaltmischverfahren mit Bindemitteln
C		vorwiegend braunkohlentypisch	Wert ist anzugeben	> 0,1 mg/l	

Tabelle 8.17: Bewertungsgrundlagen und Kurzcharakterisierung gemäß RuVA-StB 01/05

Mit den vg. PAK-Gehalten fallen die untersuchten Bohrkerne nach derzeitigem Kenntnisstand in die Verwertungsklasse A1.



9 Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung

Allgemeines

Der Willy-Brandt-Platz am südlichen Rand der Stolberger Altstadt soll umgestaltet werden. Der rd. 3.850 m² große Planungsbereich reicht in etwa von der Kreuzung Aachener Straße/An der Krone im Nordwesten und dem Beginn der Burgstraße im Nordosten bis zur Einmündung der Straße Hammerberg in die Zweifaller Straße im Süden (siehe Anlage 2). Die vorhandenen Oberflächenbefestigungen einschließlich der zugehörigen (ungebundenen) Tragschichten sollen vollständig aufgenommen werden.

Die neuen Verkehrsflächen werden gemäß Unterlage 2.3 in folgende Bauklassen gemäß RStO 12 eingestuft:

- überfahrbare Flächen aus Natursteinpflaster (Mittel- und Großformat) = RStO Bk10 (Sonderbauweise, da für Pflasterflächen nicht standardisiert), Dicke Aufbau = 65 cm,
- Gehwegbereiche aus Natursteinpflaster (Mittelformat) = RStO Bk0,3, Dicke Aufbau = 50 cm.

Die Gelände- bzw. Fahrbahnhöhen bleiben nahezu unverändert.

Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

Stolberg liegt in der Frosteinwirkungszone 1. Es wird davon ausgegangen, dass der Bodenaushub nach der Aufnahme der vorhandenen Oberflächenbefestigungen bis in eine Tiefe von i.d.R. nicht mehr als 80 cm unter heutige GOK/FOK erfolgt.

Das Erdplanum für die neuen Flächenbefestigungen liegt demnach entweder innerhalb der vorhandenen i.d.R. gut verdichteten ungebundenen Tragschichten oder innerhalb der flächenhaften Auffüllungen, die z.T. gut, z.T. aber auch schlecht verdichtet wurden und mithin eine sehr unterschiedliche Tragfähigkeit besitzen. Die Auffüllungen reichen zumeist bis in Tiefen von mehr als 1,5 m unter GOK.

Unterhalb der ungebundenen Tragschichten bzw. der Auffüllungen stehen örtlich in einer Mächtigkeit von meist nur wenigen Dezimetern geringtragfähige Decklehme an. Darunter folgen gut tragfähige Auenkiese oder in vichtfernen Abschnitten evtl. auch der gut tragfähige zersetzte Fels.



Die vorhandenen ungebundenen Tragschichten können in die Frostempfindlichkeitsklassen F 1 und untergeordnet F 2 gemäß ZTV E-StB 09 gestellt werden. Die flächenhaften Auffüllungen sind überwiegend in die Frostempfindlichkeitsklassen F 1 und F 2 einzustufen. Je nach Feinkorngehalt fallen die Füllböden örtlich aber auch in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3. Auf der sicheren Seite liegend wird nachfolgend für das gesamte Baufeld die Klasse F 3 zugrunde gelegt. Der Ausgangswert für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenoberbaus in der Belastungsklasse Bk10 beträgt somit gemäß RStO 12, Tab. 6, $d = 65 \text{ cm}$ und in der Belastungsklasse Bk0,3 $d = 50 \text{ cm}$.

Der Flurabstand des Grundwasserspiegels beträgt mehr als 1,5 m. Die Auffüllungen im Erdplanum können örtlich einen bindigen Charakter besitzen und gering durchlässig sein. In solchen Bereichen kann sich zeitweise Sickerwasser aufstauen.

Die neuen Verkehrsflächen liegen nahezu ebenerdig (keine Einschnitte oder Dammlagen).

Infolge örtlicher Einflüsse sind beim frostsicheren Straßenbau aus geotechnischer Sicht gemäß RStO 12, Tab. 7 folgende Mehr- oder Minderdicken zu berücksichtigen:

- Frosteinwirkung:	Zone 1	0 cm
- kleinräumige Klimaunterschiede:	keine besonderen Einflüsse	0 cm
- Wasserverhältnisse im Untergrund:	Schichtenwasser zeitweise höher als 1,5 m unter Planum	+5 cm
- Entwässerung:	über Rinnen, Abläufe und Rohrleitungen	-5 cm

Damit errechnet sich die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus zu 65 cm (Bk10 bzw. 50 cm (Bk0,3)).

Aufbruch der vorhandenen Befestigungen

Die vorhandenen gebundenen Oberflächenbefestigungen, die Pflaster- und Plattenbeläge einschließlich der Betontragschichten sowie die vorhandenen ungebundenen Tragschichten und in geringem Umfang die oberen Abschnitte der flächenhaften Auffüllungen sollen aufgenommen und abgefahren werden. Auf den nachverdichteten Füllböden sollen dann die neuen Frostschutzschichten und die neuen Oberflächenbefestigungen aufgebracht werden.



Gemäß den vorliegenden Erkundungsergebnissen variiert die Dicke der aufzubrechenden **gebundenen Trag-/Deckschichten** in der Verlängerung der Zweifaller Straße zwischen $d = 23$ und 27 cm (Punkte 7 und 8). In der Aachener Straße wurden $d = 31$ cm gemessen (Punkt 1). Die Labor-Analysen lieferten PAK-Gehalte von < 10 mg/kg. Damit handelt es sich bei dem Straßenaufbruch um nicht verunreinigten Ausbauasphalt.

Es kann nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden, dass lokal auch gering verunreinigter Ausbauasphalt oder pechhaltiger Straßenaufbruch angetroffen werden.

Unter dem Platten- oder Pflasterbelag wurde in fast jedem Aufschluss eine Betontragschicht festgestellt. Deren Dicke beträgt i.d.R. rd. 20 cm. Am Punkt 3 wurden auch 27 cm gemessen.

Erdarbeiten

Im Rahmen der Platzumgestaltung fallen gemäß den vorliegenden Erkundungsergebnissen neben den ungebundenen Tragschichten fast ausschließlich weitere Auffüllungen an. Es wird empfohlen, nicht zuletzt wegen unterschiedlicher Schadstoffgehalte die ungebundenen Tragschichten zum Homogenbereich E1 nach DIN 18300:2016 und die flächenhaften Auffüllungen zum Homogenbereich E2 nach DIN 18300:2016 zusammenzufassen:

- Homogenbereich E1 = ungebundene Tragschichten (i.d.R. Kies-Sand-Gemische mit einem allenfalls lokal sehr geringen Anteil an mineralischen Fremdbestandteilen = Boden)

Bodengruppen nach DIN 18196: GW, GI, SW, SI, untergeordnet GE, SE, GU, SU

Bodenklassen nach DIN 18300:2012: 3

Korngrößenverteilung: eng-, intermittierend und weitgestuft

Massenanteil Steine: < 30 Massen-%

Massenanteil Blöcke: 0

Massenanteil große Blöcke: 0

Dichte: $\rho = 1,6 - 2,3$ g/cm³

undrÄnierte Scherfestigkeit: -

Wassergehalt: $w = 5 - 30$ %

Plastizität: -

Konsistenz: -

Lagerungsdichte: locker bis dicht

organischer Anteil: i.d.R. nicht humos



In der Mischprobe MP4 aus den ungebundenen Tragschichten wurden auffällige Schwermetallgehalte (Zink, Blei und Cadmium) ermittelte, die zu einer Einstufung Z2 nach LAGA führen.

- Homogenbereich E2 = flächenhafte Auffüllungen (mit i.d.R. mehr als 10 Vol.-% mineralischen Fremdbestandteilen = Boden-Bauschutt-Gemische)

Bodengruppen nach DIN 18196: GW, GI, SW, SI, GU, SU
GU*, SU*, UL, UM

Bodenklassen nach DIN 18300:2012: 3, 4, (5)

Korngrößenverteilung: eng-, intermittierend und weitgestuft

Massenanteil Steine: < 30 Massen-%

Massenanteil Blöcke: < 10 Massen-%

Massenanteil große Blöcke: 0

Dichte: $\rho = 1,6 - 2,3 \text{ g/cm}^3$

undräßierte Scherfestigkeit: $c_u = 0 - 100 \text{ kN/m}^2$

Wassergehalt: $w = 5 - 40 \%$

Plastizität: leicht bis mittelplastisch (bindige Auffüllungen)

Konsistenz: weich bis steif (bindige Auffüllungen)

Lagerungsdichte: locker bis dicht (nichtbindige Auffüllungen)

organischer Anteil: nicht humos, z.T. schwach humos

In den Auffüllungen wurden verschiedene Schadstoffe in unterschiedlichen Konzentrationen angetroffen (siehe auch Kapitel 8):

- Bereich Nord/Aachener Straße → Einstufung >Z2 nach LAGA wg. PAK und Cadmium-, Zinkgehalt (gefährlicher Abfall)
→ Einstufung DK I nach DepV wg. PAK
- Bereich Nord/Steinweg → Einstufung >Z2 nach LAGA wg. Schwermetallen (gefährlicher Abfall)
→ Einstufung DK II nach DepV wg. Quecksilber
- Bereiche Mitte und Süd → Einstufung >Z2 nach LAGA wg. Schwermetallen (gefährlicher Abfall)
→ Einstufung DK 0 nach DepV



Weitere Hinweise zu den Erd- und Aufbrucharbeiten

Grundsätzlich gilt, dass die Schadstoffuntersuchungen an Mischproben erfolgten. D.h., es wurden mehrere Einzelproben zu einer (Misch-) Probe zusammengestellt. Dabei kann es u.U. zu einem Verdünnungseffekt kommen. Dies bedeutet, einzelne Schadstoffgehalte können auch höher (oder geringer) ausfallen, als in den Laborprotokollen bzw. im vorliegenden Gutachten angegeben.

Da es sich bei den durchgeführten Erkundungen nur um stichprobenartige Untersuchungen handelt, sind während der Baumaßnahme grundsätzlich alle Aushubböden, insbesondere aus den aufgefüllten Bodenhorizonten, regelmäßig durch Sicht- und Geruchskontrollen auf eventuelle Kontaminationen zu überprüfen. Bei Verdacht auf eine (stärkere) Verunreinigung ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

Aufgrund ihrer Schadstoffgehalte sind alle ausgekofferten Böden nicht für den Wiedereinbau im Straßenbereich geeignet.

Erdplanum

Die ZTV E-StB 09, Abs. 4.3.2, Tab. 2, fordert, dass das 10 %-Mindestquantil für den Verdichtungsgrad im Bereich bis 0,5 m unter Planum bei fein- und gemischtkörnigen Böden $D_{Pr} = 97 \%$ und bei grobkörnigen Böden $D_{Pr} = 100 \%$ betragen muss. Des Weiteren ist nach ZTV E-StB 09, Abs. 4.5.2, bei frostempfindlichem Untergrund (F 3) auf dem Planum ein Verformungsmodul von mindestens $E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Zumindest bereichsweise werden die vorhandenen flächenhaften Auffüllungen im unverbesserten Zustand den Anforderungen der ZTV E-StB nicht gerecht. So dürften auf dem unbehandelten Planum teilweise nur Verformungsmoduli E_{V2} von etwa 20 MN/m^2 erreicht werden. Ob sich die geforderte Tragfähigkeit allein durch Nachverdichten bei günstigen Witterungsverhältnissen erzielen lässt, ist ggf. zu Baubeginn auf Probefeldern zu ermitteln. Alternativ kann auch die Dicke der ungebundenen Tragschichten vergrößert werden, um die Forderungen der ZTV E und der RStO ($E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$) zu erfüllen. Von einer Untergrundverbesserung oder -verfestigung wird im innerstädtischen Bereich abgeraten.

Damit auf einer Frostschutzschicht (aus Kiessand) ein Wert von $E_{V2} = 120 \text{ MN/m}^2$ (Bk10)/ 100 MN/m^2 (Bk0,3) erreicht werden kann, muss deren Dicke, wenn auf dem Erdplanum nur etwa $E_{V2} = 20 \text{ MN/m}^2$ gemessen wurden, mindestens rd. 60 cm/50 cm betragen (s. z.B. [L7], Bild 83).



Wenn der Verformungsmodul auf dem Erdplanum durch Nachverdichten auf $E_{V2} = 30 \text{ MN/m}^2$ verbessert werden kann und auf dem Erdplanum ein Geotextil ausgelegt wird, dürfte eine Dicke von ca. 40 cm (Bk 10) bzw. 30 cm (Bk0,3) ausreichend sein.

Es wird dringend angeraten, in einem Probefeld oder in einem ersten kurzen Bauabschnitt zu überprüfen, ob das Nachverdichten des Erdplanums z.B. in Kombination mit dem Einbau eines Geotextils der Robustheitsklasse 4 ausreichen, um auf der Frostschutzschicht den geforderten Verformungsmodul $E_{V2} = 120 \text{ MN/m}^2$ (Bk10) bzw. 100 MN/m^2 (Bk0,3) und auf der Schottertragschicht $E_{V2} = 150 \text{ MN/m}^2$ (Bk10) bzw. 120 cm (Bk0,3) zu erzielen.

Weitere Hinweise zur Ausführung

Neben den in den vorhergehenden Abschnitten aufgeführten Hinweisen und Empfehlungen sind die Forderungen und Vorgaben der Vorschriften, Richtlinien und Merkblätter, insbesondere der ZTV E-StB 09, zu beachten.

Im Zuge der Baumaßnahme fallen keine Böden an, die zum Einbau in den Frostschutzschichten geeignet sind.

Das Planum ist profilgerecht, eben und tragfähig mit den erforderlichen Querneigungen nach ZTV E-StB 09 auszuführen. Es soll bei witterungsempfindlichen Bodenarten nicht über längere Zeit ungeschützt liegen bleiben.

Es ist auf eine ausreichende Filterstabilität der einzelnen Schüttlagen gegeneinander und gegenüber dem anstehenden Boden zu achten.

Im Zuge der o.a. Probeverdichtung ist auch der Nachweis der Eignung des vorgesehenen Bauverfahrens und der eingesetzten Geräte zu erbringen. Die Böden sind lagenweise einzubauen. Die Schütthöhen richten sich nach dem ausgewählten Erdbaustoff und den zum Einsatz kommenden Geräten.

Es wird empfohlen, das Erdplanum nur auf der Fläche einer Tagesleistung freizulegen, nachzuverdichten und mit (dem Geotextil und) mindestens einer Lage Frostschutzkies bzw. grobkörnigem gebrochenem Erdstoff abzudecken. Die Arbeiten sollen nach Möglichkeit nur bei trockener Witterung ausgeführt werden. Arbeiten bei Frostwetter regelt die ZTV E-STB 09 in Abschnitt 4.8.



Da die Auffüllungen in Höhe des Erdplanums z.T. extrem hohe Schwermetallgehalte aufweisen und gemäß der „Arbeitsliste zur Einstufung von Abfällen in gefährliche und nicht gefährliche Abfälle in NRW, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV), Stand Dezember 2017“ (siehe auch Informationsportal Abfallbewertung, IPA) als gefährlicher Abfall einzustufen sind, müssen während der Erdarbeiten voraussichtlich Schutzmaßnahmen für die Arbeiter und die Anwohner ergriffen werden. Die Art und der Umfang solcher Maßnahmen sollte rechtzeitig vor Baubeginn mit einem Sachverständigen für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz bzw. mit einem Sachkundigen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen abgestimmt werden.

Die Eignung vorgesehener Baustoffe ist von der ausführenden Baufirma durch Eignungsprüfungen nachweisen zu lassen. Rückstellproben sind unbedingt erforderlich.

Bodenverdichtung, Verdichtungskenngrößen, Verformungsmoduli, die Frostepfindlichkeit der Baustoffe sowie die profilgerechte Lage und evtl. die Bodenverbesserung des Erdplanums sind in den geforderten zeitlichen und räumlichen Abständen zu prüfen.



10 Schlussbemerkung, Unterschrift

Bei Änderungen der dieser gutachterlichen Stellungnahme zugrundeliegenden Planunterlagen, Annahmen oder Angaben ist Rücksprache mit dem Bodengutachter zu halten, da sich dann Änderungen in der Beurteilung ergeben können.

Aachen, den 12.03.2018

Dipl.-Ing. Jürgen Knops