Ingenieurbüro Gell & Partner GbR
Hansmannstraße 19, 52080 Aachen Tel.: (0241) 955 94 80



Ersatzneubau Mühlenteichbrücke Haus Langen
Wymarstraße 10 in Jülich-Kirchberg

Baugrundgutachten

Auftraggeber:	Stadt Jülich
Auftragsnummer:	25.141
Zeichen:	6640-02 A1
Projekt-Nr.:	0184-24
Stand der Bearbeitung:	21.02.2025

Inhalt Seite

1	Bauvorhaben und örtliche Situation	3
2	Unterlagen	6
3	Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen	9
4	Geologische Situation	12
5	Hydrogeologische Verhältnisse	16
6	Baugrundbeschreibung und -klassifizierung	18
7	Umwelteinflüsse	25
8	Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung	32
9	Schlussbemerkung, Unterschrift	41

Anlagen

Anlage 1	Übersichtslageplan i.M. 1:25.000 (aus http://www.tim-online.nrw.de)
Anlage 2	Lageplan, Lage der Erkundungen i.M. 1:50
Anlage 3	Ausschnitt aus der Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt C 5102 Mönchengladbach, i.M. 1:50.000
Anlage 4.1	Ausschnitt aus der Hydrologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blätter 5004 Jülich und 5104 Düren, Grundrisskarte i.M. 1:25.000
Anlage 4.2	Ausschnitt aus der Hydrologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blätter 5004 Jülich und 5104 Düren, Profilkarte i.M. 1:25.000/1:2.000
Anlage 5	Ausschnitt aus der Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen, Blatt L 5104 Düren, i.M. 1:25.000
Anlage 6.1	Ausschnitt aus dem Grundwassergleichenplan des Erftverbands, Oberstes Stockwerk, Stand: Oktober 1955, i.M. 1:25.000
Anlage 6.2	Ausschnitt aus dem Grundwassergleichenplan des Erftverbands, Oberstes Stockwerk, Stand: Oktober 2023, i.M. 1:25.000
Anlage 7	Bohrprofile der Rammkernbohrungen RKB 1 und 2/2024 und Diagramme der Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH 3 und 4/2024
Anlage 8	Fotodokumentation der Bohrkerne KB1 und KB2
Anlage 9	Schnitt A-A, Südseite und Nordseite, i.M. 1:50

Anlage 11 Laborbericht zur Bestimmung der Korngrößenverteilung der Rurschotter (Mischprobe MP3)

Anlage 12 Laborbericht zur Bestimmung der Schadstoffgehalte der Auffüllungen incl. ungebundene Tragschichten nach LAGA und DepV im Feststoff und im Eluat (Mischprobe MP1) und Laborbericht zur Bestimmung der Schadstoffgehalte der Decklehme nach LAGA und DepV im Feststoff und im Eluat (Mischprobe MP2)

Anlage 13 Laborbericht zur Bestimmung des PAK-Gehalts der gebundenen Trag-/Deckschichten (Proben KB1 und KB2)

Anlage 14 Wassergehalte der Decklehme am Punkt 1 (W1 und W2) und Punkt 2 (W3)

Anlage 15 Probenahmeprotokoll

1 Bauvorhaben und örtliche Situation

Die Stadt Jülich plant den Ersatzneubau der Brücke Wymarstraße 10 „Haus Langen“ über den Mühlenteich im Ortsteil Kirchberg (siehe Anlage 1). Der Altdorf-Kirchberg-Koslarer Mühlenteich (AKK Mühlenteich) zweigt südlich des Jülicher Ortsteils Kirchberg von der Inde ab und mündet nach rd. 11 km bei Floßdorf in die Rur. In Kirchberg fließt der Mühlenteich auf einer Länge von ca. 500 m unmittelbar neben der L241 in einem rechteck- oder trapezförmigen Gerinne (siehe Bild 1.1).

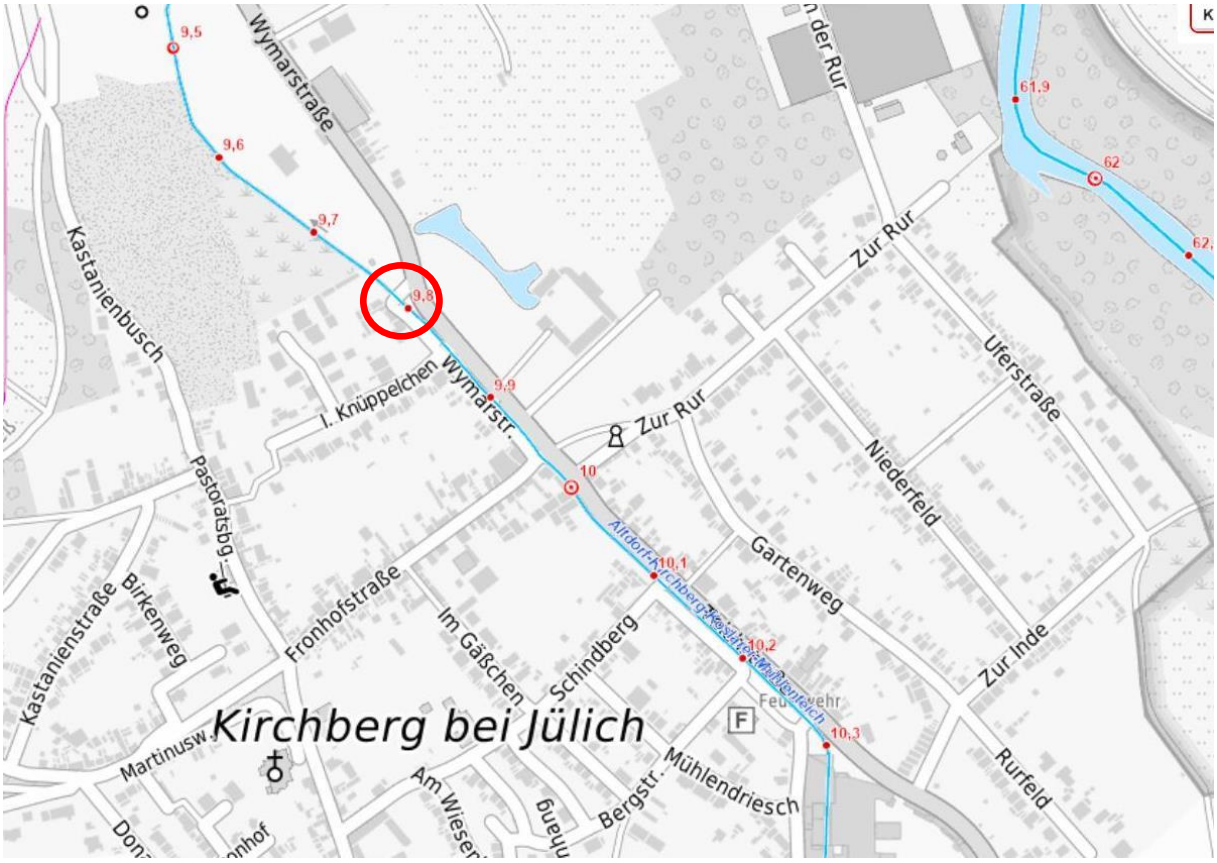


Bild 1.1: AKK Mühlenteich in Kirchberg (aus Unterlage 2.12)

Gemäß der Bestandvermessung aus März 2024 befindet sich die Fahrbahnoberkante im Brückenbereich auf rd. +85,2 mNHN (siehe Unterlage 2.2). Abgesehen von einer Angabe zur UK Brückenplatte liegen für den Bestand keine Unterlagen vor.

Die Stadt Jülich hat die Objekt- und Tragwerksplanung für den Ersatzneubau der Mühlenteichbrücke „Haus Langen“ an die Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH aus Würselen vergeben. Gemäß den vorliegenden Ausführungsplänen aus Dezember 2024 (siehe Unterlage 2.1) soll der Brückenneubau wie das Bestandsbauwerk als Einfeld-Rahmentragwerk auf Streifenfundamenten hergestellt werden.

Die Länge des Neubaus beträgt 4,1 m und die Gesamtbreite 6,2 m, der Kreuzungswinkel mit dem Mühlenteich ca. 90° (siehe Bild 1.2). Der Schnitt A-A in Anlage 9 zeigt eine lichte Spannweite von 3,5 m.

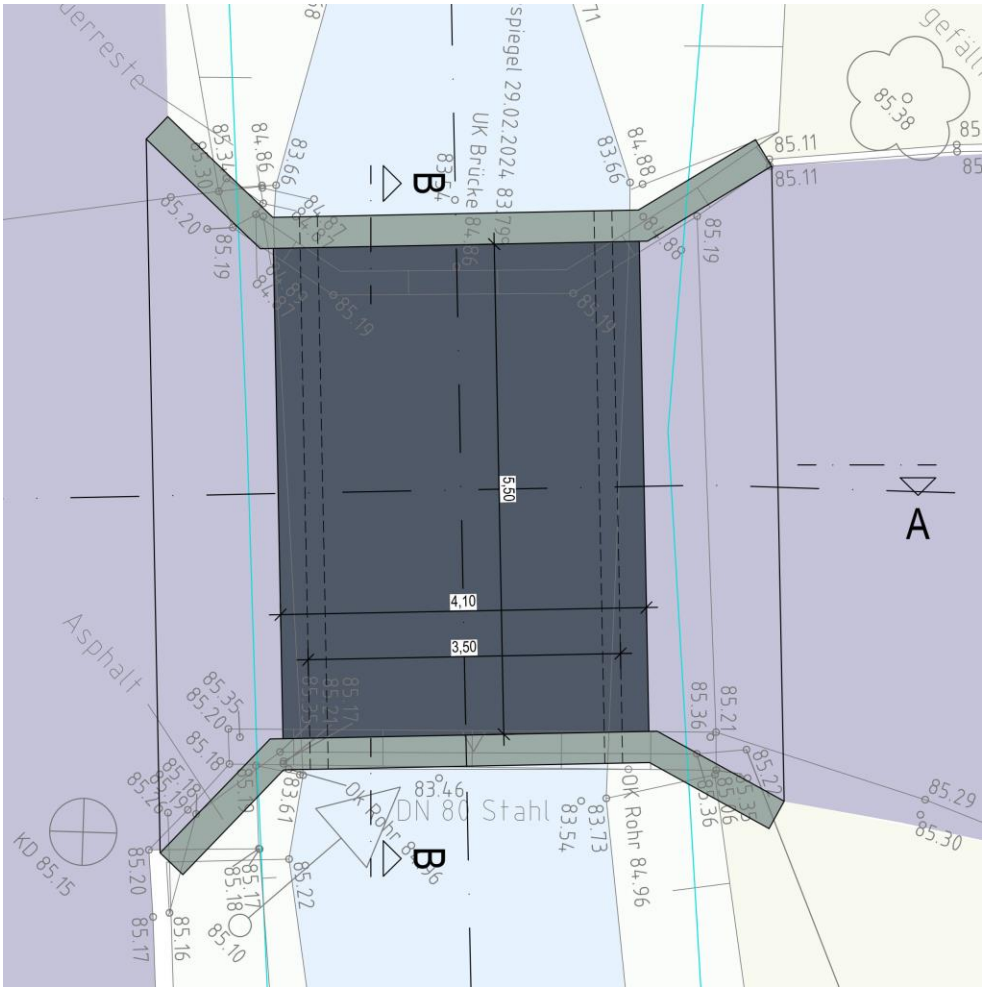


Bild 1.2: Grundriss/Lageplan des geplanten Brückenbauwerks (aus Unterlage 2.1)

Die Fahrbahn besitzt zwischen den Drempeln/Flügelwänden eine Breite von 5,5 m (siehe Unterlage 2.1). Die Brückenplatte ist etwa 30 cm dick. Ihre Oberkante fällt von +85,13 mNHN am rechten auf +85,10 mNHN am linken Widerlager (siehe Anlage 9).

Die 6,2 m langen und 30 cm dicken Widerlagerwände sollen auf 40 cm dicken Streifenfundamenten gegründet werden. Das geplante Gründungsniveau befindet sich auf ca. +82,7 mNHN (= OK Sauberkeitsschicht, siehe Anlage 9) und damit ca. 2,5 m unterhalb der vorhandenen FOK. Die 1,9 m (Widerlager links) bzw. 2,0 m breiten Brückenfundamente (Widerlager rechts) besitzen einen 0,2 m breiten wasserseitigen Sporn und einen 1,4 m bzw. 1,3 m breiten erdseitigen Sporn. Die Flügelwände stehen auf den Widerlager-Fundamenten auf.

Wenn der AKK Mühlenteich während der Bauzeit in Rohren durch das Baufeld geleitet werden soll, sind oberhalb und unterhalb Fangedämme anzuordnen.

Das Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, Aachen, wurde mit Auftragsnummer 25.141 von der Stadt Jülich beauftragt, ein Baugrundgutachten für den geplanten Ersatzneubau zu erstellen und die erforderlichen Baugrunduntersuchungen auszuführen.

Der Ersatzneubau der Mühlenteichbrücke „Haus Langen“ in Jülich-Kirchberg ist der geotechnischen Kategorie GK 2 nach DIN EN 1997-1 zuzuordnen. Trotz dieser Einstufung werden in Abstimmung mit dem Bauherren und dem Objektplaner vorerst nur kleinkalibrige Bohrungen und Rammsondierungen durchgeführt.

2 Unterlagen

Zur Bearbeitung des Baugrundgutachtens wurden unserem Ingenieurbüro folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

2.1 Ersatzneubau BW 54 „Haus Langen“ (AKK Mühlenteich) in Jülich-Kirchberg, Entwurfsplanung, Blatt-Nr. S-E-BÜ01, Lageplan & Schnitte, Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, Würselen, 16.12.2024 (erhalten mit E-Mail vom 09.01.2025)

2.2 Planungsgrundlage „Brücke vor Wymarstraße“ Gemarkung Kirchberg, Maßstab 1:250, Dipl.-Ing. Peter Noel, ÖbVI, Jülich, 04.03.2024 (gemessen am 29.02.2024)

2.3 Altdorf-Kirchberg-Koslarer Mühlenteich, Lageübersicht und Querprofile mit Angaben zu $HQ_{häufig}$, HQ_{100} und HQ_{extrem}, Stand: 2011/2013

2.4 Haus Wymarstraße 10 (ehemals Teichstraße) in Jülich-Kirchberg, Josef Langen, Auszüge aus der Bauakte

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 5102 Mönchengladbach und die zugehörigen Erläuterungen, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 1990

2.7 Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen i.M. 1:25.000, Grundriss- und Profilkarte, Blatt 5004 Jülich, Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, 1987

2.8 Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen i.M. 1:25.000, Grundriss- und Profilkarte, Blatt 5104 Düren, Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, 1993

2.9 Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen i.M. 1:50.000, Blatt L 5104 Düren, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen 1976

2.10 Grundwassergleichenplan für das oberste Stockwerk, Stand: Oktober 1955, Erftverband

2.11 Grundwassergleichenkarte des Erftverbandes, Stand: Oktober 2023 i.M. 1:25.000, Ausdruck aus den WebGIS des Erftverbandes vom 21.02.2025

2.12 Informationen aus dem Fachinformationssystem ELWAS (https://www.elwasweb.nrw.de)

2.13 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

2.14 Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland (Karte zu DIN 4149), Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Juni 2006

2.15 Informationen aus dem Fachinformationssystem „Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen“ (http://www.gdu.nrw.de)

2.16 Informationen aus dem GEOportal.nrw (https://www.geoportal.nrw)

2.17 Ersatzneubau der Mühlenteichbrücke Mühlendriesch in Jülich-Kirchberg, Baugrundgutachten, Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, Aachen, 04.06.2022

2.18 Ersatzneubau der Stützmauer am AKK Mühlenteich entlang der Wymarstraße in Jülich-Kirchberg, Abschnitt Fronhofstraße – Im Knüppelchen, Baugrundgutachten, Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, Aachen, 08.09.2019

2.19 Neubau Brücke Schindberg (Mühlenteich) in Jülich-Kirchberg, Baugrundgutachten, Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, Aachen, 23.09.2018

2.20 Erneuerung Stützmauer Wymarstraße in Jülich-Kirchberg (AKK Mühlenteich), Baugrundgutachten, Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, Aachen, 11.12.2008

2.21 Stadt Jülich, Stützmauer Wymarstraße in Jülich-Kirchberg (AKK Mühlenteich), Überprüfung der Bausubstanz und Nachweis der Standsicherheit, Kurzgutachten, Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, Aachen, 23.02.2007

Literatur:

[L1] Grabert, H.: Abriss der Geologie von Nordrhein-Westfalen, 1. Auflage 1998, Schweitzerbart’sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

[L2] von Soos, P.: Eigenschaften von Boden und Fels – ihre Ermittlung im Labor in Grundbau-Taschenbuch, Teil 1, 6. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 2001

[L3] Grundbau-Taschenbuch, Teil 3: Gründungen, 6. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 2001

[L4] Simmer, K.: Grundbau 1, 19. Auflage, Teubner-Verlag, 1994

[L5] EAB, Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 6. Auflage, 2021, Verlag W. Ernst & Sohn

[L6] Floss, R.: Handbuch ZTV E-StB (Ausgabe 2017), Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau, Kirschbaum Verlag, 5. Auflage, 2019

[L7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke, FGSV-Nr. 526

[L8] Bundesministerium für Verkehr, Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken, Verkehrsblatt Dokument B 5042

[L9] EAU, Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“, Häfen und Wasserstraßen, Hrsg. Hafentechnische Gesellschaft e.V. und Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 12. Auflage, 2020, Verlag W. Ernst & Sohn

[L10] EA-Pfähle, Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, 2. Auflage, 2012, Ernst & Sohn

3 Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen

Baugrundaufschlüsse

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse und zur Entnahme von Bodenproben wurden im Bereich der beiden Widerlager im April 2024 folgende Aufschlüsse hergestellt:

- 2 Rammkernbohrungen ∅ 60/50/40 mm (RKB 1 und 2/2024) mit Tiefen von 5,90 m bzw. 6,00 m, ausgeführt von der Geoservice Soltenborn GmbH, Aachen, am 08.04.2024
- 2 Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH 3 und 4/2024) mit Tiefen von 3,6 m, ausgeführt von der Geoservice Soltenborn GmbH, Aachen, am 08.04.2024
- 2 Kernbohrungen ∅ 100 mm (KB 1 und 2/2024) mit einer Tiefe von 0,17 m bzw. 0,25 m, ausgeführt von der Geoservice Soltenborn GmbH, Aachen, am 08.04.2024

Die Kleinbohrung RKB 1 musste aufgrund hoher Rammwiderstände vor Erreichen der geplanten Endteufe abgebrochen werden. Die Schlitzsondierung RKB 2 konnte bis zur planmäßigen Tiefe von 6,0 m niedergebracht werden. Die Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH 3 und 4/2024 kamen in einer Tiefe von ca. 3,6 m wegen hoher Eindringwiderstände fest. Auf einen Neuansatz wurde verzichtet, weil die Sondierungen bereits ausreichend tief in die gewachsenen Rurschotter eingedrungen waren.

An den Ansatzpunkten 1 und 2 mussten vorab die gebundenen Trag-/ Deckschichten gekernt werden.

Im Rahmen der Erneuerung der Stützmauer am AKK Mühlenteich zwischen der Straße Im Knüppelchen und der alten Gewölbebrücke vor Haus Wymarstraße Nr. 32 (Lindenhof) hat unser Ingenieurbüro im Jahr 2019 zahlreiche Erkundungen in der näheren Umgebung ausführen lassen (siehe Unterlage 2.18). Die Ergebnisse werden bei der Bearbeitung des vorliegenden Gutachtens berücksichtigt, sofern von Belang.

Das höhen- und lagemäßige Einmessen der Aufschlüsse erfolgte durch die ausführende Bohrfirma. Als Höhenbezugspunkt wurde ein Kanaldeckel in der Wymarstraße herangezogen.

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

Die Lage der Baugrundaufschlüsse geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor. Die angetroffenen Bodenverhältnisse werden in Anlage 9 in zwei Schnitten dargestellt. Die Bohrprofile der Rammkernbohrungen und die Diagramme der Rammsondierungen sind in Anlage 7 abgelegt. Anlage 8 enthält eine Fotodokumentation der Bohrkerne aus den schwarzgebundenen Oberflächenbefestigungen.

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 1/2024	5,90	+85,23	KB1 (SD) RKB 1-G1 RKB 1-G2 RKB 1-G3 RKB 1-G4 RKB 1-G5 RKB 1-G6 RKB 1-G7	0,00 – 0,17 0,17 – 1,10 1,10 – 1,50 1,50 – 2,00 2,00 – 2,80 2,80 – 3,80 3,80 – 4,80 4,80 – 5,90
KB/RKB 2/2024	6,00	+85,17	KB2 (SD) RKB 2-G1 RKB 2-G2 RKB 2-G3 RKB 2-G4 RKB 2-G5 RKB 2-G6 RKB 2-G7	0,00 – 0,20 0,20 – 1,00 1,00 – 1,80 1,80 – 2,60 2,60 – 3,60 3,60 – 4,60 4,60 – 5,30 5,30 – 6,00
DPH 3/2024	3,60	+85,32	-	-
DPH 4/2024	3,60	+85,45	-	-

Tabelle 3.1: Zusammenstellung der Aufschlüsse aus April 2024

Chemische Laborversuche

An einer Mischprobe MP1 aus den Auffüllungen wurden die Schadstoffgehalte nach LAGA und DepV im Feststoff und im Eluat ausschließlich Antimon-C_0 und ANC untersucht. Auf die Bestimmung der Atmungsaktivität AT_4 und des Brennwerts H_0 konnte verzichtet werden. Das zugehörige Laborprotokoll ist als Anlage 12 beigefügt.

An einer weiteren Mischprobe MP2 aus den Decklehmen/Hochflutlehmen wurden ebenfalls die Schadstoffgehalte nach LAGA und DepV im Feststoff und im Eluat untersucht. Auch hier waren vertiefende Untersuchungen zum Gehalt an organischer Substanz nicht erforderlich. Der zugehörige Laborbericht ist ebenfalls in Anlage 12 enthalten.

An den Bohrkernen KB1 sowie KB2 aus den gebundenen Trag-/Deckschichten wurde im chemischen Labor der Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (ΣPAK nach EPA) bestimmt. Die Fotodokumentation der Bohrkerne ist in Anlage 8 abgelegt. Anlage 13 enthält den Laborbericht der chemischen Analysen.

Die Zusammensetzung der untersuchten Proben wird in Tabelle 3.2 beschrieben (siehe auch Bohrprofile in Anlage 7).

Aufschluss Nr. [-]	**Proben-bezeichnung [-]**	**(Einzel-) Probe Nr. [-]**	**Teufe [m u. GOK]**	**Laborversuch [-]**
RKB 1/2024 RKB 2/2024	MP1	RKB 1-G1 + G2 RKB 2-G1 + G2	0,17 – 1,50 0,20 – 1,80	Schadstoffgehalte nach LAGA TR Boden (2004) sowie DepV (2013) im Feststoff und im Eluat, ohne Antimon-C_0, ANC, GB_{21}, AT_4 und H_0
RKB 1/2024 RKB 2/2024	MP2	RKB 1-G3 + G4 RKB 2-G3	1,50 – 2,80 1,80 – 2,60	Schadstoffgehalte nach LAGA TR Boden (2004) sowie DepV (2013) im Feststoff und im Eluat, ohne Antimon-C_0, ANC, GB_{21}, AT_4 und H_0
KB 1/2024	KB1 (SD)	KB1	0,00 – 0,17	ΣPAK_{16}-Gehalt
KB 2/2024	KB2 (SD)	KB2	0,00 – 0,20	ΣPAK_{16}-Gehalt

Tabelle 3.2: Zusammenstellung der chemischen Laborversuche aus April/Mai 2024

Bodenmechanische Laborversuche

An einer Mischprobe aus den Rurschottern an den Punkten 1 und 2 wurde eine Körnungsanalyse (Nasssiebung) durchgeführt. Zur genauen Zusammensetzung der Mischprobe siehe Tabelle 3.3 und die Schichtenprofile in Anlage 7. Zusätzlich wurde an drei Einzelproben aus den Decklehmen der Wassergehalt nach DIN 18121 ermittelt (siehe auch Tabelle 3.3).

Aufschluss Nr. [-]	**Proben-bezeichnung [-]**	**(Einzel-) Probe Nr. [-]**	**Teufe [m u. GOK]**	**Laborversuch [-]**
RKB 1/2024 RKB 2/2024	MP3	RKB 1-G5 – G7 RKB 2-G4 – G7	2,80 – 5,90 2,60 – 6,00	Nasssiebung
RKB 1/2024 RKB 1/2024 RKB 2/2024	W1 W2 W3	RKB 1-G3 RKB 1-G4 RKB 2-G3	1,50 – 2,00 2,00 – 2,80 1,80 – 2,60	Wassergehalte

Tabelle 3.3: Zusammenstellung der geotechnischen Laborversuche aus April/Mai 2024

4 Geologische Situation

Tektonik

Das Projektgebiet liegt am nordöstlichen Rand der Rur-Scholle in der südwestlichen Niederrheinischen Bucht. Die karbonischen Festgesteine werden hier von viele Hundert Meter mächtigen tertiären und quartären Lockergesteinen verhüllt.

Der Abstand zum Rurrand-Sprung und seinen Nebenverwerfungen, die die Rur-Scholle von der angrenzenden Erft-Scholle trennen, beträgt etwa 1,4 km (Jülicher Sprung), gut 2,3 km (Rursprung) und mehr als 3,0 km (Rurrand-Sprung, siehe Bild 4.1). Der Kirchberger Sprung im Südwesten ist nur ca. 350 m vom Bauplatz entfernt. Die nächste bedeutende Querstörung im Südwesten ist der sogenannte Frauenrather Sprung auf der Linie Aldenhoven – Inden (siehe z.B. Anlage 3). Das Baufeld selbst wird nach den vorliegenden Kartenwerken von keiner seismisch aktiven Störung durchzogen.

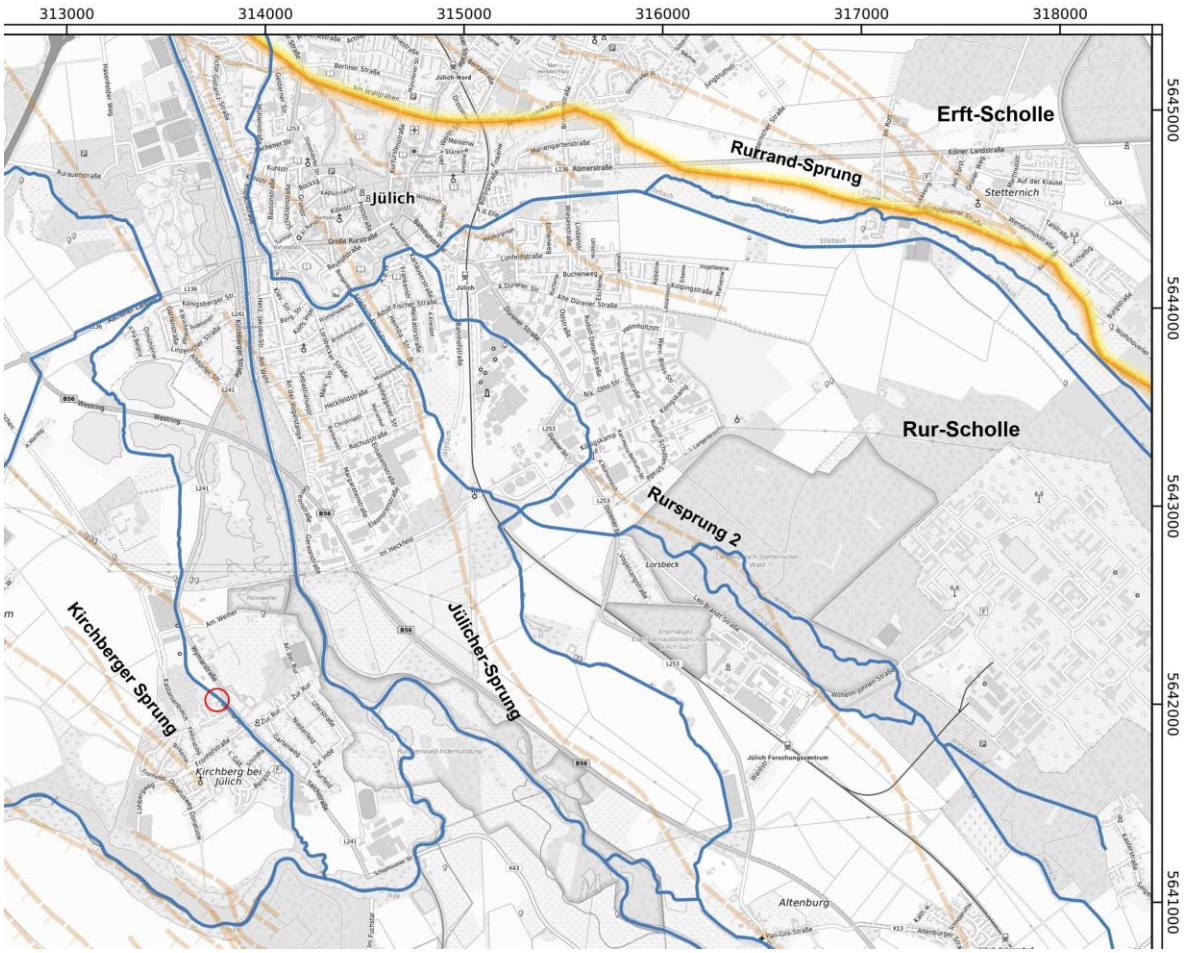


Bild 4.1: Geologische Störungszonen (Ausdruck aus dem WebGIS des Erftverbandes, 02.09.2024)

Stratigraphie

Gemäß der Profilkarte der Hydrologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5004 Jülich und Blatt 5104 Düren (siehe Anlage 4.2), bestehen die pleistozänen Deckschichten im Baufeld aus den Jülicher Schichten im Liegenden (siehe J in Anlage 4.1 und Anlage 4.2: oben Schluff oder Sand, unten Mittel- und Grobsand mit Fein-, Mittel- und Grobkies), allenfalls noch in Restmächtigkeit der Älteren Hauptterrasse der Maas (siehe Häm in Anlage 4.1 und Anlage 4.2): grobsandige Kiese, bereichsweise kiesige Grob- und Mittelsande) und der Talterrasse der Rur im Hangenden (siehe TTru in Anlage 4.1 und Anlage 4.2): Grob- und Mittelkies.

Der Mühlenteich markiert hier den linken Rand der Ruraue (siehe Anlage 4.1). Zur Rur hin bestehen die geringmächtigen Decklehme demzufolge aus Auenlehm (siehe TL in Anlage 4.2: humoser, oft torfiger und toniger Schluff), während am linken Hang Lösslehm und Schwemmlöss vorkommen (siehe L in Anlage 4.2): schwach toniger Schluff und Feinsand, stellenweise vertont.

Die Geologische Karte bestätigt die Talrandlage des Untersuchungsgebiets (siehe Anlage 3). Die pleistozäne Niederterrasse (N) und die holozänen Auenlehme (Lf) reichen in Kirchberg allenfalls wenige Meter über den Mühlenteich hinaus und werden nach Südwesten hin von Lössböden (Lö) und der Jüngeren Hauptterrasse (Hj) abgelöst.

Die Oberfläche des tertiären Reuvertons befindet sich im Projektgebiet auf etwa +70 mNHN und damit ca. 15 m unter GOK (siehe Rv in Anlage 4.2).

Böden

Die Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen (siehe Unterlage 2.9) beschreibt sehr detailliert den Aufbau der oberflächennahen Bodenschichten bis in eine Tiefe von 2 m unter GOK. Die Karte weist für das Baufeld bei ungestörten Verhältnissen Gley-Braunerde, z.T. Gley-Parabraunerde oder Braunerde-Gley aus (siehe gB3 in Anlage 5): stellenweise kiesiger, schluffiger bis schluffig-toniger Lehm aus Auenlehm in einer Dicke von d = 6 bis >20 dm über sandigem Kies der Niederterrasse. Nach Südwesten schließen sich kolluviale Böden aus umgelagertem Lösslehm an: meist schwach humoser, z.T. kalkhaltiger lehmiger Schluff oder schluffiger Lehm in einer Dicke von d = 13 bis >20 dm über sandigem Kies der Niederterrasse (siehe K3 in Anlage 5).

Seismologische Aspekte

Erdbebeneinflüsse sind in der europäischen Norm DIN EN 1998 einschließlich nationaler Anhänge geregelt. Unterlage 2.14 enthält die in Nordrhein-Westfalen nach wie vor gültige Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen zur DIN 4149:2005-04. Das Baufeld liegt danach in der Erdbebenzone 3 und der Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Die Intensitäten für die Erdbebenzone 3 betragen $7{,}5 \leq I < 8{,}0$. 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 dürften bei einem Erdbeben mit der Intensität I = 7,5 große Spalten im Mauerwerk zu erwarten sein, und es besteht die Gefahr, dass Giebelteile und Dachgesimse einstürzen. Bei einem Erdbeben mit einer Intensität bis zu I = 8 ist mit schweren Schäden an Gebäuden zu rechnen.

Der Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung beträgt in der Erdbebenzone 3 nach DIN EN 1998 $a_{gR} = 0{,}8$ m/s².

Die Baugrundklasse beschreibt den seismisch relevanten oberflächennahen Untergrund bis in eine Tiefe von etwa 20 m. Das Projektgebiet ist auf der sicheren Seite liegend der Baugrundklasse C (feinsandige und grob- bzw. gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mindestens steifer Konsistenz) zuzuordnen. Der Untergrundfaktor ergibt sich somit für die Kombination C-S zu 0,75.

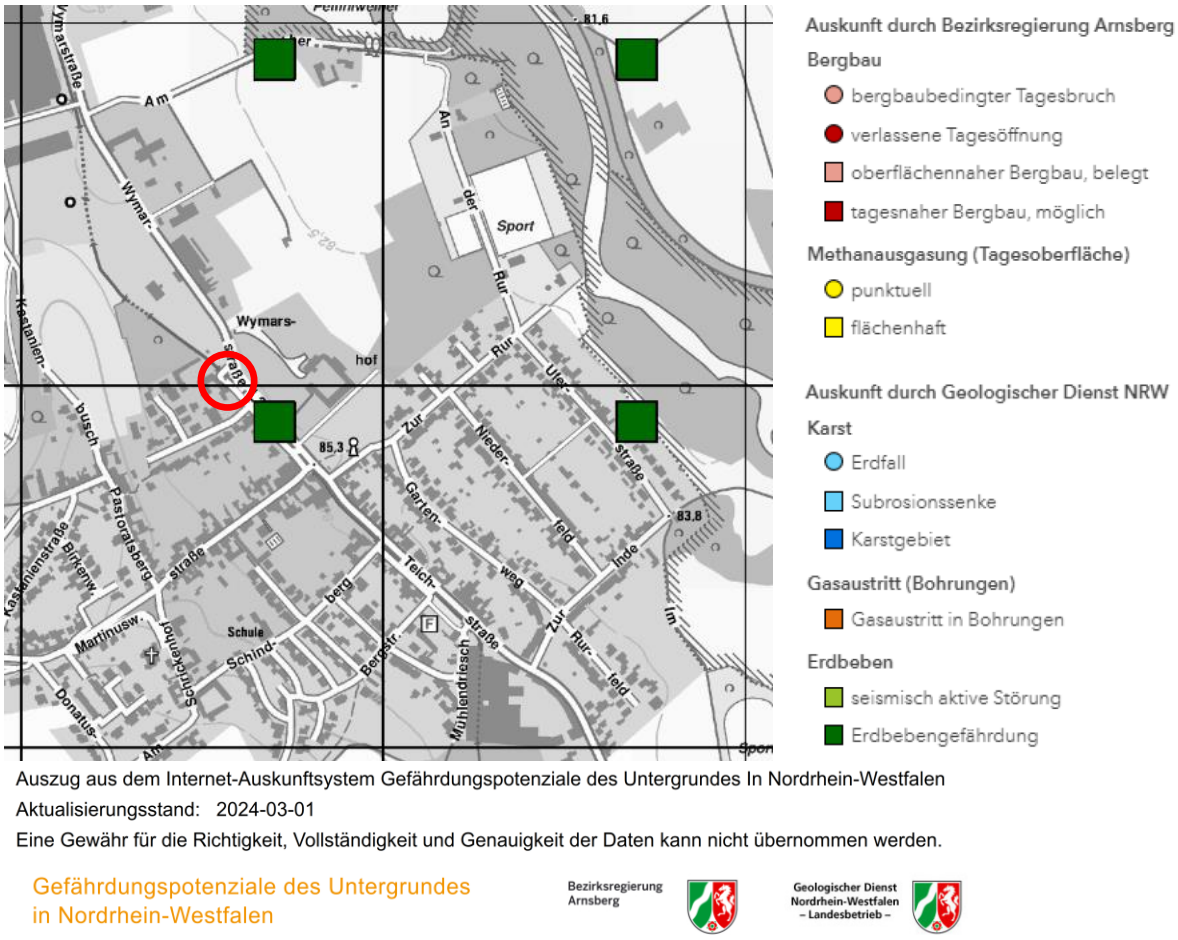
Im November 2023 ist ein neuer Nationaler Anhang zu DIN 1998-1 erschienen, in dem u.a. die „Referenz-Gefährdungskenngröße neu definiert“ und „die Gefährdungszonenkarte der Bemessungsbeschleunigung […] durch eine neue (in den Konturen veränderte) Karte der spektralen Antwortbeschleunigung (Fels mit $v_s = 800$ m/s) ersetzt“ wird, der allerdings noch nicht bauaufsichtlich eingeführt ist. Auf Wunsch kann eine Beurteilung nach neuer Norm nachgereicht werden.

Bodensenkungen

Bedingt durch den Braunkohletagebau und dem damit verbundenen Grundwasserentzug besonders in den tieferen Stockwerken kommt es im Großraum Jülich z.T. zu erheblichen Bodensenkungen. Es wird empfohlen, die geplante Baumaßnahme mit dem Bergbautreibenden, der RWE Power AG abzustimmen.

Gefährdungspotentiale des Untergrunds

Der Auszug aus dem Internet-Auskunftssystem Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen, Stand 01.03.2024 (abgerufen in 02/2025), in Bild 4.2 zeigt in dem Planquadrat, in dem sich das Baufeld befindet, bis auf die Erdbebengefährdung keine Auffälligkeiten.



Auszug aus dem Internet-Auskunftsystem Gefährdungspotenziale des Untergrundes In Nordrhein-Westfalen
Aktualisierungsstand: 2024-03-01
Eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit der Daten kann nicht übernommen werden.

Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen

Bezirksregierung Arnsberg

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen – Landesbetrieb –

Bild 4.2: Auszug aus dem Internet-Auskunftssystem Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen, Stand 01.03.2024 (abgerufen in 02/2025)

5 Hydrogeologische Verhältnisse

Niederschläge

Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe beträgt in Jülich-Kirchberg nach der Hydrologischen Karten von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5004 Jülich 675 – 700 mm/a (Zeitraum 1953 bis 1972, siehe Unterlage 2.7). Unterlage 2.13 gibt für den Zeitraum 1931 – 1960 mittlere jährliche Niederschlagsmengen von 600 – 650 mm/a an. Aktuelle Zahlen sind bei den Wetterdiensten zu erfragen.

Oberflächenwasser

Oberflächenwasser wird, sofern es nicht in die Kanalisation der Stadt Jülich oder den Mühlenteich gelangt, nach der Versickerung über den Grundwasserstrom der Rur zufließen. Über die Rur gelangt das Wasser bei Roermond in die Maas.

Grundwasser

Das oberste und für die geplante Baumaßnahme bedeutsame Grundwasserstockwerk bilden die Niederterrasse der Rur sowie die Ältere und die Älteste Hauptterrasse der Maas oberhalb des Reuvertons. Die Mächtigkeit dieses Grundwasserleiters beträgt nach der Hydrologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5004 Jülich für das Baufeld rd. 15 m (siehe Anlage 4.1 und Anlage 4.2). Der Grundwasserspiegel lag im Oktober 1956 zwischen +81,0 mNHN und +82,0 mNHN (siehe Anlage 4.1). Die Grundwassergleichenpläne des Erftverbands zeigen die Oberfläche des Grundwassers im obersten Stockwerk auf etwa +82,0 mNHN (Stand: Oktober 1955, siehe Anlage 6.1) bzw. auf ca. +79,5 mNHN (Stand: Oktober 2023, siehe Anlage 6.2).

Demnach führten die Sümpfungsmaßnahmen des Tagebaus Inden bisher zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels im obersten Stockwerk um rd. 2,5 m. In den tieferen Stockwerken sind die Einflüsse deutlich größer. Infolge der Absenkung des Druckniveaus kommt es im Raum Jülich, wie bereits erwähnt, zu großflächigen Geländeabsenkungen.

Die Grundwasserströmung ist nach Norden gerichtet.

In beiden Schlitzsondierungen konnte am 08.04.2024 der Grundwasserspiegel bei Bohrende auf rd. + 79,8 mNHN und die Wasserspiegelhöhe im AKK Mühlenteich auf +83,78 mNHN eingemessen werden. Mit Sohlhöhen > +83,0 mNHN am Brückenstandort besitzt der AKK Mühlenteich demnach hier keinen Grundwasseranschluss.

Die rd. 120 m (nord-) östlich des Bauplatzes gelegene Grundwassermessstelle 218697910 (Gut Wymarshof) lieferte gemäß Internet-Fachinformationssystem ELWAS für den Zeitraum 12/1995 bis 05/2019 Grundwasserspiegelhöhen zwischen +78,69 mNHN (gemessen am 05.12.2001) und +82,89 mNHN (gemessen am 02.08.2001, siehe Unterlage 2.12). Der mittlere Wasserspiegel betrug im vg. Beobachtungszeitraum +80,39 mNHN. Die Filterstrecke der 2''-Messstelle umfasst den Tiefenbereich von +78,58 mNHN bis +80,58 mNHN.

Gemäß Unterlage 2.1 und 2.3 betragen die Hochwasserspiegelhöhen im Mühlenteich am Brückenstandort (ca. Fluss-km 9,79, Stationierung GSK3E):

- $HQ_{häufig}$ = +83,85 mNHN
- HQ_{100} = +83,98 mNHN
- HQ_{extrem} = +84,15 mNHN

Am Brückenstandort soll als bauzeitlicher Bemessungsgrundwasserspiegel HGW = +80,5 mNHN und als höchster anzunehmender Grundwasserspiegel HHGW = +84,15 mNHN (≙ HQ_{extrem}) berücksichtigt werden.

Trinkwasserschutzgebiete

Gemäß Unterlage 2.12 befindet sich das Baufeld nicht innerhalb einer festgesetzten oder geplanten Trinkwasserschutzzone.

Sonstige Schutzgebiete

Von Nordosten grenzt das Landschaftsschutzgebiet LSG-5004-0005 „Wymarshof" an die Wymarstraße rechts des Mühlenteichs. Die Brücke selbst und die Wohnbebauung auf der linken Mühlenteich-Seite liegen außerhalb des Landschaftsschutzgebiets.

6 Baugrundbeschreibung und -klassifizierung

Allgemeines

Zur Erkundung der Baugrundschichtung und der Grundwasserverhältnisse sowie zur Gewinnung von Bodenproben wurden im Bereich der Mühlenteichbrücke Wymarstraße 10 zwei Rammkernbohrungen RKB sowie zwei Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH niedergebracht. Die Schlitzsondierung RKB 2 konnte bis zur planmäßigen Endteufe von 6,0 m niedergebracht werden. Der Aufschluss am Punkt 1 musste wegen hoher Rammwiderstände bei 5,9 m unter GOK in den Rurschottern vorzeitig abgebrochen werden. Die Sondierungen mit der Schweren Rammsonde am Punkt 3 und 4 kamen bereits bei 3,6 m unter GOK fest.

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

Zwischen den einzelnen Aufschlusspunkten können abweichende Verhältnisse, insbesondere im Hinblick auf die Mächtigkeit und die Zusammensetzung (Kornverteilung, Fremdstoffe) der anthropogenen Auffüllungen bzw. auf das Vorhandensein einer dünnen Decklehmschicht nicht ausgeschlossen werden.

Die einzelnen Schichten werden in der Folge ihres Auftretens von oben nach unten beschrieben. Die Bodenklassifizierung erfolgt nach DIN 18196 (Bodengruppe) und ZTV E-StB 17 (Frostempfindlichkeit) sowie noch nach den alten Normen DIN 18300:2012 (Bodenklasse) und DIN 18301:2012 (Bodenklasse). In den Hinweisen und Empfehlungen zur Bauausführung ist ein gewerkespezifischer Vorschlag für die Zuordnung der Bodenschichten zu Homogenbereichen nach der neuen Normengeneration enthalten.

Der Untergrund lässt sich im Projektgebiet stratigraphisch wie folgt untergliedern:

- Oberflächenbefestigungen
- Auffüllungen einschließlich ungebundene Tragschichten
- Decklehm/Hochflutlehm
- Rurschotter

Zur detaillierten Beschreibung der Bodenschichten siehe die Bohrprofile in Anlage 7.

Oberflächenbefestigungen

An den Punkten 1 (Widerlager Süd = linkes Mühlenteichufer) und 2 (Widerlager Nord = rechtes Mühlenteichufer) mussten zunächst die schwarzgebundenen Trag-/Deckschichten der Wymarstraße durchörtert werden. Die Dicke und die Art der vorhandenen Oberflächenbefestigungen wird in Tabelle 6.1 vorgestellt. Die Fotodokumentation der Bohrkerne KB 1 und KB 2/2024 ist Anlage 8 zu entnehmen.

Aufschluss Nr.	Ort	Oberflächenbefestigungen Art und Dicke	ΣPAK nach EPA
KB 1/2024	Wymarstraße, linkes Ufer	Schwarzdecke, d = 17 cm	5,51 mg/kg (0,00 – 0,17 m)
KB 2/2024	Wymarstraße, rechtes Ufer	Schwarzdecke, d = 20 cm	0,65 mg/kg (0,00 – 0,20 m)

Tabelle 6.1: Oberflächenbefestigungen der Wymarstraße

Auffüllungen einschließlich ungebundene Tragschichten

Die schwarzgebundenen Oberflächenbefestigungen werden von Auffüllungen unterlagert. Eine klare Abgrenzung der ungebundenen Tragschichten von den weiteren Auffüllungen war für den Feldgeologen nicht erkennbar. Die anthropogenen Füllböden reichen bis in Tiefen von 1,5 bis 1,8 m unter FOK (siehe Anlage 7 sowie Anlage 9). Bodenmechanisch gesehen handelt es sich bei den erbohrten Auffüllungen am Punkt 1 (linkes Mühlenteichufer) bis t = 1,1 m unter FOK um kiesige Sande, die von (schwach) tonigen Schluffen mit nur lokal geringen Grobkornanteilen unterlagert werden. Die kalkfreien Füllböden waren locker bis mitteldicht gelagert bzw. von weicher bis steifer Konsistenz und wiesen geringe Beimengungen an Bauschutt auf (< 5 Vol.-%).

Die Eindringwiderstände der Sondierung mit der Schweren Rammsonde betrugen am Punkt 3 bis in eine Tiefe von 0,5 m unter FOK $N_{10,DPH}$ = 4 – 14 Schläge und weisen für die Auffüllungen eine mitteldichte Lagerung aus. Darunter gehen die Schlagzahlen auf $N_{10,DPH} \leq 5$ Schläge zurück, was nur noch einer lockeren Lagerung der nichtbindigen bzw. einer weichen Konsistenz der bindigen aufgefüllten Böden entspricht (siehe Anlage 7).

Am Punkt 2 (rechtes Mühlenteichufer) handelt es sich bei den Auffüllungen bis in eine Tiefe von 1,8 m unter FOK in bodenmechanischer Hinsicht um lokal schwach schluffige, sandige Kiese. Allerdings beträgt der Anteil an mineralischen Fremdbestandteilen hier bis zu 90 Volumen-%. Die Lagerungsdichte wurde vom Feldgeologen anhand der Bohrwiderstände zu mitteldicht abgeleitet.

Mit der DPH 4/2024 wurden bis in eine Tiefe von 0,9 m unter GOK Schlagzahlen $N_{10,DPH}$ 1 bis 4 Schläge nachgewiesen, was auf eine schlechte Verdichtung der Füllböden hindeutet. Unterhalb von 0,9 m bis t = 1,9 m steigen die Schlagzahlen auf bis zu $N_{10,DPH}$ = im Mittel ca. 12 Schläge an. Das entspricht einer mitteldichten bis dichten Lagerung im Horizont der Füllböden.

Decklehm/Hochflutlehm

Als oberste gewachsene Bodenschicht wurden unterhalb der anthropogenen Füllböden quartäre Decklehme erbohrt: mittelbraune schwach tonige bis tonige, teilweise (fein-) sandige Schluffe mit lokal geringen Kiesanteilen. Die kalkfreien Lehmböden besaßen nach Angaben des Feldgeologen eine steife Konsistenz. Die Eindringwiderstände der Schweren Rammsonde DPH im Decklehm betrugen am Punkt 3 $N_{10,DPH}$ = 1 – 5 Schläge (linkes Ufer, breiige bis weiche Konsistenz) und am Punkt 4 $N_{10,DPH}$ = 3 – 5 Schläge (rechtes Ufer, weiche Konsistenz).

Die obere Schichtgrenze befindet sich in Tiefen von ca. 1,5 – 1,9 m unter FOK auf etwa +83,4 bis +83,6 mNHN (siehe Anlage 7). Die Schichtdicke variiert zwischen 0,8 m und 1,4 m.

Zur detaillierten Beschreibung der Decklehme (Zusammensetzung, Konsistenz, Farbe, Kalkgehalt, Bohrbarkeit etc.) sei an dieser Stelle auf die Bohrprofile in Anlage 7 verwiesen.

Aus der Untersuchungskampagne im Jahr 2019 für den Ersatzneubau der Stützmauer am linken Ufer zwischen der Brücke Im Knüppelchen und der alten Gewölbebrücke vor Haus Wymarstraße Nr. 32 liegt die Kornverteilung einer Mischprobe aus den Lehmböden vor (siehe Unterlage 2.17). Danach bestehen diese in der Mischung aus 3 Massen-% Ton, 88 Massen-% Schluff, 8 Massen-% Sand und 1 Massen-% Kies.

Für die am Punkt 1 (linkes Mühlenteichufer) gewonnenen Decklehmproben wurde aktuell ein Wassergehalt von w = ca. 21 % ermittelt (2 Proben, siehe Anlage 14). In zwei älteren Erkundungskampagnen betrug der Mittelwert aus insgesamt 10 Versuchen am linken Ufer w = 22 % (siehe Unterlage 2.17). Am Punkt 2 (rechtes Mühlenteichufer) lag der Wassergehalt der gewachsenen Lehmböden aktuell bei w = rd. 16 % (1 Probe, siehe ebenfalls Anlage 14).

Bei den Decklehmen handelt es sich um äußerst wasser- und strukturempfindliche Bodenarten, die bereits auf eine geringe Veränderung des Wassergehalts mit einer starken Veränderung der Konsistenz reagieren.

Rurschotter (Niederterrasse)

Mit den Rammkernbohrungen RKB 1 und 2/2024 wurden unterhalb der Lehmböden in einer Tiefe von 2,6 – 2,8 m unter GOK, d.h. auf ca. +82,4 mNHN bis +82,6 mNHN gewachsene Rurschotter erbohrt. Die Kleinbohrungen und Sondierungen enden in den Rurschottern. Die untere Schichtgrenze der Niederterrassensedimente wurde mit keiner Bohrung erreicht (siehe Anlage 7).

Die mit der Schlitzsonde zu Tage geförderten Rurschotter bestehen aus braunen kalkfreien sandigen Kiesen mit lokal dünnen schwach tonigen, (schwach) schluffigen Einlagerungen. Erfahrungsgemäß sind in den Rurschottern auch grobe Kiese, Steine und Blöcke enthalten, die aber mit dem gewählten Verfahren der kleinkalibrigen Schlitzsondierung nicht zu Tage gefördert werden können. Die dicht bis sehr dicht gelagerten Terrassensedimente waren nach Angaben des Feldgeologen schwer bis sehr schwer zu bohren.

An einer Mischprobe aus den Rurschottern wurde im bodenmechanischen Labor die Korngrößenverteilung der „Auswahlkörnung“ ermittelt (siehe Bild 6.1 sowie Anlage 11). Danach bestehen die Niederterrassensedimente aus rd. 10 Massen-% Feinkorn < Ø 0,063 mm, 23 Massen-% Sand und 67 Massen-% Kies. Zwei Nasssiebungen an ebenfalls mit Schlitzsondierungen gewonnenen Mischproben am Standort der rd. 490 m bachaufwärts gelegenen Brücke Mühlendriesch lieferten vergleichbare Ergebnisse.

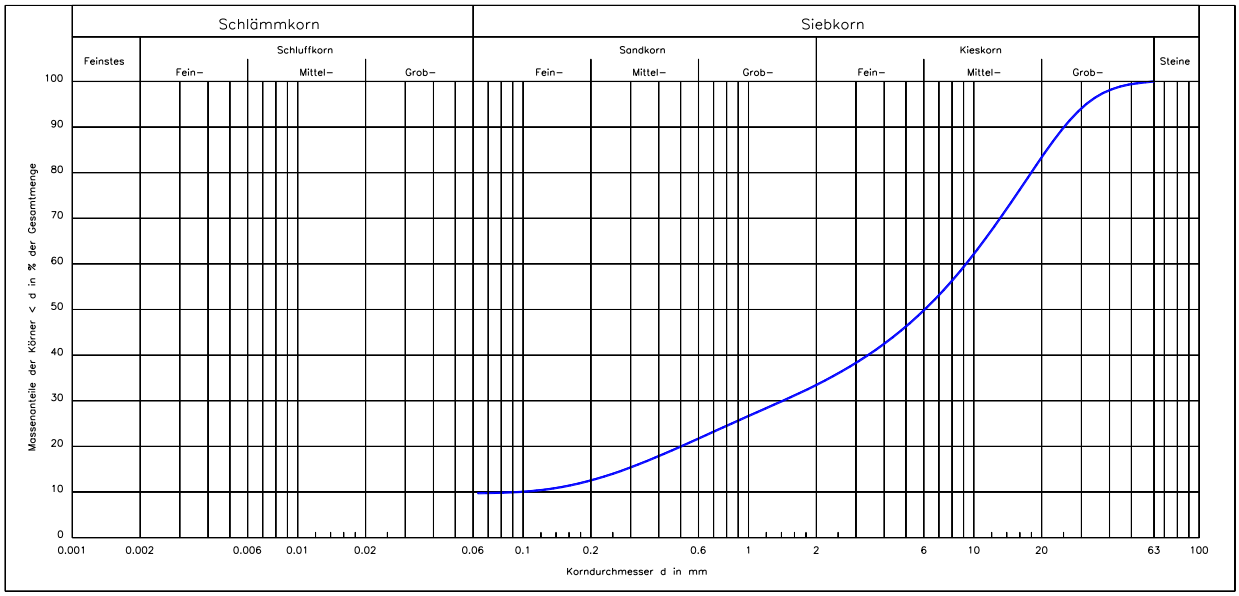


Bild 6.1: Sieblinie der Rurschotter (Auswahlkörnung aus Schlitzsonde ∅ 50 mm)

Anhand der Sieblinie lassen sich die Rurschotter der Bodengruppe GU/GT nach DIN 18196 zuordnen (siehe Anlage 11). Weil der Grobkornanteil in der untersuchten Mischprobe aufgrund des Bohrverfahrens unterrepräsentiert ist, wird es sich auch um z.T. schwach steinige bis steinige Böden der Bodengruppen GW und GI nach DIN 18196 handeln.

Die Schlagzahlen in den beiden Rammsondierungen DPH steigen bei Erreichen der Oberfläche der Niederterrassensedimente schlagartig auf Werte $N_{10,DPH} > 30$ Schläge und belegen eine dichte (bis sehr dichte) Lagerung. Beide Sondierungen mit der Schweren Rammsonde mussten aufgrund hoher Eindringwiderstände bei t = 3,6 m unter GOK abgebrochen werden.

Zur detaillierten Beschreibung der Rurschotter (Zusammensetzung, Konsistenz, Farbe, Kalkgehalt, Bohrbarkeit etc.) sei auf die Bohrprofile in Anlage 7 verwiesen.

Klassifizierung und Kennwerte

Tabelle 6.2 enthält die Klassifizierung der erkundeten Baugrundschichten. Die charakteristischen Werte der boden-/felsmechanischen 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 6.3 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	Bodenklassen nach alter DIN 18301
bindig **Auffüllungen**	UL, UM, TL, TM, GU*, SU*	F 3	4, aufgeweichte Partien 2	BB 2, BN 2 (BB 1)
nichtbindig/ schwach bindig	GW, GI, SW, SI GU, SU	F 1, F2	3, je nach Steinanteil auch 5	BN 1, je nach Steinanteil BS 1, BS 3
Decklehm	UL, UM, TL, TM, SU*	F 3	4, aufgeweichte Partien 2	BB 2, BN 2 (BB 1)
Niederterrasse (Rurschotter)	GU, GW, GI, SU, SW, SI (im Hangenden auch GU*, SU*)	F 2, F 1 (F 3)	3, je nach Steinanteil auch 5 (4)	BN 1, je nach Steinanteil BS 1, BS 3 (BN 2)

Tabelle 6.2: Zusammenstellung der Baugrundklassifizierungen

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]
bindig **Auffüllungen**	19,0 (im Mittel)	9,0 (im Mittel)	Ersatzreibungs-winkel $\varphi'' = 30°$	-	stark variierend
nichtbindig/ schwach bindig	20,0 (im Mittel)	11 (im Mittel)	Ersatzreibungs-winkel $\varphi'' = 35$	-	
Decklehm	19 (im Mittel)	9 (im Mittel)	22,5 (breiig) 25 (steif) 27,5 (steif)	0 (breiig) 2,5 (weich) 5 (steif)	1 (breiig) 2 – 4 (weich) 4 – 8 (steif)
Niederterrasse (Rurschotter)	20 (im Mittel)	11 (im Mittel)	32,5 – 37,5 (Sand – Kies)	2,5 – 0	40 – 100

Tabelle 6.3: Zusammenstellung der charakteristischen Bodenkenngrößen

Durchlässigkeiten der Baugrundschichten

Im Rahmen der aktuellen Untersuchungen wurden keine Feld- oder Laborversuche zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden durchgeführt. Die nachfolgenden Angaben gründen daher im Wesentlichen auf Erfahrungswerten, Untersuchungsergebnissen und Erkenntnissen aus Erkundungen in der näheren Umgebung des Projektgebietes sowie auf Hinweisen in der Literatur.

Die Durchlässigkeit der **Auffüllungen** ist i.W. abhängig vom Aufbau, der Zusammensetzung (Kornverteilung) und der Lagerungsdichte. Hier sind Bandbreiten von $k_f = 1 \times 10^{-2}$ m/s (ungebundene Tragschichten, Kies) bis $k_f = 5 \times 10^{-8}$ m/s (Lehmböden) möglich, bei erheblichen Schwankungen in vertikaler und horizontaler Richtung.

Die im Baufeld bei natürlichen, ungestörten Verhältnissen an der Geländeoberfläche anstehenden **quartären Decklehme** besitzen gemäß Bodenkarte eine mittlere Wasserdurchlässigkeit von $k_f = 16$ – 40 cm/d (siehe Unterlage 2.9). Dies entspricht k_f-Werten von 2 bis 5×10^{-6} m/s. Erfahrungsgemäß variiert der Durchlässigkeitsbeiwert der Lehmböden zwischen 5×10^{-6} m/s und 5×10^{-8} m/s. Bei sandigen Zwischenlagen ist von einer erhöhten Wasserwegsamkeit auszugehen.

Im Gegensatz zu den feinkörnigen Lehmböden besitzt die im Hangenden z.T. schwach verlehmte **Niederterrasse** höhere Wasserdurchlässigkeiten. Die Hydrologische Karte weist für die grobkörnigen Rurschotter Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte zwischen $k_f = 3 \times 10^{-2}$ m/s und $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s aus (siehe Unterlagen 2.7 und 2.8).

Aus der Kornverteilungskurve in Bild 6.1 kann die Wasserdurchlässigkeit der Niederterrassensedimente mit 10 Massen-% Feinkorn im Hangenden des Horizonts näherungsweise zu $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s abgeschätzt werden. An der benachbarten Brücke Mühlendriesch wurde an grobkörnigeren Partien ein mittlerer Wert von ca. 2×10^{-3} m/s ermittelt.

7 Umwelteinflüsse

Auffüllungen

Die zur Mischprobe MP1 zusammengefassten Auffüllungen wurden hinsichtlich ihrer Schadstoffgehalte nach LAGA und DepV im Feststoff und im Eluat ausschließlich Antimon-C_0 und ANC untersucht. Auf die Bestimmung von Atmungsaktivität AT_4 und Brennwert H_0 konnte verzichtet werden. Die genaue Zusammensetzung der Mischprobe für die chemischen Laborversuche wird in Tabelle 3.2 beschrieben bzw. ist den Schichtenprofilen in Anlage 7 zu entnehmen. Der zugehörige Laborbericht des Analytisches Labor Fölsing, Aachen ist in Anlage 12 abgelegt. Das Probenahmeprotokoll ist in Anlage 15 enthalten.

In Tabelle 7.1 und Tabelle 7.2 werden die Ergebnisse den Zuordnungswerten nach LAGA TR Boden (2004) gegenübergestellt. Da am Punkt 2 ein nicht unerheblicher Anteil an mineralischen Fremdbestandteilen in den Auffüllungen enthalten war, werden die Analyseergebnisse auch mit den Zuordnungswerten für Bauschutt nach LAGA Bauschutt (1997) abgeglichen (siehe Tabelle 7.3 und Tabelle 7.4). 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 7.5).

Die Mischprobe MP1 ist unter abfallrechtlichen Gesichtspunkten wie folgt einzustufen:

- LAGA TR Boden (2004)	Feststoff:	ΣPAK-Gehalt	= Z2
(ohne TOC-Gehalt)		Cadmium-, Kupfer-, Zinkgehalt	= Z1
	Eluat:	ohne Befund	

Der TOC-Gehalt der Mischprobe MP1 beträgt 1,7 %, was zu einer Einstufung Z2 nach LAGA TR Boden (2004) führt. Weitere Hinweise zum Gehalt an organischer Substanz siehe die Auswertung nach DepV.

- LAGA Bauschutt (1997)	Feststoff:	Cadmiumgehalt	= Z1.2
		Blei-, Zink-, ΣPAK-Gehalt	= Z1.1
	Eluat:	ohne Befund	
- Deponieverordnung (2013)	Feststoff:	ohne Befund	= DK 0
(ohne TOC-Gehalt, Glühverlust)	Eluat:	ohne Befund	= DK 0

Der TOC-Gehalt der Mischprobe MP1 beträgt 1,7 % und der Glühverlust 2,7 %, was zu einer Einstufung DK 0 nach DepV führt (maßgebend ist der Glühverlust). Auf weitere Untersuchungen zum Gehalt an organischer Substanz wurde vorerst verzichtet.

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA TR Boden (2004)			Gehalt in der Probe:
		Z0 (Schluff)	Z1	Z2	MP1 (59870)
Arsen	**mg/kg TS**	15	45	150	5,7
Blei	**mg/kg TS**	70	210	700	42
Cadmium	**mg/kg TS**	1	3	10	1,3
Chrom (ges.)	**mg/kg TS**	60	180	600	19
Kupfer	**mg/kg TS**	40	120	400	51
Nickel	**mg/kg TS**	50	150	500	19
Thallium	**mg/kg TS**	0,7	2,1	7	< 0,4
Quecksilber	**mg/kg TS**	0,5	1,5	5	0,19
Zink	**mg/kg TS**	150	450	1500	230
Cyanide (ges.)	**mg/kg TS**	-	3	10	< 1
TOC	**(Massen-%)**	0,5 (1) [1)]	1,5	5	1,7
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**	(400)	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	4,364
Benzo(a)pyren	**mg/kg TS**	0,3	0,9	3	0,39

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

Tabelle 7.1: Ergebnisse der Feststoffanalysen nach LAGA TR Boden (2004) an der MP1

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA TR Boden (2004)				Messwert/ Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP1 (59870)
pH-Wert	**-**	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5	6 – 12	5,5 – 12	8,7
Leitfähigkeit	**µS/cm**	250	250	1500	2000	100
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	15
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	11
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	85
Phenolindex	**µg/l**	20	20	40	100	< 10

Tabelle 7.2: Ergebnisse der Eluatanalysen nach LAGA TR Boden (2004) an der MP1

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA Bauschutt (1997)				Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP1 (59870)
Arsen	**mg/kg TS**	20	30	50	150	5,7
Blei	**mg/kg TS**	100	200	300	1000	42
Cadmium	**mg/kg TS**	0,6	1	3	10	1,3
Chrom (ges.)	**mg/kg TS**	50	100	200	600	19
Kupfer	**mg/kg TS**	40	100	200	600	51
Nickel	**mg/kg TS**	40	100	200	600	19
Quecksilber	**mg/kg TS**	0,3	1	3	10	0,19
Zink	**mg/kg TS**	120	300	500	1500	230
EOX	**mg/kg TS**	1	3	5	10	< 1
Kohlenwasserstoffe	**mg/kg TS**	100	300	500	1000	< 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)	4,364

Tabelle 7.3: Ergebnisse der Feststoffanalysen nach LAGA Bauschutt (1997) an der MP1

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA Bauschutt (1997)				Messwert/ Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP1 (59870)
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	100
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	15
Cadmium	**µg/l**	2	2	5	5	< 1
Chrom (ges.)	**µg/l**	15	30	75	100	< 10
Kupfer	**µg/l**	50	50	150	200	11
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	85
Phenolindex	**µg/l**	< 10	10	50	100	< 10

Tabelle 7.4: Ergebnisse der Eluatanalysen nach LAGA Bauschutt (1997) an der MP1

Parameter (Feststoff)	Einheit	Wert in der Mischprobe MP1 (59870)	Deklaration nach DepV
pH-Wert		7,4	-
EOX	mg/kg	< 1	-
KW $_{C10-C40}$	mg/kg	< 100	DK 0
∑BTEX	mg/kg	n.b.	DK 0
∑LHKW	mg/kg	n.b.	-
$\sum PAK_{EPA}$	mg/kg	4,364	DK 0
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,39	-
$\sum PCB_6$	mg/kg	n.b.	-
$\sum PCB_7$	mg/kg	n.b.	DK 0
Arsen	mg/kg	5,7	-
Blei	mg/kg	42	-
Cadmium	mg/kg	1,3	-
Chrom gesamt	mg/kg	19	-
Kupfer	mg/kg	51	-
Nickel	mg/kg	19	-
Quecksilber	mg/kg	0,19	-
Thallium	mg/kg	< 0,4	-
Zink	mg/kg	230	-
Cyanide gesamt	mg/kg	< 1	-
Glühverlust	M.-%	2,7	DK 0
TOC	M.-%	1,7	DK II[1)]
extrah. Lipophile Stoffe	M.-%	< 0,01	DK 0
AT_4	mg/g	-	-
Brennwert (H_0)	kJ/kg	-	-

Parameter (Eluat)	Einheit	Wert in der Mischprobe MP1 (59870)	Deklaration nach DepV
pH-Wert	-	8,7	DK 0
Leitfähigkeit	µS/cm	100	-
DOC	mg/l	3,8	DK 0
Chlorid	mg/l	< 10	DK 0
Sulfat	mg/l	< 20	DK 0
Cyanide gesamt	mg/l	< 0,005	-
Cyanide I. freisetzbar	mg/l	< 0,010	DK 0
Phenole	mg/l	< 0,010	DK 0
Arsen	mg/l	< 0,010	DK 0
Blei	mg/l	0,015	DK 0
Cadmium	mg/l	< 0,001	DK 0
Chrom (ges.)	mg/l	< 0,010	DK 0
Kupfer	mg/l	0,011	DK 0
Nickel	mg/l	< 0,010	DK 0
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	DK 0
Thallium	mg/l	< 0,001	-
Zink	mg/l	0,085	DK 0
Fluorid	mg/l	< 0,75	DK 0
Barium	mg/l	0,022	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.-%	-	-
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	< 150	DK 0

1) unkritisch, da Glühverlust < 3 %

Tabelle 7.5: Ergebnisse der Feststoff- und Eluatanalysen nach DepV (2013) der MP1

Decklehme/Hochflutlehme

Die zur Mischprobe MP2 zusammengefassten Decklehme wurden hinsichtlich ihrer Schadstoffgehalte nach LAGA und DepV im Feststoff und im Eluat ausschließlich Antimon-C_0 und ANC untersucht. Auf die Bestimmung von Atmungsaktivität AT_4 und Brennwert H_0 konnte verzichtet werden. Die genaue Zusammensetzung der Mischprobe für die chemischen Laborversuche wird in Tabelle 3.2 beschrieben bzw. ist den Schichtenprofilen in Anlage 7 zu entnehmen. Der zugehörige Laborbericht des Analytisches Labor Fölsing, Aachen ist in Anlage 12 abgelegt. Das Probenahmeprotokoll ist in Anlage 15 enthalten.

In Tabelle 7.6 und Tabelle 7.7 werden die Ergebnisse den Zuordnungswerten nach LAGA TR Boden (2004) gegenübergestellt. Des Weiteren wird die Deklarationsanalyse nach DepV (2013) ausgewertet (siehe Tabelle 7.8).

Die Mischprobe MP2 ist unter abfallrechtlichen Gesichtspunkten wie folgt einzustufen:

- LAGA TR Boden (2004) Feststoff: ohne Befund
  (ohne TOC-Gehalt) Eluat: ohne Befund

  Der TOC-Gehalt der Mischprobe MP2 beträgt < 0,5 %, was zu einer Einstufung Z0 nach LAGA TR Boden (2004) führt.

- Deponieverordnung (2013) Feststoff: ohne Befund = DK 0
  (ohne TOC-Gehalt, Glühverlust) Eluat: ohne Befund = DK 0

  Der TOC-Gehalt der Mischprobe MP2 ist < 0,5 % und der Glühverlust 2,5 %, was zu einer Einstufung DK 0 nach DepV führt. Auf weitere Untersuchungen zum Gehalt an organischer Substanz kann verzichtet werden.

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA TR Boden (2004)			Gehalt in der Probe:
		Z0 (Schluff)	Z1	Z2	MP2 (59871)
Arsen	**mg/kg TS**	15	45	150	9,2
Blei	**mg/kg TS**	70	210	700	20
Cadmium	**mg/kg TS**	1	3	10	< 0,4
Chrom (ges.)	**mg/kg TS**	60	180	600	29
Kupfer	**mg/kg TS**	40	120	400	14
Nickel	**mg/kg TS**	50	150	500	25
Thallium	**mg/kg TS**	0,7	2,1	7	< 0,4
Quecksilber	**mg/kg TS**	0,5	1,5	5	< 0,1
Zink	**mg/kg TS**	150	450	1500	54
Cyanide (ges.)	**mg/kg TS**	-	3	10	< 1
TOC	**(Massen-%)**	0,5 (1) [1)]	1,5	5	< 0,5
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**	(400)	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	< 0,05

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

Tabelle 7.6: Ergebnisse der Feststoffanalysen nach LAGA TR Boden (2004) der MP2

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA TR Boden (2004)				Messwert/ Gehalt in der Probe:
		Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	MP2 (59871)
pH-Wert	**-**	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5	6 – 12	5,5 – 12	8,2
Leitfähigkeit	**µS/cm**	250	250	1500	2000	40
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	23
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	< 40
Phenolindex	**µg/l**	20	20	40	100	< 10

Tabelle 7.7: Ergebnisse der Eluatanalysen nach LAGA TR Boden (2004) der MP2

Parameter (Feststoff)	Einheit	Wert in der Mischprobe MP2 (59871)	Deklaration nach DepV
pH-Wert		7,2	-
EOX	mg/kg	< 1	-
KW $_{C10-C40}$	mg/kg	< 100	DK 0
∑BTEX	mg/kg	n.b.	DK 0
∑LHKW	mg/kg	n.b.	-
$\sum PAK_{EPA}$	mg/kg	n.b.	DK 0
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,05	-
$\sum PCB_6$	mg/kg	n.b.	-
$\sum PCB_7$	mg/kg	n.b.	DK 0
Arsen	mg/kg	9,2	-
Blei	mg/kg	20	-
Cadmium	mg/kg	< 0,4	-
Chrom gesamt	mg/kg	29	-
Kupfer	mg/kg	14	-
Nickel	mg/kg	25	-
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	-
Thallium	mg/kg	< 0,4	-
Zink	mg/kg	54	-
Cyanide gesamt	mg/kg	< 1	-
Glühverlust	M.-%	2,5	DK 0
TOC	M.-%	< 0,5	DK 0
extrah. Lipophile Stoffe	M.-%	< 0,01	DK 0
AT_4	mg/g	-	-
Brennwert (H_0)	kJ/kg	-	-

Parameter (Eluat)	Einheit	Wert in der Mischprobe MP2 (59871)	Deklaration nach DepV
pH-Wert	-	8,2	DK 0
Leitfähigkeit	µS/cm	40	-
DOC	mg/l	1	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	< 0,010	DK 0
Phenole	mg/l	< 0,010	DK 0
Arsen	mg/l	< 0,010	DK 0
Blei	mg/l	0,023	DK 0
Cadmium	mg/l	< 0,001	DK 0
Chrom (ges.)	mg/l	< 0,010	DK 0
Kupfer	mg/l	< 0,010	DK 0
Nickel	mg/l	< 0,010	DK 0
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	DK 0
Thallium	mg/l	< 0,001	-
Zink	mg/l	< 0,040	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.-%	-	-
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	< 150	DK 0

Tabelle 7.8: Ergebnisse der Feststoff- und Eluatanalysen nach DepV (2013) der MP2

Gebundene Trag-/Deckschichten

Die gebundenen Trag-/Deckschichten am linken und rechten Mühlenteichufer (KB1 und KB2) wurden im chemischen Labor hinsichtlich ihrer PAK-Gehalte überprüft (ΣPAK nach EPA). Der Laborbericht ist in Anlage 13 abgelegt. Bei den beiden Bohrkernen **KB1 und KB2** lag der PAK-Gehalt jeweils unterhalb von 10 mg/kg (KB1: 5,51 mg/kg, KB2: 0,65 mg/kg). Aus diesem Grund handelt es sich um **nicht verunreinigten Ausbauasphalt** (siehe Tabelle 7.9).

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 7.9: Klassifizierung von Straßenaufbruch (aus Abfallratgeber Bayern)

8 Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung

Allgemeines

Die einfeldrige Brücke „Haus Langen“ über den AKK Mühlenteich in Jülich-Kirchberg soll an gleicher Stelle durch einen Neubau ersetzt werden (siehe Anlage 2). Die Gesamtbreite der neuen Brücke beträgt 6,2 m und die lichte Spannweite 3,5 m. Die 6,2 m langen und 1,9 m (links) bzw. 2,0 m (rechts) breiten Streifenfundamente der beiden Brückenwiderlager sollen auf ca. +82,6 mNHN gegründet werden (= UK Sauberkeitsschicht, siehe Anlage 9).

Gemäß den vorliegenden Erkundungsergebnissen dürften in dem geplanten Gründungshorizont am rechten Widerlager mitteldicht gelagerte und damit gut tragfähige Rurschotter anstehen, während am linken Ufer die Niederterrasse noch von wenigen Dezimetern gering tragfähigem Schluff abgedeckt wird, der auszutauschen ist (siehe Anlage 7 und Anlage 9). Als bauzeitlicher Bemessungsgrundwasserspiegel ist HGW = +80,5 mNHN zu berücksichtigen. Der Mühlenteich besitzt derzeit keinen Grundwasseranschluss.

Der AKK Mühlenteich soll während der Bauzeit in Rohren durch das Baufeld geleitet werden. Dazu sind oberhalb und unterhalb Fangedämme herzustellen.

Vor Baubeginn ist zu prüfen, ob der Arbeitsbereich vollständig von Kampfmitteln geräumt ist.

Gründung

Die Widerlager des Ersatzneubaus sollen flach auf Streifenfundamenten gegründet werden. Im geplanten Gründungshorizont auf ca. +82,6 mNHN (= UK Suaberkeitsschicht, d = 10 cm) dürften, wie bereits erwähnt, am rechten Ufer wenigstens mitteldicht gelagerte und damit gut tragfähige Rurschotter und am linken Ufer noch wenige Dezimeter Decklehm anstehen.

Die bindigen Böden in der Gründungsebene sollen bis zur OK Rurschotter gegen einen geeigneten Erdstoff, z.B. gegen einen feinkornarmen Bergkies ausgetauscht werden. Der Austauschboden soll auf mind. D_{Pr} = 97 % verdichtet werden. Alternativ kann auch die Sauberkeitsschicht entsorechend dicker hergestellt werden.

Beide Streifenfundamente sind in den v.g. Tiefen frostsicher gegründet. Es dürfte auch nicht die Gefahr bestehen, dass die Tragfähigkeit des Gründungsbodens in dieser Tiefe durch Auskolkungen beeinträchtigt wird.

Der bauzeitliche Grundwasserspiegel HGW = +80,5 mNHN liegt unterhalb des Gründungsniveaus der Streifenfundamente. Als höchster Bemessungsgrundwasserspiegel ist HHGW = +84,15 mNHN (≙ Wasserspiegel im AKK Mühlenteich bei HQ_{extrem}) zu berücksichtigen.

Die zulässigen mittleren Sohlnormalspannungen und die zulässigen Kantenpressungen (Design-Werte!) unter den Streifenfundamenten sind abhängig von den Fundamentabmessungen (hier: max. Breite = 2,0 m). Mit Einbindetiefen von rd. 1,0 m gegenüber OK Sohle Mühlenteich kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands in Anlehnung an DIN 1054:2021-04, Tabellen A6.1 und A6.2 unter Berücksichtigung des nach Beendigung der Sümpfungsmaßnahmen wieder ansteigenden Grundwasserspiegels näherungsweise zu $\sigma_{R,d}$ = 400 kN/m² angenommen werden.

Bei Ausnutzung der vg. Sohlpressungen ist nach DIN 1054 mit Setzungen in einer Größenordnung von 1 – 2 cm zu rechnen. Die Setzungen dürften zu mehr als 75 % unmittelbar nach Lastaufbringung eintreten.

In den statischen Berechnungen darf, da die Fundamentabmessungen dem den Tabellen in DIN 1054 zugrunde liegenden „Regelfall“ entsprechen, auf den Nachweis der Grundbruchsicherheit verzichtet werden. Setzungsbetrachtungen und, falls erforderlich, die endgültige Festlegung des Bettungsmoduls k_S zur Bemessung der Fundamentbewehrung können in Abstimmung zwischen dem Brückenstatiker und dem Baugrundgutachter erfolgen, wenn die charakteristischen Sohlnormalspannungen feststehen.

Zum Nachweis des Grenzzustands der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit darf bei der Fundamentbemessung der charakteristische Sohldruck in Querrichtung als geradlinig begrenzt angenommen werden. In Längsrichtung sollte bei der Sohldruckverteilung die Wechselwirkung von Gründung und Baugrund berücksichtigt werden (siehe hierzu DIN-Fachbericht 130). In erster Näherung kann hierzu ein Bettungsmodul k_S = 25 MN/m³ angesetzt werden.

Unter den Streifenfundamenten soll, wie bereits erwähnt, eine 10 cm dicke Sauberkeitsschicht angeordnet werden. Vor dem Einbau der Sauberkeitsschicht ist das (gewachsene) Erdplanum mit geeigneten Geräten umsichtig nachzuverdichten, um z.B. aushubbedingte Auflockerungen zu beseitigen oder Zonen geringerer Lagerungsdichte zu ertüchtigen.

Es wird empfohlen, die Gründungssohlen bzw. deren Tragfähigkeit von einem Baugrundsachverständigen überprüfen zu lassen.

Bodenaushub

Vor Aushubbeginn sind die vorhandenen Oberflächenbefestigungen aufzubrechen. Die Dicke der gebundenen Trag-/Deckschichten wurde an den Aufschlusspunkten KB1 und 2/2024 im Bereich der Bestandsbrücke zu d = 17 cm bzw. 20 cm ermittelt. Gemäß den chemischen Analysen sind die schwarzen Trag-/Deckschichten als nicht verunreinigter Ausbauasphalt einzustufen.

Im Zuge des Aushubs der beiden Widerlagerbaugruben dürften neben dem Betonabbruch (alte Widerlager und evtl. Teile der angrenzenden Stützwände) in erster Linie die alten Hinterfüllböden anfallen. Daneben können aber auch in geringen Mengen Decklehme und Rurschotter auszukoffern sein.

Auch wenn es sich um Böden mit sehr unterschiedlichen bodenmechanischen Eigenschaften handeln kann, wird empfohlen, die ungebundenen Tragschichten, die z.T. stark bauschuttdurchsetzten und Störstoffe enthaltenden Auffüllungen sowie die umgelagerten und gewachsenen Decklehme, da sie vermutlich nur in geringen Mengen anfallen, zu einem **Homogenbereich E1** nach DIN 18300 zusammenzufassen.

Die gewachsenen Rurschotter können in den **Homogenbereich E2** nach DIN 18300 gestellt werden.

Die nachfolgend aufgelisteten geotechnischen Kennwerte und Eigenschaften der beiden Homogenbereiche gemäß DIN 18300 sind Erfahrungswerte und wurden nicht im Labor ermittelt:

- Homogenbereich E1 = grob- und gemischtkörnige sowie bindige Auffüllungen einschließlich ungebundener Tragschichten (mit Anteil mineralischer Fremdbestandteile z.T. > 10 Vol.-%) sowie umgelagerte und gewachsene Decklehme

Bodengruppen nach DIN 18196:	GW, GI, SW, SI, GU, SU sowie UL, UM, TL, TM, GU*, SU*
Bodenklassen nach DIN 18300:2012:	3, 4, 5, untergeordnet 2
Korngrößenverteilung:	eng-, intermittierend und weitgestuft
Massenanteil Steine:	< 30 Massen-%
Massenanteil Blöcke:	< 10 Massen-%
Massenanteil große Blöcke:	0
Dichte:	ρ = 1,7 – 2,2 g/cm³

undränierte Scherfestigkeit c_u:	20 – 150 kN/m² (bindige Böden: weich bis steif) untergeordnet < 20 kN/m² (bindige Böden: breiig)
Wassergehalt:	w = 5 – 40 %
Plastizitätszahl I_p:	0,04 – 0,28 (bindige Böden: leicht bis mittelplastisch)
Konsistenzzahl I_c:	ca. 0,25 –1,0 (bindige Böden: (sehr) weich bis steif) untergeordnet 0 – 0,25 (bindige Böden: breiig)
bezogene Lagerungsdichte I_D:	0,15 – 0,85 (nicht-/schwach bindige Böden: locker bis dicht gelagert)
organischer Anteil:	nicht humos, Decklehm tlw. schwach humos
umweltrelevante Inhaltsstoffe	siehe Kapitel 7

Der Anteil mineralischer Fremdbestandteile kann zumindest lokal durchaus mehr als 50 Vol.-% betragen. In der Ausschreibung soll eine Zulageposition für solche Boden-Bauschutt-Gemische vorgesehen werden.

- Homogenbereich E2 = Rurschotter

Bodengruppen nach DIN 18196:	GU, GW, GI, SU, SW, SI untergeordnet SU*, GU*
Bodenklassen nach DIN 18300:2012:	3, 5, untergeordnet 4
Korngrößenverteilung:	intermittierend und weitgestuft
Massenanteil Steine:	< 30 Massen-%
Massenanteil Blöcke:	< 15 Massen-%
Massenanteil große Blöcke:	0
Dichte:	ρ = 1,7 – 2,2 g/cm³
undränierte Scherfestigkeit:	-
Wassergehalt:	w = 5 – 20 %
Plastizität:	-
Konsistenz:	-
Lagerungsdichte:	mitteldicht bis sehr dicht
organischer Anteil:	nicht humos
umweltrelevante Inhaltsstoffe:	nicht im Labor überprüft

Decklehme oder bindige Auffüllungen mit einer breiigen Konsistenz (Bodenklasse 2 nach alter DIN 18300:2012) wurden in den direkten Aufschlüssen zwar nicht angetroffen; allerdings liefern die Eindringwiderstände der Schweren Rammsonde Hinweise auf solche Böden. Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei den Erdarbeiten auch in geringen Mengen fließende Böden anfallen (insbesondere als dünne Schicht in der Sohle des Mühlenteichs). Solche Sohlsubstrate sollen vor Ort oder auf einem anderen geeigneten Platz zwischengelagert werden und können erst, nachdem eine Deklarationsanalyse durchgeführt wurde, zur Verwertung oder Deponie abgefahren werden. Es wird empfohlen, eine Zulageposition zum Bodenaushub für breiige Böden der alten Bodenklasse 2 vorzusehen.

Die Festlegung, ob es sich um einen Boden der Klasse 2 nach alter DIN 18300 handelt, erfolgt vor dem Lösen. Ein Aufweichen der Böden während der Bauarbeiten kann nicht als Baugrundrisiko des AG angesehen werden und ist dem AN anzulasten.

Die ausführende Firma hat dafür Sorge zu tragen, dass sich die Lade- und Transportfähigkeit des Bodens nicht durch unsachgemäßes Arbeiten verschlechtert.

Die Schadstoffuntersuchungen erfolgten an Mischproben, 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 Baugrundgutachter hinzuzuziehen.

Verbau

Der bauzeitliche Bemessungsgrundwasserspiegel steht gemäß den Ergebnissen der Grundwasserrecherche in den meist gut bis sehr gut durchlässigen Rurschottern unterhalb der Baugrubensohle an.

Die Baugrubentiefen werden voraussichtlich ein Maß von 3 m nicht überschreiten. Sofern es die Platzverhältnisse erlauben, kann der Aushub der Baugruben in geböschter Bauweise erfolgen. Dabei darf in den bindigen und gemischtkörnigen Böden ein Böschungswinkel von 60° gegen die Horizontale nicht überschritten werden. In rolligen Böden müssen die Baugrubenböschungen unter 45° oder flacher hergestellt werden. Die Böschungsflächen sind gegen Niederschlagswasser z.B. durch Abdeckung mit Folie oder einem schweren Vlies zu schützen. Oberflächenwasser ist in jedem Fall von den geböschten Baugruben fernzuhalten.

Für nicht verbaute Baugrubenböschungen ist der Nachweis der Böschungsbruchsicherheit nach DIN 1054:2010-12 grundsätzlich erst ab einer Höhe von ≥ 5 m zu erbringen. Je nach örtlichen Verhältnissen - hierbei ist insbesondere der Abstand von Gebäude- und Verkehrslasten von der Böschungsschulter hervorzuheben - können Standsicherheitsuntersuchungen auch bei geringeren Böschungshöhen erforderlich werden.

Aufgrund der örtlichen Situation - die Wohnhäuser am linken Mühlenteichufer müssen während der Baumaßnahme dauerhaft erreichbar sein - sind die Baugrubenwandungen zumindest zur Bebauung hin senkrecht herzustellen. Als Sicherung bietet sich in diesem Fall ein Spundwandverbau an.

Die Steifigkeit eines nicht gestützten Verbaus (und der Erddruckansatz) ist in Abhängigkeit von den zulässigen Verformungen festzulegen. Aufgrund der nahen Gebäude sollen die Spundwandverbauten hier auf den erhöhten aktiven Erddruck (mit 50 % Erdruhedruckanteil) ausgelegt werden. Verkehrslasten sind nach EAB (siehe [L5]) zu berücksichtigen.

Für den Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (u.a. Eigengewicht, vertikaler Erddruckanteil) ist die Ermittlung der charakteristischen Widerstände zwischen Spundwand und Baugrund im Grenzzustand der Tragfähigkeit erforderlich (siehe auch [L5]). Als Spitzenwiderstand kann in den Rurschottern $q_{b,k}$ = 25.000 kN/m² und als Mantelreibung $q_{s,k}$ = 50 kN/m² angesetzt werden.

Die für den Nachweis der Ableitung der Vertikallasten benötigte wirksame Spitzendruckfläche bei Spundwänden ergibt sich aus der vorhandenen Stahlquerschnittsfläche (siehe auch Bild 8.1 bzw. [L5], Bild EB 85-1).

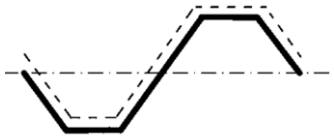


Bild 8.1: wirksame Flächen bei Spundwänden (aus [L5])

Für alle Verbaumaßnahmen gelten die Forderungen der DIN 4124:2012-01. Hinsichtlich der erforderlichen Arbeitsraumbreiten wird ebenfalls auf DIN 4124 verwiesen.

Grundsätzlich ist bei allen Verbauarten zu beachten, dass die zulässigen Emissionswerte (Lärm, Erschütterungen, Luftverschmutzung) nicht überschritten werden. Beim Einbringen von Spundbohlen sind an den benachbarten Gebäuden Schwingungsmessungen durchzuführen.

Hinsichtlich ihrer Rammbarkeit sollen die anstehenden Böden zu zwei Homogenbereichen nach DIN 18304:2016 zusammengefasst werden:

- Auffüllungen und Decklehm = Homogenbereich R1
  (≙ Homogenbereich E1 nach DIN 18300)
  leicht bis schwer rammbar
- Rurschotter = Homogenbereich R2
  (≙ Homogenbereich E2 nach DIN 18300)
  (mittel-) schwer bis sehr schwer rammbar

Bei im Boden voll eingespannten Spundwänden soll nach Möglichkeit auf Auflockerungsbohrungen verzichtet werden, weil ansonsten das Bodenauflager verschlechtert wird und sich größere Verformungen einstellen werden. Vorzugsweise sollen Profile mit hoher Steifigkeit gewählt werden. Bei Bedarf können einzelne Vorbohrungen ausgeführt und mit Kiessand verfüllt werden.

Bauwerkshinterfüllung

Die Rurschotter sowie nichtbindige und grobkornreiche gemischtkörnige Füllböden ohne Fremdbestandteile sind in bodenmechanischer Hinsicht grundsätzlich für die Hinterfüllung der Brückenwiderlager geeignet. Weitere geeignete Baustoffe nennt u.a. die ZTV E-StB im Abschnitt 10.2.4. Bindige oder bauschuttdurchsetzte Füllböden und Decklehme sind für den Wiedereinbau nicht geeignet. Blöcke sind vor der weiteren Verwendung auszusortieren.

An Bodenproben aus Auffüllungen wurden absprachegemäß keine Analysen nach EBV durchgeführt. Die gemischtkörnigen Lockergesteine sind unter geotechnischen Gesichtspunkten für den Wiedereinbau geeignet. Vor einem Wiedereinbau muss insbesondere wegen der auffälligen PAK- und Schwermetallgehalte die Zustimmung der zuständigen Behörde eingeholt werden. Bei Bedarf müssen vertiefende Untersuchungen nach EBV durchgeführt werden.

Beim Hinterfüllen sind die statischen Verhältnisse der Bauwerke (ggf. auch in Zwischenbauzuständen) zu beachten.

Der Hinterfüllboden ist gleichmäßig in Lagen ≤ 30 cm einzubauen und zu verdichten. Höhenunterschiede beim Hinterfüllen dürfen ohne Nachweis 0,50 m nicht übersteigen. Als Anforderung an das 10%-Mindestquantil des Verdichtungsgrades gilt D_{Pr} = 100 %.

In diesem Zusammenhang sei auf die einschlägigen Vorschriften wie die ZTV E-StB und das „Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke“ (siehe [L7]) verwiesen.

Bei der Festlegung der Erddruckansätze auf die Brückenwiderlager ist das Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken des Bundesministeriums für Verkehr zu beachten (siehe [L8]).

Grundsätzlich sind alle auf Mieten zwischengelagerten Böden gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Wasserhaltung

Der Mühlenteich soll in einer ausreichend dimensionierten Verrohrung durch die Baustelle geleitet werden. Dazu sind oberwasserseitig und unterwasserseitig der Brücke „Haus Langen“ Fangedämme zu schütten. Es ist sicherzustellen, dass kein Wasser aus dem Mühlenteich bzw. allenfalls geringe Sickerwassermengen in die Baugruben gelangen.

Solange die ortsnahen Sümpfungsmaßnahmen des Tagebaus Inden andauern, wird der geschlossene Grundwasserspiegel unterhalb der Gründungssohle der neuen Brückenfundamente anstehen. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass den Baugruben geringe Mengen an Schichtenwasser oder bedingt durch Undichtigkeiten an den Fangedämmen auch geringe Mengen an Mühlenteichwasser zufließen. Es wird empfohlen, eine offene Wasserhaltung mit kleinen Schlürfpumpen betriebsbereit vorzuhalten, auch wenn das zufließende Wasser zumindest z.T. über die Gründungssohle in die Rurschotter versickern kann.

Vor der Einleitung in den Vorfluter muss das geförderte Grund-, Schichten- und Mühlenteichwasser, wenn die Grenzwerte für die Trübung überschritten werden, ein Absetzbecken durchlaufen.

9 Schlussbemerkung, Unterschrift

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

Aachen, den 21.02.2025

Dr. Monika Knops

Dipl.-Ing. Jürgen Knops

Dipl.-Ing. Kirsten Reimer