

Bericht

über die Ergebnisse einer Recherche zu den
geologisch-hydrogeologischen Verhältnissen im Bereich
von vier Einzelbauwerken entlang des Radschnellweges
Aachen-Herzogenrath/Kerkrade/Heerlen

erstattet von

INGENIEURBÜRO HEITFELD - SCHETELIG GMBH

BEARBEITER:

DR.-ING. M. HEITFELD

DR. J. KLÜNKER

im Auftrag der Städteregion Aachen

Aachen, den 9. September 2016

Dieser Bericht besteht aus 21 Seiten und 2 Anl.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Veranlassung | 1 |
| 2 | Vorhandene Unterlagen | 2 |
| 3 | Durchgeführte Arbeiten | 4 |
| 4 | Geplante Einzelbauwerke | 5 |
| 5 | Beschreibung der Baugrundverhältnisse | 6 |
| 5.1 | Generelle Schichtenfolge gemäß Auswertung vorhandener Unterlagen | 6 |
| 5.1.1 | Einzelbauwerke BW 1 „Radwegbrücke über die Kohlscheider Straße und Toledoring“ und BW 2 „Radwegbrücke über Schlossparkstraße“ | 6 |
| 5.1.2 | Einzelbauwerke BW 3 „Unterführung Roermonder Straße“ und BW 4 „Unterführung Voccart-Straße“ | 7 |
| 5.2 | Baugrundmodelle | 8 |
| 5.2.1 | Einzelbauwerke BW 1 „Radwegbrücke über die Kohlscheider Straße und Toledoring“ und BW 2 „Radwegbrücke über Schlossparkstraße“ | 8 |
| 5.2.2 | Einzelbauwerke BW 3 „Unterführung Roermonder Straße“ und BW 4 „Unterführung Voccartstraße“ | 13 |
| 6 | Baugrundeigenschaften und Empfehlungen | 16 |
| 6.1 | Allgemeines | 16 |
| 6.2 | Bodenkenngrößen | 17 |
| 6.3 | Generelle Gründungsempfehlungen | 17 |

Recherche geologisch-hydrogeologische Verhältnisse an vier
Einzelbauwerken Radschnellweg Aachen-Herzogenrath/Kerkrade/Heerlen

Seite II

| | | |
|-----|---|----|
| 6.4 | Baugruben und Wiedereinbaubarkeit von Aushubboden | 18 |
| 6.5 | Wasserführung im Baugrund | 19 |
| 6.6 | Altbergbau | 21 |
| 6.7 | Erdbebenkräfte nach DIN EN 1998-1: 2010-12 | 21 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|---------|---|----|
| Tab. 1: | Charakteristische Werte von Bodenkenngrößen | 17 |
|---------|---|----|

Anlagenverzeichnis

| | |
|---------|---|
| Anl. 1: | Lageplan mit Einzelbauwerken BW 1 bis BW 4, Maßstab 1:10.000 (Zeichnungs-Nr. 187-19-001) |
| Anl. 2: | Geologische Profilschnitte durch die Einzelbauwerke BW 1 bis BW 4, M.d.L. 1:2.000, M.d.H. 1:500 (Zeichnungs-Nr. 187-19-002) |

1 Veranlassung

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wird zur Zeit eine mögliche Streckenführung für den geplanten Radschnellweg Aachen-Herzogenrath/Kerkrade/Heerlen geprüft. Die Arbeiten werden vom Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH, 52078 Aachen, durchgeführt.

Zur Vervollständigung der Datenerhebung soll für vier Einzelbauwerke (2 Brücken und 2 Unterführungen) jeweils eine Recherche der geologisch-hydrogeologischen Gegebenheiten anhand von verfügbarem Karten- und Archivmaterial erfolgen. Weiterhin sollen, soweit möglich, charakteristische Kennwerte für geotechnische bzw. statische Vordimensionierungen angegeben werden bzw. eine erste Gründungsberatung erfolgen.

Das Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH, Aachen (im Folgenden als IHS bezeichnet), wurde von der Städteregion Aachen mit der Durchführung der Arbeiten beauftragt.

Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse der durchgeführten Arbeiten.

2 Vorhandene Unterlagen

- BREDDIN, H. ET AL (1963): Praktische Geologie von Aachen.- Geol. Mitt., Bd. 1, Heft 2-4, S. 121-434, 104 Abb., 4 Tab., 4 Texttafeln, 4 Tafelbeilagen; Aachen.
- DIN 1054:2010-12: Sicherheitsnachweise im Erd und Grundbau.
- DIN 4020:2010-12: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke.
- DIN 18196:2011-05: Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
- DIN EN 1998-1: 2010-12: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben.
- INGENIEURBÜRO HEITFELD-SCHETELIG GMBH: Diverse Archivunterlagen.
- LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NRW (1977): Hydrologische Karte von NRW, Blatt 5202 Aachen, Grundriss- und Profilkarte, Maßstab 1:25.000/1:5.000.
- LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NRW (1989): Hydrologische Karte von NRW, Blatt 5102 Herzogenrath, Grundriss- und Profilkarte, Maßstab 1:25.000/1:2.000.
- PREUBISCHE GEOLOGISCHE LANDESANSTALT (1911): Geologische Karte Blatt 5202 Aachen, Maßstab 1:25.000.

- PREUBISCHE GEOLOGISCHE LANDESANSTALT (1910): Geologische Karte Blatt 5102 Herzogenrath mit Erläuterungen, Maßstab 1:25.000.
- STÄDTEREGION AACHEN (12.08.2016): E-Mail-Schreiben mit Lageplänen des Ingenieurbüros H. Berg & Partner GmbH, Aachen.

3 Durchgeführte Arbeiten

Im Rahmen der Recherche zu den Baugrundverhältnissen wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Klären der Aufgabenstellung;
- GIS-gestützte Auswertung der verfügbaren Karten und Archivunterlagen zu den geologisch-hydrogeologischen und tektonischen Verhältnissen im Plangebiet;
- Sichtung von Luftbildern und Luftbildkarten;
- Sichtung von historischen topografischen Karten;
- Recherche zu Bohrungen, Sondierungen und Baugrunduntersuchungen;
- Beschreibung der standortspezifischen Baugrundverhältnisse im Hinblick auf Schichtenfolge, Grundwasser, Flurabstand usw.
- Ableitung eines Baugrundmodells;
- Abschätzung von charakteristischen Werten von Bodenkenngrößen für eine statische Vordimensionierung;
- Ableitung von Gründungsempfehlungen;
- Dokumentation der Ergebnisse in dem vorliegenden Bericht.

4 Geplante Einzelbauwerke

Entlang des geplanten Radschnellweges Aachen-Herzogenrath/Kerkrade/Heerlen sind u.a. vier Einzelbauwerke geplant und hinsichtlich der zu erwartenden geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse zu beschreiben. Die Lage der Einzelbauwerke ist in Anl. 1 dargestellt.

Das **Einzelbauwerk BW 1 „Radwegbrücke über die Kohlscheider Straße und Toledoring“** entspricht einem größeren Brückenbauwerk von rd. 320 m Länge, das die Verbindung zwischen dem alten Bahndamm südlich der Kohlscheider Straße und nördlich des Toledorings wieder herstellen soll.

Das **Einzelbauwerk BW 2 „Radwegbrücke über Schlossparkstraße“** entspricht einem kleineren Brückenbauwerk von rd. 100 m Länge, das die Verbindung zwischen dem alten Bahndamm beidseitig der Schlossparkstraße herstellen soll.

Da hinsichtlich der Geometrie und Statik der beiden Brücken noch unterschiedliche Varianten diskutiert werden und außerdem beide Bauwerke generell in derselben geologischen Struktur liegen, erfolgt die Beschreibung der Baugrundverhältnisse für die beiden geplanten Bauwerke und die dazwischen liegende Trasse.

Das **Einzelbauwerk BW 3 „Unterführung Roermonder Straße“** entspricht einem rd. 80 m langen „Tunnel“ im Bereich der Einmündung des Küppershofweges in die Roermonder Straße.

Das **Einzelbauwerk BW 4 „Unterführung Voccartstraße“** entspricht einem rd. 80 m langen „Tunnel“ zur Unterquerung der Voccartstraße in Richtung Pannesheide/Kerkrade.

5 Beschreibung der Baugrundverhältnisse

5.1 Generelle Schichtenfolge gemäß Auswertung vorhandener Unterlagen

5.1.1 Einzelbauwerke BW 1 „Radwegbrücke über die Kohlscheider Straße und Toledoring“ und BW 2 „Radwegbrücke über Schlossparkstraße“

Aus regionalgeologischer Sicht liegen beide Bauwerke im Verbreitungsgebiet der Schichten der Oberkreide nordöstlich der Laurensberger Störung.

Da die beiden geplanten Brückenbauwerke den alten Damm der ehemals in diesem Bereich verlaufenden Bahnlinie Aachen-Mönchengladbach niveaugleich verbinden sollen, ist als oberstes Schichtglied die **anthropogene Aufschüttung** des Bahndamms zu benennen. Eine Recherche der Historischen Topografischen Karten (Maßstab 1:25.000) zeigt, dass in der Karte von TRANCHOT/MÜFFLING aus den Jahren 1805/1807 diese Bahnlinie noch nicht dargestellt ist; in der rd. 40 Jahre jüngeren Karte aus dem Jahre 1845 ist die Trasse als „Project Eisenbahn“ in ihrem Verlauf bereits erfasst. Verständlicherweise liegen zur Zusammensetzung und zu den geotechnischen Eigenschaften dieser sehr alten Dammschüttung in den verfügbaren geologischen Unterlagen keine Angaben vor.

Die natürliche geologische Schichtenfolge beginnt im Normalprofil mit einem quartären **Lösslehm**, der allerdings örtlich auch fehlen kann.

Die Trasse kreuzt im Bereich der beiden geplanten Brücken die Tälchen des Schwarzbachs und des Wildbachs. In diesen Bereichen sind oberflächennah junge Bachablagerungen in Form von **Tallehmen und Talkiesen** zu erwarten.

Unter Berücksichtigung der Genauigkeit der verfügbaren geologischen Unterlagen im Maßstab 1:25.000 kann nicht ausgeschlossen werden, dass das südliche Widerlager des Einzelbauwerks BW 1 noch randlich das Verbreitungsgebiet der **Aachener Schichten** aus der Zeit der Oberkreide (Santon) berührt. Hierbei handelt es sich um Feinsande mit eingelagerten tonigen Schluffen.

Durchweg verbreitet im Untergrund entlang der beiden Brückenbauwerke sind die sog. **Hergenrather Schichten** aus der Zeit der Oberkreide (Santon). Diese feinkörnigen Sedimente (Tone, Schluffe und Feinsande) wurden früher in der Region Aachen auch als „Basiston“ bezeichnet, weil sie die Basis der kretazischen Schichtenfolge bilden.

Unterhalb der Hergenrather Schichten folgen die örtlich flözführenden **Schichten des Oberkarbons**. Diese Schichten sind aber aufgrund ihrer Tiefenlage für das hier behandelte Projekt nicht von Bedeutung.

5.1.2 Einzelbauwerke BW 3 „Unterführung Roermonder Straße“ und BW 4 „Unterführung Voccart-Straße“

Aus regionalgeologischer Sicht liegt das Bauwerk BW 3 zwischen der Richtercher Störung und dem Uersfelder Sprung und das Einzelbauwerk BW 4 nordöstlich des Großen Biß jeweils im Verbreitungsgebiet der oberkarbonischen Schichten der Wurm-Mulde.

Die natürliche geologische Schichtenfolge beginnt im Normalprofil mit einem quartären **Lösslehm**.

In weiten Bereichen der Wurm-Mulde treten unterhalb des Lösslehms im Normalprofil die **Flussterrassenablagerungen der Maas** auf; dabei handelt es sich um Sande und Kiese mit Steinen und einzelnen Schluff-Einlagen. Obwohl nach der Hydrologischen Karte NRW, Blatt 5102 Herzogenrath diese Maas-Terrassensedimente im Raum Uersfeld/Küppershof nicht dargestellt sind, kann eine (vermutlich gering mächtige) Verbreitung im Umfeld des Einzelbauwerks BW 3 nicht ausgeschlossen werden. Im Bereich des geplanten Einzelbauwerks BW 4 treten die Maas-Terrassen-Sedimente in größerer Mächtigkeit auf.

Zur Tiefe hin folgen die tertiären **Unteren Lintfort-Schichten** (früher: Ratinger Ton). Hierbei handelt es sich um einen wechselnd sandigen und wechselnd tonigen Schluff, der in der Regel eine steife Konsistenz aufweist.

Tiefere Schichten sind für das hier behandelte Projekt nicht von Bedeutung.

5.2 Baugrundmodelle

5.2.1 Einzelbauwerke BW 1 „Radwegbrücke über die Kohlscheider Straße und Toledoring“ und BW 2 „Radwegbrücke über Schlossparkstraße“

In Anl. 1 ist der Profilschnitt 1-1' vom nördlichen Rand des Einzelbauwerks BW 2 bis etwa 100 m südlich des südlichen Endes des Bauwerkes BW 1 dargestellt. Aus dem Profilschnitt kann abgeleitet werden, dass die natürliche Geländehöhe vor der Dammschüttung der Bahnlinie bei etwa 161 bis 163 mNHN lag. Der Damm stellt einen im Süden rd. 15 m mächtigen Aufschüttungskörper dar, dessen Mächtigkeit in nördlicher Richtung auf etwa 10 m abnimmt.

Hinsichtlich der Schichtenfolge kann davon ausgegangen werden, dass der Bahndamm auf dem natürlichen Boden aufgeschüttet wurde und die seitlich des Bahndamms bekannten geologischen Verhältnisse unter dem Damm „durchziehen“.

Die Schichtenfolge kann demnach wie folgt beschrieben werden:

Schicht A - Aufschüttung / Bahndamm

Aus den verfügbaren geologischen Unterlagen können keine Angaben zur Zusammensetzung der Dammschüttung gewonnen werden. Für eine erste Bewertung der geotechnischen Eigenschaften müssten die Ausgangsgesteine bekannt sein und Angaben zur Kornverteilung und zu den Einbauverhältnissen vorliegen. Es ist jedoch anzunehmen, dass derartige Unterlagen aufgrund des Alters der Dammschüttung nicht vorliegen und auch nicht mehr den aktuellen Verhältnissen entsprechen würden.

Eine Eingruppierung des Aufschüttungsmaterials der Dammschüttung hinsichtlich Bodenklasse bzw. Frostepfindlichkeitsklasse kann derzeit nicht vorgenommen werden:

Bodenklasse nach DIN 18.300: keine Angabe

Frostepfindlichkeitsklasse nach ZTVE-Stb 94: keine Angabe

Schicht B - Lösslehm

Unterhalb der Aufschüttung kann eine Schicht aus feinsandig-tonigem Schluff erwartet werden, die aufgrund ihrer äolischen Entstehung (Löss) mit nachfolgender Verlehmung als Lösslehm bezeichnet wird. Erfahrungsgemäß

variiert die Mächtigkeit des Lösslehms in den meisten Fällen zwischen rd. 2 und 5 m; in dem Profilschnitt 1-1' in Anl. 1 ist exemplarisch eine mittlere Mächtigkeit von 3 m angesetzt worden.

Im ungestörten Zustand weist ein Lösslehm meist eine steife Bodenkonsistenz auf. Ein wesentliches Merkmal eines Lösslehms besteht allerdings darin, dass bei starker bis völliger Wassersättigung eine weiche Konsistenz auftreten kann. Bei etwas höherem Tonanteil kann ein Lösslehm auch Staunässe führen und lokal auch breiige Konsistenz aufweisen.

Beim Lösslehm handelt sich um einen mäßig belastbaren Baugrund mit einem charakteristischen Steifemodul der Erstbelastung von $E_{s,stat.} = 7 \text{ MN/m}^2$ und damit um einen mittel zusammendrückbaren Baugrund.

Während der Bauzeit ist der Lösslehm an seiner Oberseite sehr wasser-, frost- und erosionsempfindlich. Bei Wasserzutritt kann er sehr schnell aufweichen und weich werden bis breiig-fließend zerfallen. Wenn darüber hinaus der Lösslehm mechanisch beansprucht wird, kommt es zu einem nicht mehr umkehrbaren Verlust an Baugrundfestigkeit. In der natürlichen und durch rechtzeitige Schutzmaßnahmen geschützten Lösslehm-Oberseite kann bei hohen Bodenwassergehalten kurz nach dem Aushub kurzzeitig Porenwasserüberdruck auftreten, was sich in einem „puddingartigen“ Verhalten des Erdplanums bemerkbar macht. Dieser Porenwasserüberdruck baut sich nach einigen Tagen ab, sofern die Belastung nicht fortgesetzt wird.

Bodenklasse nach DIN 18.300: 4

Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-Stb 94: F 3

Schicht C - Tallehm / Talkies

Die Bachsedimente können im Bereich des Wildbachs und des Schwarzbachs unterhalb der Dammaufschüttung lokal begrenzt verbreitet sein. Die Mächtigkeit wird lediglich wenige Meter betragen und die Mächtigkeit des Lösslehms entsprechend reduzieren. Generell muss berücksichtigt werden, dass der heutige Verlauf der beiden Bäche nicht dem historischen Verlauf entsprechen muss, so dass die Talauensedimente mit einer gewissen „Lagegenauigkeit“ beidseitig der heutigen Bachverläufe auftreten könnten.

Derartige Sedimente sind in der Regel vergleichsweise heterogen ausgebildet und bestehen aus einem häufig weichen bzw. lockeren Lehm. Die kiesigen Partien können eventuell auch Feuersteine enthalten.

Bodenklasse nach DIN 18.300: 3 bis 4

Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-Stb 94: F 2 bis F 3

Schicht D - Aachener Schichten

Diese auch häufig als „Aachener Sande“ bezeichnete kretazische Schichtenfolge besteht zu einem wesentlichen Anteil aus Feinsanden. Insbesondere hinsichtlich der Baugrundeigenschaften ist aber bedeutsam, dass unregelmäßig verteilt, und damit nicht prognostizierbar, auch feinkörnigere Einschaltungen aus Ton und Schluff auftreten. Gelegentlich können die Sande auch durch Verkieselungen zu Sandsteinbänken verkittet sein. Während die Sande in reiner Form einen zuverlässigen und unproblematischen Baugrund darstellen, liegt die Problematik dieser Formation in der diffusen Verteilung von

Schluff-Lagen, die deutlich setzungsempfindlicher sind und auch zeitweise Staunässe führen können. Grundwassererfüllte Sandlagen können aufgrund der Kornzusammensetzungen in Böschungen zum Ausfließen neigen.

Bodenklasse nach DIN 18.300: 3 bis 4

Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-Stb 94: F 2 bis F 3

Schicht E - Hergenrather Schichten

Diese kretazische Schichtenfolge besteht aus tonigen Schluffen und Tonen mit eingeschalteten Feinsanden, die horizontal und vertikal vergleichsweise schnell wechseln können. Die Schluffe und Tone sind häufig humushaltig und enthalten darüberhinaus Markasit-Knollen (Schwefelkies); die Möglichkeit betonangreifender Wässer muss bei der Wahl der Expositionsklassen für Beton/Mörtel berücksichtigt werden. Die kretazischen Sedimente sind durch Überlagerungen in geologischen Zeiträumen vorbelastet worden.

Die unregelmäßige Verteilung der Tone, Schluffe und Sande beinhaltet für Bauwerke die Möglichkeit ungleichmäßiger Setzungen. Weiterhin besteht auch bei den Hergenrather Schichten die Neigung zum Materialtransport bei Abfließen von Grundwasser oder Stauwasser.

Bodenklasse nach DIN 18.300: 3 bis 4

Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-Stb 94: F 2 bis F 3

5.2.2 Einzelbauwerke BW 3 „Unterführung Roermonder Straße“ und BW 4 „Unterführung Voccartstraße“

In Anl. 1 sind die Profilschnitte 2-2' und 3-3' durch die beiden geplanten Unterführungsbauwerke BW 3 bzw. BW 4 dargestellt. Die Schichtenfolge kann demnach wie folgt abgeleitet werden:

Schicht B - Lösslehm

Ebenso wie im Bereich der Einzelbauwerke BW 1 und BW 2 kann oberflächennah eine Schicht aus feinsandig-tonigem Schluff erwartet werden, die aufgrund ihrer äolischen Entstehung (Löss) mit nachfolgender Verlehmung als Lösslehm bezeichnet wird. Erfahrungsgemäß variiert die Mächtigkeit des Lösslehms zwischen rd. 2 und 5 m; in den Profilschnitten 2-2' und 3-3' in Anl. 1 ist exemplarisch eine mittlere Mächtigkeit von 3 m angesetzt worden.

Im ungestörten Zustand weist ein Lösslehm meist eine steife Bodenkonsistenz auf. Ein wesentliches Merkmal eines Lösslehms besteht allerdings darin, dass bei starker bis völliger Wassersättigung eine weiche Konsistenz auftreten kann. Bei etwas höherem Tonanteil kann ein Lösslehm auch Staunässe führen und lokal auch breiige Konsistenz aufweisen.

Beim Lösslehm handelt sich um einen mäßig belastbaren Baugrund mit einem charakteristischen Steifemodul der Erstbelastung von $E_{s,stat.} = 7 \text{ MN/m}^2$ und damit um einen mittel zusammendrückbaren Baugrund.

Während der Bauzeit ist der Lösslehm an seiner Oberseite sehr wasser-, frost- und erosionsempfindlich. Bei Wasserzutritt kann er sehr schnell aufweichen und weich werden bis breiig-fließend zerfallen. Wenn darüber hinaus der Lösslehm mechanisch beansprucht wird, kommt es zu einem nicht mehr umkehrbaren Verlust an Baugrundfestigkeit. In der natürlichen und durch rechtzeitige Schutzmaßnahmen geschützten Lösslehm-Oberseite kann bei hohen Bodenwassergehalten kurz nach dem Aushub kurzzeitig Porenwasserüberdruck auftreten, was sich in einem „puddingartigen“ Verhalten des Erdplanums bemerkbar macht. Dieser Porenwasserüberdruck baut sich nach einigen Tagen ab, sofern die Belastung nicht fortgesetzt wird.

Bodenklasse nach DIN 18.300: 4

Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-Stb 94: F 3

Schicht F - Maas-Terrasse

Nach den verfügbaren Unterlagen ist die Verbreitung dieser Schicht im Umfeld des geplanten Einzelbauwerks BW 3 nicht eindeutig zu klären. Nach der Hydrologischen Profilkarte, Blatt 5102 Herzogenrath, würden die Sedimente der Maas-Terrasse in diesem Bereich fehlen und der Lösslehm direkt den Unteren Lintfort-Schichten auflagern. Nach einzelnen Bohrdaten hingegen scheinen die Maas-Terrassen-Sedimente auch in diesem Bereich verbreitet zu sein, wenn auch in einer stark mit bindigem Material durchsetzten Form. Weiterhin liegt nach den Datensätzen der Integrierten Geologischen Landesaufnahme die Quartärbasis (und damit die Unterkante der Maas-Terrasse) in diesem Bereich bei rd. 165 mNHN.

In dem Profilschnitt 2-2' in Anl. 1 wurde angenommen, dass unterhalb des Lösslehms noch ein Rest der Maas-Terrasse bis auf ein Niveau von rd. 167/168 mNHN ansteht.

Im Umfeld des geplanten Einzelbauwerks BW 4 kann von einer Mächtigkeit der Maas-Terrassen-Sedimente von rd. 10 m ausgegangen werden.

Die Maas-Terrassen-Sedimente sind durch ein mitteldicht bis dicht gelagertes Korngerüst gekennzeichnet. Das Material kann wie folgt eingruppiert werden:

Bodenklasse 3 bis 4 nach DIN 18.300

Frostempfindlichkeitsklasse F 1 nach ZTVE-Stb 94

Schicht G - Untere Lintfort-Schichten

Bei dieser tertiären Schichtenfolge handelt es sich um einen wechselnd sandigen und wechselnd tonigen Schluff, der in der Regel eine steife Konsistenz aufweist. Das Material kann wie folgt eingruppiert werden:

Bodenklasse 4 nach DIN 18.300

Frostempfindlichkeitsklasse F 3 nach ZTVE-Stb 94

6 Baugrundeigenschaften und Empfehlungen

6.1 Allgemeines

Angaben zu möglichen Gründungen bzw. Empfehlungen für die wirtschaftlichste Gründungsmethode erfordern, ebenso wie Angaben zu Wasserverhältnissen, Baugrubenböschungen usw., immer Vorgaben zu Gründungsniveaus und den auftretenden Lasten. Da hierzu derzeit noch keine detaillierten Angaben vorliegen, wird im Folgenden von den u.a. Annahmen ausgegangen:

Einzelbauwerke BW 1 und BW 2:

In Abhängigkeit von der Gestaltung der Brückenkonstruktion sind unterschiedliche Lasten an unterschiedlichen Punkten in den Untergrund abzutragen. Nach den derzeitigen Planungen würden bei Flachgründungen die Fundamente entweder in der Aufschüttung/Dammschüttung oder im Lösslehm sowie örtlich möglicherweise auch im Tallehm/Talkies stehen.

Einzelbauwerke BW 3 und BW 4:

Unter der Annahme, dass die Unterführungen jeweils bis zu rd. 4 m in den Untergrund einbinden werden, ist wahrscheinlich, dass die Gründung z.B. eines Rahmentragwerks auf den Sedimenten der Maas-Terrasse oder den Unteren Lintfort-Schichten erfolgen würde; die seitlichen Rampen wären überwiegend im Lösslehm anzulegen.

6.2 Bodenkenngrößen

Aus den derzeit verfügbaren generellen Kenntnissen über die im Bereich der geplanten Einzelbauwerke erwarteten geologischen Schichten können für die weiteren Planungen die in Tab. 1 angegebenen charakteristischen Werte von Bodenkenngrößen abgeleitet werden. Die Bodenkenngrößen, für die bei dem gegenwärtigen Kenntnisstand keine Erfahrungswerte angegeben werden können, sind mit „k.A.“ (keine Angabe) gekennzeichnet.

Tab. 1: Charakteristische Werte von Bodenkenngrößen

| Schicht | Wichte γ [kN/m ³] | Kohäsion c [kN/m ²] | Reibungswinkel φ (°) | Steifemodul E_s [MN/m ²] |
|-------------------------------|---|------------------------------------|---------------------------------|---|
| A - Aufschüttung | k.A. | 0 | k.A. | k.A. |
| B - Lösslehm | 20 | 2 | 27,5 | 7 |
| C - Tallehm / Talkies | k.A. | k.A. | k.A. | k.A. |
| D - Aachener Schichten | 20 | 0 | 27 bis 32 | 80 bis 100 |
| E - Hergenrather Schichten | 21 | 1 | 17 bis 20 | 40 |
| F - Maas-Terrasse | 19 | 0 | 35 | 100 |
| G - Untere Lintfort-Schichten | 21 | 5 | 22,5 | 7 |

6.3 Generelle Gründungsempfehlungen

Einzelbauwerke BW 1 und BW 2:

Über die geotechnischen Eigenschaften der Schicht A (Aufschüttung) können zum gegenwärtigen Zeitpunkt mangels Daten keine Angaben gemacht werden. Generell kann aber davon ausgegangen werden, dass es sich um keinen guten Gründungshorizont handelt.

Die Schicht B (Lösslehm) stellt einen mäßig guten Gründungshorizont dar. Für erste überschlägige Bemessungen einer Flachgründung auf Streifenfundamenten (Einbindetiefe 0,5 m) kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands mit $\sigma_{R,d} = 180 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

Insgesamt ist aber zu empfehlen, beide Brückenbauwerke durchgehend auf einem einheitlichen geologischen Horizont zu gründen. Folglich wäre nach derzeitigem Kenntnisstand eine durchgehende Tiefgründung auf Pfählen mit Lastabtrag innerhalb der Schicht E (Hergenrather Schichten) zu empfehlen.

Einzelbauwerk BW 3 und BW 4:

Die als Rahmentragwerke konzipierten Unterführungen könnten voraussichtlich als Flachgründungen entweder auf den Maas-Terrassen-Sedimenten oder auf den Unteren Lintfort-Schichten ausgeführt werden. Für erste überschlägige Bemessungen einer Flachgründung auf Streifenfundamenten (Einbindetiefe 0,5 m) kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands mit $\sigma_{R,d} = 280 \text{ kN/m}^2$ (Maas-Terrasse) bzw. mit $\sigma_{R,d} = 210 \text{ kN/m}^2$ (Untere Lintfort-Schichten) angesetzt werden.

6.4 Baugruben und Wiedereinbaubarkeit von Aushubboden

Nach den derzeitigen Planungen sind größere Tiefbaumaßnahmen nur im Bereich der geplanten Unterführungen (Einzelbauwerke BW 3 und BW 4) vorgesehen. Bei einer angenommenen Tiefe der Unterführung bis rd. 4 m würden die Rampen, bezogen auf den natürlichen Boden, überwiegend innerhalb des bindigen Lösslehms liegen; hier könnten Böschungen mit 60° angelegt werden.

Ein qualifizierter Wiedereinbau von ausgehobenem Lösslehm Boden ist aus geotechnischer Sicht nicht zu empfehlen, so dass ein Abtransport und eine Wiederverwertung/Entsorgung erforderlich wären. Hinsichtlich einer möglichen Wiederverwertung des Bodenmaterials wird vorab eine Untersuchung des Bodens nach LAGA TR Boden empfohlen.

6.5 Wasserführung im Baugrund

Einzelbauwerke BW 1 und BW 2:

Die Aufschüttung/Dammschüttung und der Lösslehm sind frei von Grundwasser. Allerdings können in der Aufschüttung örtliche Stauwasserlinsen auf gering durchlässigen Partien nicht ausgeschlossen werden. Weiterhin ist der Lösslehm in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen zeitweise durch Staunässe geprägt. Auch bei Tiefbaumaßnahmen in diesen Horizonten sind aber keine größeren Wasserzuläufe zu erwarten, die nicht mit einer offenen bauzeitlichen Wasserhaltung beherrscht werden könnten.

Die Tallehne und insbesondere die Talkiese sind grundwasserführend und auch den Hergenrather Schichten wird, trotz ihrer geringen Durchlässigkeit, nach Literaturangaben eine vollständige Grundwassersättigung zugeschrieben. Dabei ist allerdings bei eventuellen Tiefbaumaßnahmen in den Hergenrather Schichten weniger die anfallende Wassermenge das Problem als vielmehr der mit dem Wasserzufluss häufig einhergehende Materialtransport.

Bei der oben empfohlenen Tiefgründung auf Pfählen wäre diese Wasserführung der Schichten nur noch von sehr untergeordneter Bedeutung. Die hydrogeologischen Verhältnisse müssten bei der Herstellung der Pfähle beachtet werden und die Eigenschaften der verwendeten Materialien (Beton, Zementmörtel) müssten hinsichtlich der Expositionsklassen auf die chemischen Eigenschaften der Wässer angepasst werden.

Einzelbauwerke BW 3 und BW 4:

Im Raum Herzogenrath liegt das Obere Grundwasserstockwerk innerhalb der Maas-Terrassen und wird nach unten durch die bindigen Unteren Lintfort-Schichten gestaut. In weiten Bereichen der Stadt Herzogenrath befindet sich heute nur noch örtlich eine gering mächtige grundwassererfüllte Mächtigkeit auf den Unteren Lintfort-Schichten; der Aquifer in den Maas-Terrassen ist durch den jahrhundertalten Steinkohlenbergbau bzw. die dazu gehörige Wasserhaltung „ausgetrocknet“ worden.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse liegt das geplante Einzelbauwerk BW 4 oberhalb des Grundwasserspiegels.

Das Einzelbauwerk BW 3 könnte mit seinem tiefsten Bereich örtlich in das („Rest“-)Grundwasser einschneiden.

6.6 Altbergbau

Das Einzelbauwerk BW 4 liegt innerhalb des Altbergbaugebietes der Stadt Herzogenrath. Nach einer ersten überschlägigen Auswertung der Archivunterlagen befinden sich im Umfeld des geplanten Bauwerks insgesamt drei Tagesöffnungen des Altbergbaus.

Es wird empfohlen hierzu einen Auszug aus der sogenannten Positivkarte der Stadt Herzogenrath zu beantragen.

6.7 Erdbebenkräfte nach DIN EN 1998-1: 2010-12

Folgende Angaben sind bei einem Nachweis der Tragwerke gegen Erdbebeneinwirkungen zu berücksichtigen:

Erdbebenzone: 3

Untergrundklasse: R

Baugrundklasse: B

Aachen, den 9. September 2016

Projektbearbeiter:



(Dr. J. Klünker)



(Dr.-Ing. M. Heitfeld)