



INGENIEURBÜRO FÜR
GRUNDBAU, BODENMECHANIK UND
UMWELTECHNIK GMBH

Felsmechanik · Hydrogeologie
Deponietechnik · Altlastbewertung
Erdstatik · Planung · Ausschreibung
Erdbaulaboratorium

31. Juli 2018

la/cs  18013g01.doc

Projekt-Nr. 18.013

Bearbeiter:
Dipl.-Ing. W. Lange

***Talbrücke Helfe, BW II/005, Notunterstützung
- Baugrunduntersuchung, Gründungsberatung -***

Auftraggeber:

Wirtschaftsbetrieb Hagen WBH
Fachgruppe Brückenbau
Eilper Straße 132-136

58091 Hagen

Agetexstraße 6
45549 Sprockhövel-Haßlinghausen
Telefon (0 23 39) 91 94 - 0
Telefax (0 23 39) 91 94 99
e-mail: 99@halbach-lange.de
Amtsgericht Essen HRB 15302

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 ALLGEMEINES	3
1.1 Vorgang	3
1.2 Unterlagen	3
1.3 Geplante Baumaßnahme	3
2 BAUGRUND	4
2.1 Baugrundaufschlüsse	4
2.2 Schichtenfolge	5
2.3 Bodenmechanische Kennwerte	6
2.4 Homogenbereiche	6
3 GRUNDWASSER	8
4 CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN	9
5 GRÜNDUNG	9
6 ANGABEN ZUR BAUDURCHFÜHRUNG	10

1 ALLGEMEINES

1.1 Vorgang

Aufgrund von konstruktiven Schäden an der Talbrücke an der Helfer Straße müssen zur Stabilisierung des Bauwerkes Hilfsstützen errichtet werden. Das Ingenieurbüro Halbach + Lange wurde von der WBH mit Schreiben vom 02.09.2017 Bestell-Nr. 187WE-00130 beauftragt, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen.

Zusätzlich sind im Auftrag der WBH von der Firma Fluhme & Sohn, Bergkamen, Baugrunderkundungsbohrungen errichtet worden. Im Hinblick auf die Entsorgung des anfallenden Erdaushubes wurden vom Ingenieurbüro Halbach + Lange chemische Analysen beim Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, veranlasst.

1.2 Unterlagen

Für die Beratung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Statische Berechnung, Notfalltraggerüst TB Hilfe, Vorabzug, Stand 06.12.2012, Ingenieurbüro KHP, Dortmund
- Schichtenverzeichnisse der Firma Fluhme & Sohn, Bergkamen, für die Bohrung B 1 und B 2, Stand 18.06.2018
- Ergebnisse von chemischen Analysen, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, Stand 17.07.2018
- Geologische Karte von Preußen, Blatt 4610, Maßstab 1 : 25.000

1.3 Geplante Baumaßnahme

Aufgrund von konstruktiven Schäden an der Talbrücke Helfer Straße müssen insgesamt vier Traggerüste erstellt werden, die bei einem Versagen des Brückenoberbaus die Bauwerkslasten in den Untergrund ableiten können. Im mittleren Be-

reich sind zwei Traggerüste mit jeweils zwei Streifenfundamenten mit Grundabmessungen von etwa 2 m x 9 m geplant. Die beiden äußeren Stützen sollen auf jeweils zwei Einzelfundamenten mit Grundabmessungen von etwa 2,5 m x 2,5 m gegründet werden.

Nach dem Entwurf zur statischen Berechnung werden die Streifenfundamente der beiden inneren Stützen aus dem Überbau mit ca. 1,5 MN belastet. Für die einzelnen Fundamente der beiden äußeren Stützen werden jeweils 0,5 MN als Belastung aus dem Überbau angegeben.

2 BAUGRUND

2.1 Baugrundaufschlüsse

Zur Erkundung der Schichtenfolge sind im Auftrag der WBH von der Firma Fluhme & Sohn, Bergkamen, insgesamt zwei Bohrungen bis in Tiefen von ca. 12 m ausgeführt worden. Entsprechend der Schichtenfolge wurden Bodenproben entnommen.

Zusätzlich sind vom Ingenieurbüro Halbach + Lange zwei Rammkernsondierungen im Bereich der Widerlager bis in ca. 5 m Tiefe ausgeführt worden. Parallel zu den Bohrungen und Rammkernsondierungen sind zur Beurteilung der Lagerungsverhältnisse und der Festigkeit der anstehenden Böden Sondierungen mit der schweren, mittelschweren und leichten Rammsonde niedergebracht worden.

Die Lage aller Aufschlusspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Ansprachen des Bohrgutes sind in Form von Schichtprofilen in zwei Geländeschnitten in Anlage 2.1 und 2.2 dargestellt. Neben den Schichtprofilen sind die Ergebnisse der Rammsondierungen als Rammprogramme wiedergegeben. Die Fotos der Bohrkerne sind der Fotodokumentation in Anlage 2.3 zu entnehmen.

Die Aufschlusspunkte wurden höhenmäßig nivelliert. Als Bezugspunkt für das Nivellement wurde die Oberkante der Fundamente der beiden Stützen der vorhandenen Brücke verwendet. Für diese Punkte ist in den vorliegenden Planunterlagen eine Höhe von 116,57 mNN bzw. 116,93 mNN angegeben.

2.2 Schichtenfolge

Unter der Geländeoberfläche wurde an allen Aufschlusspunkten zunächst Oberboden in einer Mächtigkeit zwischen 0,3 m und ca. 0,5 m angetroffen.

Darunter folgen bis in Tiefen von 1,1 m bis 1,5 m aufgefüllte Böden. Dabei handelt es sich überwiegend um schluffige Böden mit Bauschuttanteilen.

Die Auffüllungen werden von schwach tonigen, feinsandigen Schluffen vereinzelt mit kiesigen und organischen Bestandteilen bis in Tiefen von ca. 8 m unterlagert. Die schluffigen Böden sind überwiegend stark vernässt und haben eine weiche bis breiige Zustandsform. Darunter folgt bis in einer Tiefe von etwa 11 m bis 12 m ein stark verlehmtter Flussschotter.

Bei den Rammsondierungen wurden im oberflächennahen Bereich z. T. nur relativ geringe Eindringwiderstände mit der leichten, mittelschweren und schweren Rammsonde festgestellt. Bereichsweise fiel die Sonde über mehrere Dezimeter mit einem Schlag durch. Dies ist vermutlich auf den hohen Wassergehalt der Böden zurück zu führen. Etwa ab einer Tiefe von 3 m bis 5 m nehmen die Schlagzahlen kontinuierlich auf Werte von $N_{10} = 30$ mit der schweren Rammsonde und $N_{10} = 50$ mit der mittelschweren Rammsonde zu. Innerhalb des Flussschotters mussten alle Sondierungen mit Schlagzahlen von $N_{10} > 100$ abgebrochen werden.

2.3 Bodenmechanische Kennwerte

Auf Grundlage der ausgeführten Felduntersuchungen sowie regionaler Erfahrungen des Ingenieurbüro Halbach + Lange können die bodenmechanischen Kennwerte wie folgt abgeschätzt werden:

Tabelle 1: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte

Bodenart	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	E_{Sk} [MN/m ²]
Auffüllungen	19	11	27,5	5 - 8	3 - 8
Schwach tonige, feinsandige z. T. kiesige Schluffe	19	11	27,5	8 - 15	8 - 15
Flussschotter, Kies steinig, sandig, schluffig	19	11	30 - 35	8 - 0	40 - 80
Tonstein, verwittert	22	12	25	> 30	> 100

In der Tabelle bedeuten:

 γ_k = Wichte des feuchten Bodens

γ'_k = Wichte des Bodens unter Auftrieb

ϕ'_k = Reibungswinkel des dränierten Bodens

c'_k = Kohäsion des dränierten Bodens

E_{Sk} = Steifemodul

2.4 Homogenbereiche

Die beim Baugrubenaushub anfallenden Böden können gemäß DIN 18 300 in folgende Homogenbereiche eingestuft werden.

Tabelle 2: Homogenbereiche

Homogenbereich Schichteinheit			A			
ortsübliche Bezeichnung			1 Auffüllung mit Fremd- bestandteilen	2 Quartär, Schluff	3 entfestigt Tonstein (Schluff)	4 Tonstein / Sandstein verwittert
Boden	Tonmassenanteil	%	< 20	5 - 20	5 - 20	-
	Schluffmassenanteil	%	< 80	60 - 90	60 - 90	-
	Sandmassenanteil	%	< 100	5 - 20	5 - 20	-
	Kiesmassenanteil	%	< 100	< 5	< 30	-
	Massenanteil an Steinen (63 - 200mm)	%	< 40	-	< 30	-
	Massenanteil Blöcke (200 - 630mm)	%	< 30	-	-	-
	Masseanteil große Blöcke (>630mm)	%	-	-	-	-
	Dichte	g/cm³	1,8 - 2,2	1,8 - 2,0	1,9 - 2,1	-
	undränierte Scherfestigkeit	kN/m²	-	15 - 35	10 - 75	-
	Wassergehalt	%	5 - 18	16 - 23	16 - 23	-
	Konsistenzzahl	-	-	<0,5 - 1	0,5 > 1	-
	Plastizitätszahl	%	-	5 - 10	5 - 30	-
	Lagerungsdichte	%	30 - 100	-	-	-
	Organischer Anteil	%	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-
	Bodengruppe	-	A	UL, UM, TL, TM	TL, TM, TA	-
Fels	Benennung	-	-	-	-	klastisches Sediment / geschichtet feinkörnig
	Dichte	g/cm³	-	-	-	2,1 - 2,3
	Verwitterung	-	-	-	-	verwittert
	Druckfestigkeit	MN/m²	-	-	-	0,5 - 10
	Trennflächenrichtung	°	-	-	-	1° - 70°
	Gesteinskörper	-	-	-	-	tafelförmig
Trennflächenabstand			mm	-	-	1 - 300
umweltrelevante Einstufung			-	nicht gefährlich, AVV: 17 05 04	nicht gefährlich, AVV: 17 05 04	nicht gefährlich, AVV: 17 05 04

Die natürliche sowie die aufgefüllten, schluffigen Böden sind im wassergesättigten Zustand bzw. unterhalb des Grundwasserspiegels stark fließgefährdet. Aus diesem Grund sollte in der Ausschreibung eine Zulageposition für den Aushub dieser Materialien mit folgendem Wortlaut gebildet werden:

"Fließende Bodenarten als Zulage zu Positionen zuvor.

Hierzu gehören Böden nach DIN 18 196:

1. organische Böden der Gruppen HN, HZ und F,
2. feinkörnige Böden der Gruppen UL, UM, UA, TL, TM, TA sowie organogene Böden und Böden mit organischen Beimengungen der Gruppen OU, OT, OH und OK, wenn sie eine breiige oder flüssige Konsistenz (IC < 0,5) haben,
3. gemischtkörnige Böden der Gruppen SU*, ST*, GU* und GT*, wenn sie eine breiige oder flüssige Konsistenz haben.

Die Zugehörigkeit der Böden 2) und 3) zur Zulageposition setzt als weiteres Kennzeichen voraus, das sie beim Lösen ausfließen.

Das Ausfließen von grob- und gemischtkörnigen Böden der Gruppen SW, SE, SI, GW, GI und GE bzw. SU, ST, GU und GT ist dagegen kein kennzeichnendes Kriterium."

Oberboden fällt nicht mehr in die neue DIN 18 300. Der Homogenbereich Oberboden ist gemäß DIN 18320 wie folgt zu definieren:

Tabelle 3: *Homogenbereich Oberboden*

Homogenbereich		Oberboden		
Bezeichnung		Bindiger Boden	Bindiger, steiniger Boden	Stark bindiger Boden
Kornanteil < 0,02 mm	%	20 bis 40	20 bis 40	> 40
Kornanteil > 20 mm	%	< 10	< 30	< 10
Größtkorn	mm	50	200	50
Massenanteil an Steinen (63 - 200mm)	%	-	< 10	-
Massenanteil Blöcke (200 - 630mm)	%	-	-	-
Massenanteil große Blöcke (> 630mm)	%	-	-	-
Bodengruppe DIN 18196	-	OU	OU	OU
Bodengruppe DIN 18915	-	6	7	8

3 GRUNDWASSER

Bei den Bohrungen und Sondierungen sind Hinweise auf eine Grundwasserführung etwa ab 1 m bis 2 m unter Gelände festgestellt worden. Als Vorfluter für das Grundwasser ist vermutlich der etwa in Talmitte verlaufende Graben anzusehen.

4 CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

Im Hinblick auf die Entsorgung des anfallenden Erdaushubes sind ausgewählte Proben aus den oberflächennahen Bodenzonen ausgewählt und zu einer Bodenmischprobe zusammengefasst worden. Die Zuordnung der Einzelproben zu der Bodenmischprobe geht aus der nachfolgenden

Tabelle 4 hervor.

Tabelle 4: Mischplan

Mischprobe	Aufschluss	Tiefe [m]	Bodenansprache
MP 1	RKS 1	0,45 - 1,45	A, Schluff
	RKS 3	0,30 - 1,10	
	RKS 4	0,90 - 1,50	

Die Bodenmischprobe ist im Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, auf die Parameter der LAGA 2004 analysiert worden. Die Analysebefunde gehen aus den beigefügten Anlagen 3.1 bis 3.3 hervor. Abgesehen von den Parametern Chlorid und Sulfat wurden bei den Untersuchungen keine nennenswerten Schadstoffanreicherungen festgestellt. Der Messwert für den Parameter Chlorid überschreitet den Zuordnungswert für die Einbauklasse Z 2 nach LAGA. Ansonsten ist das Material der Einbauklasse Z 1 / Z 1.2 zuzuordnen. Es wird empfohlen in der Ausschreibung eine Position für Boden und Gemische der Einbauklasse Z 1 / Z 1.2 nach LAGA 2004 zu bilden und in dieser Position zusätzlich auf den erhöhten Chloridgehalt hinzuweisen. Erfahrungsgemäß stehen Verwertungsmöglichkeiten bei denen für diese Parameter Ausnahmeregelungen gelten.

5 GRÜNDUNG

Bei einer frostfreien Gründung für die Hilfsstützen wird die Gründungsebene z. T. noch in den aufgefüllten, schluffigen Böden liegen. Die Mächtigkeit unterhalb der

Gründungsebene verbleibende Auffüllungen ist jedoch nur relativ gering, so dass aus unserer Sicht diese Auffüllungen auch vor dem Hintergrund der problematischen Grundwassersituation im Untergrund verbleiben sollten.

Für die Fundamente sind Setzungs- und Grundbruchbetrachtungen angestellt worden (s. Anlage 4ff.). Demnach ist bei einer Breite des Fundamentes von 2 m eine zulässige Sohlnormalspannung von 0,22 MN/m² im Hinblick auf den Grundbruch möglich. Dies entspricht einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d} = 0,3$ MN/m². Bei Ausnutzung der zulässigen Sohlnormalspannung ergeben sich rechnerisch Setzungen in der Größenordnung von etwa 5 cm. Nach der vorliegenden Statik ergibt sich für die Streifenfundamente eine Belastung von etwa 0,1 MN/m². Für diese Belastung ergeben sich rechnerische Setzungen in einer Größenordnung von etwa 2,5 cm (s. Anlage 4.1).

Wie aus Anlage 4.2 ersichtlich ist, kann für quadratische Fundamente mit Grundabmessungen von 2,5 m x 2,5 m eine zulässige Sohlnormalspannung von 0,3 MN/m² ($\sigma_{R,d} = 0,42$ MN/m²) angesetzt werden. Dabei ergeben sich Setzungen in der Größenordnung von etwa 5 cm bis 6 cm. Bei der nach der vorliegenden Statik zu erwartenden Belastung von etwa 0,1 MN/m² werden die Setzungen in der Größenordnung von etwa 1,5 cm bis 2 cm liegen.

6 *ANGABEN ZUR BAUDURCHFÜHRUNG*

Die Gründungsebene für die Stützenfundamente sollte mit einer Grabenschaufel mit glatter Schneide freigelegt werden. Aufgrund der hohen Bewegungsempfindlichkeit der Böden dürfen auf der Gründungsebene unmittelbar keine Arbeiten ausgeführt werden. Unmittelbar nach dem Freilegen der Gründungsebene muss ein kornabgestuftes Kalksteinmineralgemisch in einer Dicke von mindestens 30 cm eingebaut und statisch verdichtet werden. Auch auf dieser Tragschicht dürfen keine größeren Geräte eingesetzt werden.

In ungünstigen Witterungsperioden kann der Grundwasserspiegel noch oberhalb der Aushubsohle für die Fundamente liegen. Zur Ableitung von Grund- und Oberflächenwassers sollte eine offene Wasserhaltung mit Pumpensämpfen vorgesehen werden.

Halbach + Lange Ingenieurbüro



(Lange)

Anlagen

Verteiler: WBH, 3fach + 1 x digital (pdf)