

Ahlenberg Ingenieure GmbH · Am Ossenbrink 40 · 58313 Herdecke

Hansestadt Wipperfürth
Hochstraße 4
51688 Wipperfürth

Sachbearbeiter: Herr Medeke
Durchwahl: 02330/8009-19
Fax-Nr.: 02330/8009-46
E-Mail: medeke@ahlenberg.de

Datum: 03. September 2018
Kürzel: Med-Gas/hod.b01
Bearb.-Nr.: B8/18992

Im Schriftwechsel bitte Bearb.-Nr. angeben!

Felsböschung Siegburger-Tor-Straße in Wipperfürth
- strukturgeologische Aufnahme (Phase 1)
einschließlich Gefährdungsbeurteilung -

1. Vorbemerkungen

Im Rahmen von regelmäßigen Begehungen bzw. Begutachtungen der Böschungsflächen entlang der Siegburger-Tor-Straße in Wipperfürth wurden über einen längeren Zeitraum seitens der Stadt Wipperfürth stark verwitterte Felsoberflächen sowie gelockerte Felspartien an der etwa 260 m langen nordwestlich gelegenen Böschungsfläche beobachtet. Die aufgelockerten bzw. herabgefallenen Felspartien haben sich über einen längeren Zeitraum am Böschungsfuß gesammelt. Nach einer gemeinsamen Begehung am 24.07.2018 belaufen sich die Kantenlängen der herabgefallenen Felspartien auf bis zu 0,5 m.

Seitens der Stadt Wipperfürth ist in naher Zukunft eine Sicherung der Böschungsfläche erwünscht. Im Rahmen einer Augenscheinnahme der Böschungsfläche wurden seitens der Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure im März 2017 in Teilbereichen Sicherungsmaßnahmen empfohlen und in einem Bericht zusammengefasst.

Die Ahlenberg Ingenieure GmbH wurde in einer ersten Phase auf Grundlage des Angebotes vom 24.07.2018 beauftragt, strukturgeologische Aufnahmen durchzuführen sowie Aussagen zum weiteren Vorgehen bzw. zu notwendigen / möglichen Böschungssicherungsmaßnahmen zu machen. Die Begutachtung beschränkt sich auf die nordwestlich gelegene Böschungsfläche.

Um eine hinreichend gesicherte Aussage zum Gefährdungspotential treffen zu können, wurde am 06.08.2018 eine Begutachtung der Böschung zwischen den Stationen km 0+000 (Süden) bis km 0+266 (Norden) vorgenommen. Die Stationierung 0+000 m beginnt am Kanaldeckel im südlichen Teil des Abschnittes. Der Kanaldeckel befindet mit einem ungefähren Abstand zwischen 10 m und 15 m in der Nähe der im Gutachten festgelegten 0+000 m Stationierung.

Es wurden fünf mögliche Gefährdungsstellen auf der nordwestlichen Einschnittsböschung aufgenommen (s. Lageplan, Anlage 1). Die gefährdenden Felsaufschlüsse sind fotografisch festgehalten sowie detailliert struktureologisch kartiert und EDV gestützt ausgewertet worden.

Bei den Kartierungen wurden die Lithologie und die Art der Trennflächen / -scharen aufgenommen und Gefügewerte eingemessen. Außerdem wurden die Öffnungsweiten der Klüfte gemessen und die Oberflächenbeschaffenheit begutachtet.

2. Geologie

Das anstehende Gestein besteht gemäß der geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern (GK 25, Blatt 4810 Wipperfürth, von 1928, s. Anlage 2.1) aus blaugrauen Schiefen mit vereinzelt eingeschalteten Grauwackesandsteinen der Hobräcker Schichten (*tmä*) sowie der Hohenhöfer Schichten (*tumö*) des Mitteldevons. Die aktuelle, geologische Karte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 100.000 weist abweichend sandig, geschieferte, rote bis grüngraue Ton- und Schluffsteine sowie untergeordnet tonig, graue und grüne Sandsteine aus der Ems- bis Eifel-Stufe des Unter- / Mitteldevons auf. Der geologischen Karte (s. Anlage 2.2) ist zu entnehmen, dass etwa zwischen den Stationen 0+130 bis 0+160 eine Nord-nordwest-Südsüdost streichende Störung verläuft, die bei der Felsaufnahme infolge des starken Bewuchses nicht angetroffen wurde.

3. Felsbeschreibung

In dem untersuchten Böschungsbereich sind fünf Felsaufschlüsse untersucht worden. Das anstehende Gestein ist als Tonschiefer mit einer Härte von R 0 (entfestigt) bis R 2 (bis mäßig fest) nach ISRM 1978 anzusprechen. Die Grauwackesandsteine weisen mittelfeste bis feste Gesteinsfestigkeiten (R 3 bis R 4) auf. Es waren deutliche Verwitterungsspuren der Tonschiefer (V 3 = verwittert bis V 4 = völlig entfestigt) sowie leichte Verwitterungsspuren der Grauwackesandsteine (V 2) sichtbar. Kluftkörper und verwitterte Schieferbruchstücke lassen sich leicht aus dem Felsverband lösen. Die Zerlegung des Gebirges / Felsgesteins ist als Z 1 (schwach geklüftet) bis Z 4 (kleinstückig) einzustufen. Im untersuchten Bereich war der Wechsel zwischen bankigen Grauwacken und stark geschieferten Bereichen zu beobachten.

Tabelle 1: Klassifizierung der Gesteinsfestigkeit R nach ISRM 1978

Grad	Beschreibung der Festigkeit
R 5	sehr fest, zerbricht nur bei einer Vielzahl von Hammerschlägen, dabei sehr heller Klang
R 4	fest, zerbricht erst bei mehr als einem kräftigen Hammerschlag, dabei heller Klang
R 3	mittelfest, zerbricht bei individuellem, kräftigem Hammerschlag, kann mit dem Taschenmesser nicht mehr geritzt werden
R 2	mäßig fest, flache Einkerbung beim Schlag mit der Hammerspitze, kann mit dem Taschenmesser geritzt werden, beim Schlag dumpfer Klang
R 1	wenig fest, zerbröckelt bereits bei leichtem Hammerschlag, kann mit dem Taschenmesser geschnitten werden
R 0	entfestigt, mit dem Fingernagel ritzbar

Tabelle 2: Klassifizierung der Verwitterung V

Grad	Bezeichnung	Charakteristik
V 1	frisch	Keine Verfärbung des Gesteinsmaterials, keine Beläge durch Verwitterung auf den Kluftflächen
V 2	angewittert	In der Regel von den Klüften ausgehende, beginnende Entfärbung bzw. Braunfärbung (durch Oxidation) des Materials; vereinzelte Klüfte mit Oxidbelägen
V 3	verwittert	In der Regel starke, großflächige Entfärbung oder starke Braunfärbung; auf den meisten Kluftflächen starke Oxidbeläge
V 4	völlig entfestigt	In der Regel starke Entfärbung oder Braunfärbung; auf den meisten Klüften Oxidbeläge; Trennflächen latent vorhanden

Tabelle 3: Klassifizierung des Zerlegungsgrades Z

Zerlegungsgrad Stufe	Charakteristik	Bezeichnung Trennflächenabstand in cm
Z 1	schwach geklüftet	> 25
Z 2	deutlich geklüftet	> 10 - 25
Z 3	sehr stark zerklüftet	> 3 - 10
Z 4	kleinstückig	< 3
Z 5	mylonitisiert	zerrieben

4. Trennflächengefüge des Festgesteins

Das in den zugänglichen Felsabschnitten aufgeschlossene Trennflächengefüge des Grundgebirges wurde strukturgeologisch aufgenommen. Die einzelnen Felsaufnahmen können aus der Sammelanlage 3 entnommen werden. Die Ergebnisse sind in Form von Lagekugeldarstellungen in der Sammelanlage 4 wiedergegeben. Die Darstellungen zeigen die Polpunkte und Verteilung sowie die Raumlagen der aufgemes-

senen Schicht- und Klüftflächen sowie der Böschungen. Die ermittelten Daten wurden EDV-gestützt mit dem Programm DIPS von Rocscience gefügestatistisch ausgewertet.

Es ist zu erkennen, dass neben der Schichtung (ss) bis zu sieben Klüftflächen (kl) eingemessen werden konnten. Die Einfallrichtung der Böschung liegt in dem untersuchten Bereich zwischen 094° und 098°, das Einfallen beträgt ca. 70° Richtung Osten. Die ermittelten vorherrschenden Trennflächenscharen sind in den nachfolgenden Tabellen 4 bis 8 zusammengestellt.

Tabelle 4: Gefügewerte Aufnahmepunkt 1 (Station 70 - 80 m)

Trennfläche	Fallrichtung [°]	Fallwinkel [°]
Böschung (Bö)	155	45
Schichtung (ss)	133	9
Klüftung (kl 1)	64	87
Klüftung (kl 2)	313	88
Klüftung (kl 3)	168	87

Tabelle 5: Gefügewerte Aufnahmepunkt 2 (Station 90 - 100 m)

Trennfläche	Fallrichtung [°]	Fallwinkel [°]
Böschung (Bö)	150	60
Schichtung (ss)	124	3
Klüftung (kl 1)	112	82
Klüftung (kl 2)	33	78
Klüftung (kl 3)	84	65

Tabelle 6: Gefügewerte Aufnahmepunkt 3 (Station 115 - 120 m)

Trennfläche	Fallrichtung [°]	Fallwinkel [°]
Böschung (Bö)	149	49
Schichtung (ss)	267	35
Klüftung (kl 1)	138	60
Klüftung (kl 2)	68	69
Klüftung (kl 3)	25	87
Klüftung (kl 4)	272	68
Klüftung (kl 5)	228	75
Klüftung (kl 6)	315	62
Klüftung (kl 7)	332	80

Tabelle 7: Gefügewerte Aufnahmepunkt 4 (145 - 150 m)

Trennfläche	Fallrichtung [°]	Fallwinkel [°]
Böschung (Bö)	148	52
Schichtung (ss)	248	36
Klüftung (kl 1)	168	89
Klüftung (kl 2)	15	88
Klüftung (kl 3)	122	55
Klüftung (kl 4)	352	60
Klüftung (kl 5)	82	62
Klüftung (kl 6)	102	72

Tabelle 8: Gefügewerte Aufnahmepunkt 5 (160 - 190 m)

Trennfläche	Fallrichtung [°]	Fallwinkel [°]
Böschung (Bö)	154	57
Schichtung (ss)	249	32
Klüftung (kl 1)	36	72
Klüftung (kl 2)	149	77
Klüftung (kl 3)	85	55
Klüftung (kl 4)	122	68

5. Gefährdungsbeurteilung

Entlang des etwa 260 m langen Abschnittes der Sieburg-Tor-Straße handelt es sich um eine Einbahnstraße, die beginnend von Norden mit einem Gefälle Richtung Süden befahren wird. Entlang der westlichen Böschung verläuft - gemessen vom Böschungsfuß bis zum Fahrbahnrand - ein etwa 1,4 m bis 2,0 m breiter Gehweg. Der Gehwegbereich ist überwiegend asphaltiert und wird in regelmäßigen Abständen durch aufgestellte, steinerne Baken vom Fahrbahnrand getrennt. Der Böschungsfuß ist größtenteils frei und bereichsweise als Mulde ausgebildet. Die Böschungsneigungen variieren von etwa 35° (Hangschutt mit starkem Bewuchs sowie kleinen und mittelgroßen Baumbeständen) bis hin zu 80° (freistehende Felswand).

Im gesamten Böschungsbereich wurde sowohl an flacheren Böschungsneigungen als auch oberhalb der freistehenden Felsformationen ein Säbelwuchs der Bäume festgestellt, der auf eine langsame und langjährige Bewegung der Böschung hinweist. An einsehbaren Stellen konnten auch durch Wurzelwuchs hervorgerufene Auflockerungen von Felspartien festgestellt werden.

Infolge der Gefügeorientierungen besteht - mit Ausnahme der Station 3 - in allen untersuchten Bereichen ein geringes Risiko für Schichtgleiten (planar sliding). Das Risiko für Keilgleiten (wedge sliding) ist als gering bis mittel einzustufen. Außerdem wurde bei den Aufschlüssen 1 und 3 eine mittlere bis sehr hohe Gefahr durch Kippen (flexural toppling) festgestellt. Die Gefährdung durch Steinschlag (direct toppling) ist

an den Aufschlusspunkten 1 und 2 zwei als sehr hoch, am Punkt 3 als mittel und bei den restlichen Aufschlusspunkten als gering einzustufen.

Es ist nicht auszuschließen, dass im Bereich der untersuchten Felsaufschlüsse durch fortschreitende Verwitterung / Auflockerung auch weiterhin Kluftkörper gelöst werden und auf die Straße bzw. auf den Gehweg rutschen können.

Die Gefährdungspotenziale wurden unter Berücksichtigung der Stationierung der Aufnahmepunkte in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Gefährdungspotenziale

Aufnahmepunkt	Schichtgleiten	Keilgleiten	Kippen	Steinschlag
1 (70 m - 80 m)	7 %	9 %	33 %	75 %
2 (90 m - 100 m)	8 %	12 %	0 %	100 %
3 (115 m - 120 m)	17 %	13 %	100 %	17 %
4 (145 m - 150 m)	10 %	16 %	0 %	10 %
5 (160 m - 190 m)	7 %	7 %	0 %	7 %

sehr geringes Risiko (0 % - 5 %)
geringes Risiko (5 % - 12 %)
mittleres Risiko (12 % - 25 %)
hohes Risiko (25 % - 50 %)
sehr hohes Risiko (> 50 %)

6. Empfehlungen

Die Anschnittsböschung ist überwiegend mit Boden- und Hangschutt, sowie flächen-deckend mit starkem Bewuchs und Baumbestand bedeckt. Über die Strecke verteilt konnten, wie bereits unter Abschnitt 3 „Felsbeschreibung“ erläutert, an insgesamt fünf Stellen Felsaufschlüsse aufgenommen werden. Aufgrund des in Abschnitt 4 ermittelten „Trennflächengefüges des Festgesteins“ sind die Lagerungsverhältnisse zum Straßenverlauf als günstig einzustufen - deshalb kann auf globale Standsicherheitsbe-trachtungen im Rahmen der Planung von Sicherungsmaßnahmen (z. B. Rückvernage-lung) verzichtet werden. Dies wird auch durch die bisherige Standfestigkeit der vor-handenen Böschung deutlich. Die Auswertung der Felsaufnahme hat dies in Bezug auf das Schicht- und Keilgleiten (s. a. Tabelle 9) ebenfalls bestätigt. Jedoch haben die fortschreitenden Verwitterungseinflüsse in Verbindung mit der Wechsellagerung aus Tonschiefer und Grauwackesandstein die freiliegenden Felsböschungen beeinträch-tigt.

Grundsätzlich wird eine vollständige Beräumung - Entfernen aller aufgelockerten Fels-bereiche - in allen Böschungsbereichen empfohlen. Dabei sind ebenfalls gelöste bzw. locker im Felsverband befindliche Gesteinspartien händisch zu beräumen.

Wir empfehlen zusätzlich den Bereich zwischen der Stationierung km 0+070 und km 0+120 auf einer Länge von rd. 50 m großflächig mittels rückvernageltem Schutz-netz, einschließlich Erosionsschutzmatte, zu sichern. Am Böschungskopf sollte in Verbindung mit dem Schutznetz eine Fangschürze ausgebildet werden. Sowohl die kinematischen Betrachtungen zur Kipp- und vor allem zur Steinschlaggefährdung nach Tabelle 9 - ausgehend von den Aufnahmepunkten 1 bis 3 - als auch die Empfehlun-gen aus dem Bericht der Slach & Partner mbB vom März 2017 haben dies bestätigt.

Im Abschnitt zwischen der Stationierung km 0+145 und km 0+190 ist augenscheinlich eine Kipp- bzw. Steinschlaggefährdung vorhanden. Die Abbildung 45 aus der Fotodo-kumentation (s. Sammelanlage 5) zeigt exemplarisch eine Stelle mit vorgenanntem Gefährdungspotential. Zudem kommt auch der Bericht seitens der Slach & Partner mbB vom März 2017 zu dieser Erkenntnis. Die auf Basis der nur in kleineren Teilbe-reichen möglichen örtlichen Felsaufnahme durchgeführte kinematische Betrachtung bestätigt das augenscheinliche Gefährdungspotential nicht. Aufgrund des augen-

scheinlich vorhandenen Gefahrenpotentials empfehlen wir auch in diesem Bericht den Abschnitt zwischen der Stationierung km 0+145 und km 0+190 großflächig mittels rückvernageltem Schutznetz, einschließlich Erosionsschutzmatte, gegen Kipp- und Steinschlaggefährdung zu sichern. Am Böschungskopf sollte in Verbindung mit dem Schutznetz eine Fangschürze ausgebildet werden. Die geologische Karte zeigt in dem vorgenannten Bereich (zwischen km 0+130 und km 0+160) eine Störzone, die vor Ort - u.a. aufgrund des starken Bewuchses - nicht lokalisiert werden konnte. Im Zuge der Sicherungsarbeiten sollte diese Störzone örtlich lokalisiert und kurzfristig über ggf. weitergehende Sicherungsmaßnahmen in diesem Bereich entschieden werden.

In diesem Zusammenhang ist für die Planung der Sicherungsmaßnahme der Baumbestand in Abstimmung mit einem Baumsachverständigen größtenteils bodennah zu fällen.

7. Geotechnische Vorgaben zu Sicherungsmaßnahmen und weiteres Vorgehen

Für den Nachweis der Nägel kann nach Ostermeyer für den anstehenden Fels eine charakteristische Mantelreibung von $\tau_m = 100 \text{ kN/m}^2$ (verwitterter bis stark verwitterter Tonschiefer bzw. Grauwackesandstein) bis $\tau_m = 300 \text{ kN/m}^2$ (frischer Tonschiefer bzw. Grauwackesandstein) in Ansatz gebracht werden.

Für die weitere Planung der Böschungssicherungsmaßnahmen sind Informationen zu den Geländehöhen mit der Lage und Höhe der Messpunkte von einem Vermesser in Form von Geländemodellen und Querprofilen zur Verfügung zu stellen. Um geeignete Plangrundlagen zu erstellen, ist im Voraus eine Abstimmung und eine gemeinsame Begehung mit dem Vermesser vorzusehen.

Für weitergehende Erläuterungen sowie die weitere Bearbeitung stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Ahlenberg Ingenieure GmbH



Schultheis



Gashi



Medeke

Anlagen

Anlage 1	Lageplan mit Stationierung, Maßstab 1:500
Anlage 2.1	Geologische Karte, Maßstab 1:10.000
Anlage 2.2	Geologische Karte mit Stationierung, Maßstab 1:2.000
Sammelanlage 3	Gefüge- und Felsaufnahmen
Sammelanlage 4	EDV-gestützte Gefügeauswertung
Sammelanlage 5	Fotodokumentation der Felsaufnahmen

Verteiler

Hansestadt Wipperfürth (z.Hd. Herr Bothor), 1fach in Papierform sowie digital im pdf-Format