

1. Ergänzung

zum geotechnischen Bericht

mit abfallrelevanten Untersuchungen

Projekt	Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B, Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden
Auftraggeber	Dresdner Verkehrsbetriebe AG Trachenberger Straße 40 01129 Dresden Telefon: 0351 / 857-0
Auftragnehmer	GEPRO Ingenieurgesellschaft für Geotechnik, Verkehrs- und Tiefbau und Umweltschutz mbH Caspar-David-Friedrich-Straße 8 01219 Dresden Telefon: 0351 / 87775-0
Unser Zeichen	942-065-BER
Bearbeiter	Dipl.-Ing. Steffen Müller Dipl.-Ing. Hans-Martin Schulze
Datum	08.01.2016

Die 1. Ergänzung umfasst 14 Seiten und 6 Anlagen.

P:\942-13_Nossener Brücke\07-Ausgang\065-EML - 1. Ergänzung geotechnischer Bericht\942-065-BER.docx

GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH
Caspar-David-Friedrich-Straße 8 · 01219 Dresden
Telefon 0351 / 8 777 5-0 · Fax 0351 / 8 777 5-55
info@gepro-dresden.de · www.gepro-dresden.de

Geschäftsführer:
M.Sc. René Kipper
Dipl.-Ing. Steffen Müller
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Weisemann

Amtsgericht Dresden
Handelsregister HRB 10392



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1	Veranlassung.....3
2	Standorte der 4 Grundwassermessstellen4
3	Geotechnische Untersuchungsergebnisse und deren Bewertung.....5
3.1	Aussagen des GEPRO-Gutachtens [U1] in Auswertung von 6 einaxialen Druckfestigkeiten und von RQD-Werten5
3.2	Aussagen des igi-Gutachtens [U2] in Auswertung von 9 einaxialen Druckfestigkeiten und von 3 Triaxialversuchen.....6
3.3	Bei den neuen Bohrungen bestimmte neue RQD-Werte7
3.4	Beobachtungen beim Herstellen der neuen Kernbohrungen und bei den Kurzpumpversuchen an den neuen GWMS 2 und GWMS 4..... 10
3.5	Zusammenfassende Auswertung der Ergebnisse von [U1], [U2] den neuen Kernbohrungen für die Herstellung der GWMS 2 und GWMS 4 sowie den Erstmessungen an den GWMS 2 und GWMS 4 11
4	Ergänzende Information zu einer an den GWMS 1 und GWMS 2 gefundenen Kontamination13
5	Ausblick13

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Lageplan mit Eintragung der GWMS 1, 2, 3 und 4, M 1:500; GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH.	2 Blatt
Anlage 2	Bohrkernfotos der Kernbohrungen.	
Anlage 2.1	„Bohrkernfotos der Kernbohrung für die GWMS 2“, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 08.01.2016.	4 Blatt
Anlage 2.2	„Bohrkernfotos der Kernbohrung für die GWMS 4“, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 08.01.2016.	5 Blatt
Anlage 3	„Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse der Kernbohrungen und Protokolle der Pumpversuche und Messung von Grundwasserständen“, JoanniKling GmbH, NL Dresden, 25.11.2015 - 16.12.2015.	22 Blatt
Anlage 4	„Prüfbericht 2763931“, SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 04.12.2015.	4 Blatt
Anlage 5	„Prüfbericht Nr. 15/2939“, ERGO Umweltinstitut GmbH, 09.12.2015.	3 Blatt

Anlage 6 „Zusammenstellung der Analysenergebnisse von Boden und
Gegenüberstellung der Zuordnungswerte für Feststoff und Eluat
gemäß LAGA (TR Boden, Stand 05.11.2004)“,
GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 08.01.2016.

2 Blatt

UNTERLAGENVERZEICHNIS

- [U1] GEPRO INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: „Geotechnischer Bericht mit abfallrelevanten Untersuchungen, Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B, Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden“- Dresden, 24.10.2014.
- [U2] IGI INGENIEUR-GEOLOGISCHES INSTITUT DIPL.-ING. S. NIEDERMEYER: Geotechnische Hauptuntersuchungen für den Straßentunnel Bramschstraße in Dresden-Löbtau, Felsmechanische Feld- und Laborversuche.- Westheim, 26.07.1991.
- [U3] JOANNIKLING GMBH, NL DRESDEN: Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse der Kernbohrungen und Protokolle der Pumpversuche und Messung von Grundwasserständen.- Dresden, 28.12.2015.
- [U4] SGS INSTITUT FRESENIUS GMBH: Prüfbericht 2763931.- Rötha OT Espenhain, 04.12.2015.
- [U5] ERGO UMWELTINSTITUT GMBH: Prüfbericht Nr. 15/2939.- Dresden, 09.12.2015.

1 Veranlassung

Die nördlich der Nossener Brücke in Dresden stehende Rohrbrücke zur Überführung von Fernwärmeleitungen der DREWAG über die Bahnanlagen soll im Vorlauf zum Ersatzneubau der Nossener Brücke durch eine unterirdische Querung der Bahnanlagen ersetzt werden. Für die Bauvorhaben des Ersatzneubaus der Nossener Brücke und der unterirdischen Leitungsquerung hatte GEPRO mit [U1] einen auf den 24.10.2014 datierenden geotechnischen Bericht mit abfallrelevanten Untersuchungen gefertigt.

Für die neue Leitungsunterquerung ist die Herstellung eines begehbaren Medienkanals vorgesehen, der aus Stahlbetonrohren von 3.000 mm Innendurchmesser in einer Tiefe von etwa 16 m bis 19 m unter der Geländeoberfläche hergestellt und mittels Rohrvortrieb eingebaut werden soll. Mit der Entwurfsplanung dieses Medienkanals wurde das Ingenieurbüro ICL Ingenieur Consult Dr. Ing. A. Kolbmüller GmbH (ICL) beauftragt.

Nach Auslieferung von [U1] wurden die Standorte und Abmessungen der für den Rohrvortrieb nötigen Start- und Zielgruben festgelegt.

Zur besseren Erkundung der an den Start- und Zielgruben vorhandenen Baugrund- und hydrologischen Verhältnisse, zur Probengewinnung und zum Grundwassermonitoring hatte die DVB AG GEPRO nachträglich mit der Durchführung von je 2 Kernbohrungen an jeder der beiden Start- bzw. Zielgruben beauftragt.

In Abstimmung mit der DVB AG sollten die Bohrungen als Grundwassermessstellen so ausgebaut werden, dass einerseits der obere, im Weißeritzschotter gelegene Grundwasserleiter und dass andererseits der im Plänermergel in dem für die Baugrubensohle relevanten Horizont befindliche tiefere Grundwasserleiter untersucht werden können

Aus diesem Grund wurden eine 8 m tiefe, eine 12 m tiefe und zwei 40 m tiefe Kernbohrungen hergestellt und deren Bohrlöcher als Grundwassermessstellen (GWMS) ausgebaut. Deren Filterstrecken wurden in den Horizonten zwischen 4 m und 6 m (GWMS 1), zwischen 7,40 m und 10,4 m (GWMS 3) sowie zwischen ca. 20 m und 25 m unter GOK (GWMS 2 und 4) angeordnet.

Auch wenn an den aus diesen Bohrungen gewonnenen Boden- und Festgesteinsproben noch keine Laboruntersuchungen ausgeführt wurden, soll GEPRO aufgrund der Materialansprachen und neuerer Recherchen die bisher in [U1] gelieferten felsmechanischen Kenngrößen möglichst frühzeitig aktualisieren.

Insbesondere sollten dabei die Informationen eines von dem igi Ingenieur-Geologisches Institut Dipl.-Ing. S. Niedermeyer (igi) erarbeiteten Altgutachtens [U2] ausgewertet werden, das für den in den Jahren 2000 bis 2002 hergestellten Bramschtunnel im Zuge der Bramschstraße gefertigt wurde und sich detailliert mit dem Plänermergel befasst. Der Bramschtunnel befindet sich etwa 1.300 m nordwestlich der geplanten Zielgrube.

2 Standorte der 4 Grundwassermessstellen

Da die 4 Grundwassermessstellen während der Bauphase als Beobachtungspegel genutzt werden sollen, wurden diese möglichst dicht außerhalb der Grundflächen der Start- und Zielgruben platziert. Die genauen Standorte der Grundwassermessstellen wurden mit ICL und für die GWMS 3 und 4 mit der DREWAG vor Ort abgestimmt. Die Standorte sind in den als **Anlage 1** beigefügten Lageplanausschnitten vermerkt.

Die beiden Grundwassermessstellen GWMS 1 und GWMS 2 für die Startgrube auf dem Bahngelände befinden sich ca. 40 m nordwestlich der Startgrube und die beiden Grundwassermessstellen GWMS 3 und GWMS 4 für die Zielgrube auf dem DREWAG-Gelände liegen ca. 12,5 m südlich der Zielgrube.

Die weniger tiefen GWMS 1 und GWMS 3 wurden für die Erkundung des quartären Grundwasserleiters im Weißeritzschotter hergestellt und enden deshalb bei dem als Grundwasserstauer wirkenden Plänerzersatz (Schluff, Felsersatz des Mergelgesteins, Schicht 4a/b). Die Unterkanten ihrer Filterstrecken liegen folglich bei der GWMS 1 etwa 7,0 m unter GOK und bei der GWMS 3 etwa 11,4 m unter GOK.

Die beiden tiefen GWMS 2 und GWMS 4 dienen für die Erkundung eines relevanten Horizontes des Kluftgrundwasserleiters im Plänermergel, so dass deren Filterstrecken (= Pegelbereiche, in denen einen Wasserzutritt in das Pegelrohr zugelassen wird) bei der GWMS 2

zwischen etwa 20,1 und etwa 25,1 m unter GOK und bei der GWMS 4 zwischen etwa 20,3 und etwa 25,3 m liegen.

Weitere Informationen zum Ausbau der GWMS können der **Anlage 3** entnommen werden.

3 Geotechnische Untersuchungsergebnisse und deren Bewertung

3.1 Aussagen des GEPRO-Gutachtens [U1] in Auswertung von 6 einaxialen Druckfestigkeiten und von RQD-Werten

Die an Festgesteinsproben zu ermittelnde einaxiale Druckfestigkeit beschreibt die Eigenschaft des Gesteins und lässt in Verbindung mit Kenntnissen über die Klüftigkeit des Gebirges auch Aussagen zur Gebirgsfestigkeit zu.

In [U1] wurden an 6 Festgesteinsproben die einaxiale Druckfestigkeit mit den in der nachfolgenden Tabelle 1 wiederholten Ergebnissen bestimmt.

Tabelle 1 Geotechnische Laborergebnisse der Druckfestigkeitsuntersuchungen von [U1].

Bezeichnung	Entnahme- tiefe	Durch- messer d	Rohdichte D	Bruchkraft F	Maximale Druck- spannung σ_u	Bewertete Druck- festigkeit $\sigma_u (2)$
	[m]	[mm]	[kg/m³]	[kN]	[N/mm²]	[N/mm²]
KB B202 FP1	18,20 - 18,50	99,6	2.375,0	465,7	59,8	58,8
KB B202 FP2	19,55 - 19,90	100,0	2.426,0	525,8	66,9	66,9
KB B221 FP1	15,45 - 15,65	101,2	2.397,0	354,7	44,1	43,0
KB B221 FP2	17,20 - 17,45	101,2	2.577,0	704,3	87,6	83,9
KB B231 FP1	15,45 - 15,65	101,2	2.616,0	763,6	94,9	91,6
KB B231 FP2	17,20 - 17,45	101,3	2.410,0	324,8	40,3	40,2

Die bewertete einaxiale Druckfestigkeit schwankt gemäß [U1] zwischen 40,2 N/mm² und 91,6 N/mm² und ihr Mittelwert beträgt 64,1 N/mm².

Darüber hinaus hatte GEPRO auch die RQD-Werte des Festgesteins bestimmt. Weil die damaligen Bohrungen nur maximal 20 m tief waren und weil nun konkretere RQD-Werte vorliegen (siehe Kapitel 3.3), wird auf eine Wiederholung dieser Altwerte verzichtet.

In Auswertung der Bohrgutansprachen, der Druckfestigkeiten und der RQD-Werte hatte GEPRO in [U1] die in Tabelle 2 aufgelisteten felsmechanischen Kenngrößen ausgewiesen, wobei die Scherfestigkeitskenngrößen Reibungswinkel und Kohäsion für das Gebirge gelten und somit bei ihnen auch die Klüftigkeit berücksichtigt ist.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Tabelle 2 Maßgebende felsmechanische Kenngrößen von [U1].

Bezeichnung	Schicht 5
	Mergelgestein (Pläner)
Bodenklasse nach DIN 18300	Klassen 6 - 7
Bodenklassen für Bohrarbeiten nach DIN 18301	FV1 bis FV2 / FV3 FD1 / FD2 / FD3
Wichte (feuchtes Gebirge) γ_k	23,0 - 25,0 kN/m ³ (Mittelwert 24,0 kN/m ³)
Reibungswinkel ¹⁾ ϕ'_k	25° - 35° (Mittelwert 30°)
Kohäsion ¹⁾ c'_k	25 - 30 kN/m ² (Mittelwert 30 kN/m ²)
Einaxiale Druckfestigkeit σ	10 - 150 MN/m ² (Mittelwert 65,0 MN/m ²)
Steifemodul E_{S_k}	50 - \geq 300 MN/m ² (Mittelwert 75,0 MN/m ²)
Horizontale Wasserdurchlässigkeit k_f ²⁾	$\leq 1 \cdot 10^{-8}$ m/s
Horizontaler und vertikaler Quelldruck	Überdeckungshöhe \cdot 21 kN/m ³ , jedoch maximal 400 kN/m ² (siehe ⁴⁾ von Tabelle 16)

- 1) Die Werte gelten für Scherbeanspruchungen entlang der maximal etwa 15° geneigten Haupt-Trennflächen. Bei steiler einfallenden Scherflächen kann eine Kohäsion von 50 kN/m² angesetzt werden.
- 2) Die Wasserdurchlässigkeit wurde aufgrund des Verwitterungszustandes abgeschätzt. Die tatsächliche Wasserdurchlässigkeit ist von der Klüftigkeit anhängig und kann deshalb lokal begrenzt deutlich höher sein.

3.2 Aussagen des igi-Gutachtens [U2] in Auswertung von 9 einaxialen Druckfestigkeiten und von 3 Triaxialversuchen

Für den Bau des ebenfalls im Plänermergel hergestellten Bramschtunnels in Dresden hat das Ingenieurbüro igi Ingenieur-Geologisches Institut Dipl.-Ing. S. Niedermeyer (igi) den Pläner umfangreich untersucht. Mit [U2] liegt GEPRO ein Teilgutachten von igi über felsmechanische Feld- und Laborversuche an Plänermergel vor, welcher der gleichen geologischen Schicht wie an der Nossener Brücke zugehört.

In [U2] sind 9 Bestimmungen der einaxialen Druckfestigkeit und 3 Triaxialversuche zur Bestimmung der Scherparameter des Festgesteins dokumentiert.

Einaxiale Druckfestigkeit

Die einaxiale Druckfestigkeit für „massiges“ Mergelgestein ist in [U2] zwischen 65 MN/m² und 124 MN/m² sowie für schwach geklüftetes Mergelgestein zwischen 35 MN/m² und 60 MN/m² liegend angegeben. Bei starker Klüftung verringert sich die einaxiale Druckfestigkeit auf ca. 10 MN/m².

Somit weisen die in [U1] und [U2] angegebenen, für das Gestein geltenden Werte ähnliche Größenordnungen auf.

Mit Triaxialversuchen bestimmte Scherparameter

In der nachfolgenden Tabelle 3 hat GEPRO die Ergebnisse der 3 Triaxialversuche von [U2] aufgelistet. Weil diese Untersuchungen an Gesteinsproben ausgeführt wurden, gelten sie für das Gestein und nicht für das geklüftete Gebirge.

Tabelle 3 Ergebnisse der Triaxialversuche von [U2].

Bohrung Entnahme- tiefe	Gestein	Verwitterungs- grad	Wasser- gehalt	Dichte	Trocken- dichte	Rei- bungs- winkel	Kohäsion	einaxiale Druck- festigkeit
			w_n	ρ	ρ_d	φ	c	$\sigma_{dG}^{1)}$
			[%]	[t/m ³]	[t/m ³]	[°]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
B 109 13,00 m - 13,20 m	feinschichtiger Mergel- gestein mit polygonaler Kleinklüftig- keit	unver- wittert	10,5	2,19	1,98	44	0,004	keine Aussage
B 112 15,55 m - 15,93 m	feinschichtiger Mergel- gestein mit polygonaler Kleinklüftig- keit	unver- wittert	7,0	2,19	2,05	29	0,660	2,3
B 122 13,33 m - 10,55 m	feinschichtiger Mergel- gestein mit polygonaler Kleinklüftig- keit	unver- wittert	8,4	2,32	2,14	51	0,430	2,4

¹⁾ Die einaxiale Druckfestigkeit wurde in Auswertung der bei dem Triaxialversuch ermittelten Scherparameter φ und c bestimmt.

Bei den 3 Proben schwanken sowohl der Reibungswinkel mit Werten zwischen 29° und 51° als auch die Kohäsion mit Werten zwischen 4 kN/m² und 660 kN/m² recht stark. Nach Auffassung von GEPRO sollten deshalb die charakteristischen Werte für den Reibungswinkel und die Kohäsion vorsichtig gewählt werden. Deshalb sollte hierfür ein deutlich unter dem jeweiligen Mittelwert liegender Wert verwendet werden.

3.3 Bei den neuen Bohrungen bestimmte neue RQD-Werte

Der RQD-Wert bzw. die RQD-Zahl wird in der Geotechnik und in der Ingenieurgeologie verwendet, um anhand von Bohrkernen den Gefügezusammenhalt eines Festgesteins zu klassifizieren und bedeutet „Rock Quality Designation Index“. Er beschreibt die Klüftigkeit und somit die Felsqualität (= „Zusammenhalt“) des Gebirges.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Das Konzept des RQD wurde im Jahr 1963 von dem US-Amerikaner Deere entwickelt und von ihm der RQD-Wert als Quotient aus der Länge von nicht zerbrochenen Bohrkernstücken zur Länge der gesamten Bohrstrecke definiert:

$$RQD = \frac{s_{uml}}{l_{ges}} * 100 \%$$

s_{uml} = Summe der Längen aller Bohrkernstücke, die länger als 10 cm sind,
 l_{ges} = Gesamtlänge der Bohrstrecke im Festgestein.

DEERE erarbeitete die in der Tabelle 4 zusammengestellten Zusammenhänge zwischen dem RQD-Wert und der die Klufthäufigkeit berücksichtigenden Felsqualität.

Ihr liegt die Beobachtung zugrunde, dass stark entfestigte und stark geklüftete Festgesteine stärker zerfallene Bohrkern ergeben als weniger stark entfestigte.

Tabelle 4 Klassifikationstabelle.

RQD	Felsqualität
< 2 - 25 %	sehr gering
25 - 50 %	gering
50 - 75 %	mittel
75 - 90 %	gut
90 - 100 %	ausgezeichnet

In der nachfolgenden Tabelle 5 schätzt GEPRO die Felsqualität der Aufschlüsse für die GWMS 2 und 4 auf der Grundlage der anhand der Bohrkern abgeschätzte RQD-Werte. Die von den Bohrkernen aufgenommen Fotos sind in der **Anlage 2** beigefügt.

Tabelle 5 Einschätzung der Felsqualität auf der Grundlage der RQD-Werte.

Tiefe unter GOK	GWMS 2 an der Startgrube		GWMS 4 an der Zielgrube	
	RQD	Felsqualität	RQD	Felsqualität
8 m - 9 m	26 %	gering	-	-
9 m - 10 m	0 %	sehr gering	-	-
10 m - 11 m	23 %	sehr gering	-	-
11 m - 12 m	26 %	gering	-	-
12 m - 13 m	46 %	gering	0 %	sehr gering
13 m - 14 m	67 %	mittel	26 %	gering
14 m - 15 m	60 %	mittel	12 %	sehr gering
15 m - 16 m	91 %	ausgezeichnet	56 %	mittel
16 m - 17 m	98 %	ausgezeichnet	47 %	gering
17 m - 18 m	86 %	gut	42 %	gering
18 m - 19 m	85 %	gut	55 %	mittel
19 m - 20 m	13 %	sehr gering	82 %	gut

Tiefe unter GOK	GWMS 2 an der Startgrube		GWMS 4 an der Zielgrube	
	RQD	Felsqualität	RQD	Felsqualität
20 m - 21 m	28 %	gering	81 %	gut
21 m - 22 m	27 %	gering	82 %	gut
22 m - 23 m	16 %	sehr gering	80 %	gut
23 m - 24 m	0 %	sehr gering	90 %	gut
24 m - 25 m	38 %	gering	65 %	mittel
25 m - 26 m	11 %	sehr gering	100 %	ausgezeichnet
26 m - 27 m	100 %	ausgezeichnet	100 %	ausgezeichnet
27 m - 28 m	70 %	mittel	95 %	ausgezeichnet
28 m - 29 m	87 %	gut	100 %	ausgezeichnet
29 m - 30 m	84 %	gut	83 %	gut
30 m - 31 m	90 %	gut	96 %	ausgezeichnet
31 m - 32 m	70 %	mittel	80 %	gut
32 m - 33 m	74 %	mittel	92 %	ausgezeichnet
33 m - 34 m	94 %	ausgezeichnet	97 %	ausgezeichnet
34 m - 35 m	100 %	ausgezeichnet	95 %	ausgezeichnet
35 m - 36 m	88 %	gut	96 %	ausgezeichnet
36 m - 37 m	94 %	ausgezeichnet	85 %	gut
37 m - 38 m	94 %	ausgezeichnet	95 %	ausgezeichnet
38 m - 39 m	59 %	mittel	85 %	gut
39 m - 40 m	75 %	mittel	100 %	ausgezeichnet

Die Aufstellung von Tabelle 5 zeigt, dass in den Aufschlüssen GWMS 2 und GWMS 4 mit nahezu gleichen Geländeoberkanten deutlich unterschiedliche Felsqualitäten vorhanden sind.

So beginnt bei der GWMS 2 an der östlich gelegenen Startgrube die Pläneroberkante bereits bei ca. 8 m unter GOK. Die Felsqualität ist zwischen 8 m und 13 m Tiefe „sehr gering“ bis „gering“. Danach folgt zwischen 13 m und 19 m Tiefe ein Horizont dessen Felsqualität von „mittel“ bis „ausgezeichnet“ eingeschätzt werden kann. Zwischen 19 m und 26 m Tiefe ist eine Störzone mit einer „sehr geringen“ bis „geringen“ Felsqualität eingeschaltet und darunter zeigt der Pläner bis zum Bohrtiefsten bei 40 m wieder eine hohe Felsqualität.

Bei der GWMS 4 an der westlich gelegenen Zielgrube beginnt der Pläner erst ab einer Tiefe von ca. 12 m und ist die Felsqualität seines oberen Horizontes zwischen 12 m und 18 m Tiefe „sehr gering“ bis „gering“. Ab 18 m Tiefe bis zur Endtiefe von 40 m ist die Felsqualität durchweg „gut“ bis „ausgezeichnet“, weil hier ein störungsfreier und kluftarmer Pläner vorhanden ist.

Diese unterschiedlichen Felsqualitäten des Gebirges machen die Zuordnung der Felseigenschaften des Gesteins und die Fertigung eines geologischen Schnittes schwierig.

3.4 Beobachtungen beim Herstellen der neuen Kernbohrungen und bei den Kurzpumpversuchen an den GWMS 1 bis GWMS 4

Die 4 Kernbohrungen wurden unter Zugabe von Spülwasser hergestellt, wobei das Spülwasser aus der Bohrkronen am Bohrlochmund austrat und unter Mitnahme von Bohrklein im Ringraum zwischen Bohrgestänge und Bohrlochwand nach oben strömte und in einen Behälter abfloss.

Beim Bohren des Bohrloches für die GWMS 2 kam es ab einer Bohrtiefe von etwa 21 m zu der Besonderheit, dass das Spülwasser nicht mehr aus dem Bohrloch herausfloss. Trotz Zugabe von erheblichen Zusatzwassermengen blieb der Wasserspiegel während des gesamten Bohrens zwischen 21 m und 40 m Tiefe innerhalb des Bohrloches und trat kein Wasser an die Geländeoberfläche aus. Nach dem Ziehen des Bohrgestänges konnte der im Bohrloch vorhandene Wasserspiegel als in einer Tiefe von 4,50 m unter GOK liegend bestimmt werden. Bei einer 8 Tage späteren Wiederholungsmessung lag der Wasserspiegel um 53 cm höher bei 3,97 m unter GOK.

Das Phänomen des Nichtaustretens von Spülwasser aus dem Bohrloch wurde allein bei der GWMS 2 beobachtet.

Jeweils etwa 1 Woche nach Ausbau der 4 Bohrlöcher zu GWMS wurde an jeder GWMS ein Kurzpumpversuch (KPV) durchgeführt. Hierbei wurde eine Pumpe Grundfos SQ 3-80 mit einer Förderleistung von 1,2 l/s verwendet. Die Pumpdauer eines jeden Kurzpumpversuches betrug 60 Minuten.

Tabelle 6 Maßgebende Ergebnisse der Kurzpumpversuche.

Stelle	Datum	Wasserstand zu Beginn des KPV	Dauer des KPV	Wasserstand am Ende des KPV	Wasserstand nach Wiederanstieg	Dauer des Wiederanstieges	Förderleistung		Zustand am Ende des KPV
		[m u. POK] ¹⁾	[min]	[m u. POK] ¹⁾	[m u. POK] ¹⁾	[min]	[l/s]	[m³/h]	
GWMS1	04.12.2015	3,57	60	5,44	3,88	30	0,160	0,576	stationär bei 5,44 m u. POK
GWMS2	04.12.2015	3,87	60	5,60	3,94	30	1,200	4,320	stationär bei 7,15 m u. POK
GWMS3	16.12.2015	5,65	60	6,09	5,65	20	1,200	4,320	stationär bei 6,09 m u. POK
GWMS4	16.12.2015	5,38	60	25,43	5,38	90	0,125	0,450	stationär bei 25,43 m u. POK

- 1) Meter unter POK. POK steht für Pegeloberkante. Die POK bezieht sich auf die Oberkante der SEBA-Kappe mit geöffneter Abdeckung.

Die Ergebnisse der KPV sind recht unterschiedlich. Hierbei unterscheiden sich sowohl die beiden im quartären Grundwasserleiter angelegten GWMS 1 und GWMS 3 als auch die beiden im Klufftgrundwasserleiter positionierten GWMS 2 und GWMS 4.

Bei dem in der GWMS 1 (quartärer Grundwasserleiter in der Nähe der Startgrube) durchgeführten KPV betrug die Förderleistung lediglich 0,160 l/s, während sich bei dem in der GWMS 3 (quartärer Grundwasserleiter in der Nähe der Zielgrube) durchgeführten KPV die maximal mögliche Förderleistung von 1,200 l/s einstellen konnte. Somit strömt der GWMS 3 wenigstens 7 mal so viel Wasser wie der GWMS 1 zu.

Bei dem in der GWMS 2 (Kluftgrundwasserleiter in der Nähe der Startgrube) durchgeführten KPV wurde trotz der maximal möglichen Förderleistung von 1,2 l/s nur ein Absinken des Wasserspiegels um 1,73 m erzielt, ohne dass dabei auch nur annähernd die ab ca. 20 m Tiefe beginnende Filterstrecke erreicht wurde. Folglich besteht hier ein hoher Wasseranfang von mehr als 1,2 l/s, der durch die Störung des Plänermergels im Horizont zwischen 19 m und 26 m unter GOK verursacht sein dürfte.

Bei dem in der GWMS 4 (Kluftgrundwasserleiter in der Nähe der Zielgrube) durchgeführten KPV betrug die Förderleistung nur 0,125 l/s. Sie reichte aus, den Wasserspiegel auf 25,43 m unter POK abzusenken und somit das Pegelrohr praktisch leer zu pumpen.

3.5 Zusammenfassende Auswertung der Ergebnisse von [U1], [U2], den neuen Kernbohrungen für die Herstellung der GWMS 2 und GWMS 4 sowie den Erstmessungen an den GWMS 2 und GWMS 4

Mit den beiden für die Herstellung der GWMS 2 und 4 ausgeführten Kernbohrungen liegen jetzt 2 bis 40 m unter GOK reichende Aufschlüsse vor.

Die Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse aller 4 GWMS sind als **Anlage 3** beigelegt.

Da GEPRO bisher nur mit der Herstellung der GWMS sowie der Ausführung der Pumpversuche beauftragt wurde, wurden noch keine weiteren geotechnischen Untersuchungen an den Festgesteinsproben ausgeführt.

Allerdings ist auch darauf hinzuweisen, mit geotechnischen Untersuchungen an Festgesteinsproben lediglich die Scherfestigkeit des Gesteins und nicht des Gebirges bestimmt werden kann. Die Gebirgsfestigkeit lässt sich jedoch als zwischen der Bruchfestigkeit des Gesteins und der Scherfestigkeit der schwächsten Trennflächenschar liegend eingrenzen.

Aufgrund der neuen Erkenntnisse kann die bisher für den gesamten Plänermergelkomplex verallgemeinerten Kenngrößen in Kenngrößen für Festgesteine mit kleineren und mit größeren RQD-Werten aufgegliedert werden.

Prinzipiell kann nun davon ausgegangen werden, dass die in [U1] benannten maßgebenden felsmechanischen Kenngrößen für einen Pläner mit „sehr geringer“ bis „geringer“ Felsqualität – also mit einer großen Anzahl von Trennflächen – gelten. Für einen Pläner mit „mittlerer“ bis „ausgezeichneter“ Felsqualität können nun hingegen deutlich höhere Werte für ϕ_k und c_k herangezogen werden.

In der nachfolgenden Tabelle 7 hat GEPRO die seiner Erfahrung nach nun vertrauenswürdigen Kennwerte zusammengestellt.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Tabelle 7 Maßgebende felsmechanische Kenngrößen unter Berücksichtigung der RQD-Werte.

Bezeichnung	Schicht 5	
	Mergelgestein (Pläner)	
RQD-Wert (Felsqualität)	0 % bis 50 % (sehr gering bis gering)	> 50 % bis 100 % (mittel bis ausgezeichnet)
Wichte (feuchtes Gebirge) γ_k	23,0 - 25,0 kN/m ³ (charakteristischer Wert 24,0 kN/m ³)	24,0 - 25,0 kN/m ³ (charakteristischer Wert 24,5 kN/m ³)
Reibungswinkel (Gebirge) ¹⁾ φ'_k	25° - 35° (charakteristischer Wert 30°)	29° - 51° (charakteristischer Wert 40°)
Kohäsion (Gebirge) ¹⁾ c'_k	25 - 30 kN/m ² (charakteristischer Wert 30 kN/m ²)	30 - 70 kN/m ² (charakteristischer Wert 50 kN/m ²)
Einaxiale Druckfestigkeit σ	10 - 150 MN/m ² (charakteristischer Wert 65,0 MN/m ²)	
Steifemodul E_{sk}	50 - \geq 300 MN/m ² (charakteristischer Wert 75 MN/m ²)	300 MN/m ² - 30.000 MN/m ² (charakteristischer Wert 600 MN/m ²)
Horizontaler und vertikaler Quelldruck	Überdeckungshöhe · 21 kN/m ³ , jedoch maximal 400 kN/m ² (siehe ⁴⁾ von Tabelle 16)	

Zur Beschreibung der Baugrundverhältnisse an der Startgrube gelten bevorzugt die Informationen des Aufschlusses GWMS 2. Hier ist die Felsqualität in den Horizonten zwischen 8 m und 13 m Tiefe sowie zwischen 19 m und 26 m Tiefe mit „sehr gering“ bis „gering“ einzustufen.

Im Horizont zwischen 19 m und 26 m Tiefe besteht eine auffällige Störzone mit intensiver geklüftetem bzw. zerrüttetem Plänermergel. Hier ist mit großen Schichten- bzw. Kluftwasserandrang zu rechnen. Die die Störzone umgebenden Plänerschichten sind hingegen wenig geklüftet und führen nur wenig Wasser.

Es ist zu beachten, dass die GWMS 2 aus Zuwegungsgründen etwa 40 m von der Mitte der etwa 12 m Durchmesser aufweisenden Startgrube erfolgen musste. Durch diesen Abstand können sich Differenzen zwischen an der GWMS 2 und den in der Startgrube vorhandenen Baugrundverhältnissen ergeben.

Zur Beschreibung der Baugrundverhältnisse an der Zielgrube gelten bevorzugt die Informationen des Aufschlusses GWMS 4. Hier steht der Pläner erst ab einer Tiefe von 12 m an. Hier zeigen nur die oberen 6 m des Plänermergels eine „sehr geringe“ bis „geringe“ Felsqualität. Ab einer Tiefe von 18 m besteht bis zur Endtiefe von 40 m eine „gute“ bis „ausgezeichnete“ Felsqualität und kommt es hier nur zu geringem Wasserandrang.

Weil die GWMS 4 nur etwa 12 m von der Mitte der Zielgrube entfernt ist, dürfte die Wahrscheinlichkeit von Abweichungen zwischen Baugrundaufschluss und Baugrund in der Zielgrube gering sein.

4 Ergänzende Information zu einer an den GWMS 1 und GWMS 2 gefundenen Kontamination

Beim Anlegen der GWMS 1 und 2 wurden etwa zwischen 5,5 m und 7,0 m unter GOK Bodenmaterial mit starkem Geruch nach Aromaten erbohrt.

Für die Beurteilung dieses kontaminierten Bohrgutes und des Wassers wurden sowohl eine Bodenprobe aus dem Horizont oberhalb des Grundwasserstauers aus 5,5 m bis 6,0 m Tiefe als auch das bei dem Klarpumpen angefallene Wasser beprobt und untersucht. Die Prüfberichte für die Analysen der Boden- und der Wasserprobe sind als **Anlage 4** und **Anlage 5** beigelegt.

In der **Anlage 6** sind diese Analysenergebnisse tabellarisch zusammengestellt und nach LAGA M 20 bewertet.

Bei der Boden-Mischprobe wurde ein PAK-Gehalt im Feststoff von 55,59 mg/kg analysiert. Somit ist der Z-2-Wert von 30 mg/kg etwa um das Doppelte überschritten.

Die nachfolgende Tabelle 8 zeigt das formale Beurteilungsergebnis für den Boden.

Tabelle 8 Ergebnis der chemischen Bodenuntersuchungen und Zuordnung der Bodenbeurteilung zu den auszubauenden Böden.

Herkunft des Probenmaterials	Zugehörige Boden-Mischprobe	Maßgebende(r) Parameter für die Zuordnung	Zuordnungswert nach LAGA	Abfallschlüssel nach AVV
Boden und Steine der Probe GWMS 1 GP6 aus 5,50 m - 6,00 m Tiefe	GWMS 1 GP6	PAK im Feststoff	> Z 2	17 05 04

Bei der Wasseranalyse wurde ein PAK-Gehalt von 5,564 µg/l analysiert.

5 Ausblick

GEPRO wird Pumpversuche an den 4 GWMS und bodenmechanische Untersuchungen an den Bohrkernen des Plänermergels durchführen. Das auszuführende Untersuchungsprogramm wird gegenwärtig mit den bei dem Bauvorhaben Beteiligten diskutiert.

Nach Vorliegen weiterer Kenntnisse wird GEPRO eine 2. Ergänzung zum geotechnischen Bericht mit abfallrelevanten Untersuchungen verfassen.

**1. Ergänzung
zum geotechnischen Bericht mit abfallrelevanten Untersuchungen**

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

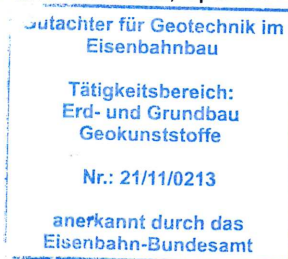
Dresden, den 08.01.2016



Dipl.-Ing. Steffen Müller
Geschäftsführer

von der IHK Dresden öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Baugrundbeurteilung, Geokunststoffe,
Erdbau für Verkehrswege einschließlich Böschungen.

vom Eisenbahn-Bundesamt anerkannter Gutachter
für Baumaßnahmen im Eisenbahnbau
im Sachgebiet Geotechnik für die Tätigkeitsabschnitte
Erd- und Grundbau, Spezialtiefbau und Geokunststoffe.



i.A.



Dipl.-Ing. Hans-Martin Schulze
Projektingenieur

nach § 18 BBodSchG anerkannter
Sachverständiger



Verteiler - DVB AG
 - GEPRO

3 x Original, 1 digital,
1 x Original, 1 digital.