

Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)
Bereich Fahrwege Straßenbahn
VBF – BS 3
z. Hd. Herr Djakou
Siegfriedstraße 30 - 44
10365 Berlin

Berlin, den 09.08.2019

**Baugrundgutachten und Umweltanalytik zum Bauvorhaben
Straßenbahnneubaustrecke Turmstraße einschließlich der Bereiche
Invalidenstraße, Alt-Moabit und Rathenower Straße**

Prüfbericht Nr. 0753 / 19 / 17



Dipl.-Ing. Baustmann
Prüfstellenleitung



Dipl.-Ing. Fröhlich-Leitert
Prüfstellenleitung



M. Eng. Howeyhe
Prüfingenieur

Dieser Prüfbericht enthält 30 Seiten und 309 Seiten Anlagen.

INHALTSVERZEICHNIS

Verzeichnis der Anlagen	4
Verzeichnis der Tabellen	5
Verzeichnis der technischen Vorschriften	6
1. Allgemeines und Auftrag	7
2. Verhältnisse vor Ort	8
2.1 Projektverhältnisse	8
2.2 Geländeverhältnisse	8
2.3 Geologische Verhältnisse	9
3. Oberbau- und Baugrunduntersuchung	9
3.1 Probenahmen und Untersuchungen im Oberbau und Baugrund	9
3.1.1 Durchführung der Probenahmen im Oberbau und Untergrund	9
3.1.2 Bestimmung der Lagerungsdichten des Untergrundes mit der Schweren Rammsonde DPH	12
3.1.3 Laboruntersuchungen der Proben aus dem Oberbau und dem Untergrund	13
3.2 Schichtenverzeichnis vom Oberbau und Baugrund	14
3.2.1 Schichtenverzeichnis der asphaltierten Fahrbahnkonstruktion	14
3.2.2 Schichtenverzeichnis der betonierten Fahrbahnkonstruktion mit überbauter Asphaltdeckschicht	15
3.2.3 Schichtenverzeichnis der Pflasterkonstruktion	16
3.2.4 Schichtenverzeichnis der ungebundenen Nebenflächen	17
3.3 Kennwerte und Eigenschaften des untersuchten Baugrundes	18

4.	Darstellung der hydrologischen Verhältnisse	19
5.	Schlußfolgerungen aus der Baugrunduntersuchung	20
6.	Bemessung der ungebundenen Tragschichten und des Untergrundes	21
7.	Durchführung von Erdarbeiten und Herstellung von Leitungsgräben	22
8.	Bestimmung von umweltrelevanten Merkmalen	24
8.1	Umfang und Auswertung der chemischen Untersuchungen	24
8.2	Anforderungen an die Verwertung von Reststoffen	25
8.3	Verwertung der anfallenden Ausbaustoffe	25
8.3.1	Bituminös gebundene Baustoffe	25
8.3.2	Zementgebundene und ungebundene grobkörnige Baustoffe	26
8.3.3	Ungebundene feinkörnige Böden	26
9.	Schlußbemerkungen zum Prüfbericht	30

Verzeichnis der Anlagen

1	1 Blatt	Lageplan der BVG
2	1 Blatt	Geologische Skizze
3	5 Blatt	Geotechnischer Längsschnitt 01 bis 38
4	244 Blatt	Korngrößenverteilung 01 bis 122
5	8 Blatt	Wassergehalte der Bodengemische 5.1 bis 5.8
6	12 Blatt	Sondierungen mit der schweren Rammsonde DPH 6.1 bis 6.12
7	24 Blatt	Untersuchungen zur Umweltanalytik 7.1 bis 7.10
8	8 Blatt	Fotodokumentation 8.1 bis 8.6
9	6 Blatt	Regelquerschnitte der BVG Straßenbahn 9.1 bis 9.6

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1	Stationen der Probenahme (Bereich Invalidenstraße bis Rathenower Straße)
Tabelle 2	Stationen der Probenahme (Bereich Turmstraße Seite Ost bis Seite West)
Tabelle 3	Meßergebnisse der Lagerungsdichten mit der Schweren Rammsonde DPH
Tabelle 4	Lage des Grund- oder Schichtenwassers unter der Geländeoberkante
Tabelle 5	Bemessungsbeispiel mit einer Frostschutzschicht auf dem Planum des Untergrundes
Tabelle 6	Bemessungsbeispiel mit Schottertragschicht und Frostschutzschicht auf dem Planum des Untergrundes

Verzeichnis der technischen Vorschriften

- | | | |
|----|--------------------|--|
| 1 | ZTVE-StB 17 | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017 |
| 2 | TL BuB E-StB 09 | Technische Lieferbedingungen für Böden und Baustoffe im Erd-
bau des Straßenbaus, Ausgabe 2009 |
| 3 | TP BF-StB | Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau |
| 4 | ZTV SoB-StB 04 | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für
den Bau von Schichten ohne Bindemittel, Ausgabe 2004/Fassung
2007 |
| 5 | TL SoB-StB 04 | Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden
zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau,
Ausgabe 2004/Fassung 2007 |
| 6 | TL Gestein-StB 04 | Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßen-
bau, Ausgabe 2004/Fassung 2007 |
| 7 | TP Gestein-StB | Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau |
| 8 | ZTV Beton-StB 07 | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für
den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und
Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 2007 |
| 9 | TL Beton-StB 07 | Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoff-
gemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und
Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 2007 |
| 10 | TP Beton-StB 10 | Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen
Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 2010 |
| 11 | ZTV Asphalt-StB 07 | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für
den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Fassung
2013 |
| 12 | TL Asphalt-StB 07 | Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau
von Verkehrsflächenbefestigungen, Ausgabe 2013 |
| 13 | TP Asphalt-StB 07 | Technische Prüfvorschriften für Asphalt im Straßenbau, Fassung
2007 |

- | | | |
|----|--------------|---|
| 14 | ZTV A-StB 12 | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, Fassung 2012 |
| 15 | RStO 12 | Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 |
| 16 | LAGA M 20 | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen
Teil I Allgemeiner Teil
Teil II Technische Regeln für die Verwertung
Teil III Probenahme und Analytik |

1. Allgemeines und Auftrag

Die Berliner Verkehrsbetriebe haben vorgesehen, in den Berliner Stadtstraßen Invalidenstraße, Alt-Moabit, Rathenower Straße und Turmstraße Straßenbahnneubaustrecken zu bauen. Nach Angaben der Berliner Verkehrsbetriebe handelt es sich um das Projekt A39023 Turmstraße von Invalidenstraße bis U-Bahnhof Turmstraße. Zusätzlich soll auch eine Entnahmestelle in der Warschauer Straße durchgeführt werden. Dem Prüflabor für Hoch-, Tief- und Verkehrsbau wurde die Aufgabe gestellt, den gegenwärtigen Zustand von Verkehrsflächen und angrenzenden Flächen durch Oberbau- und Untergrunderkundung zu begutachten. Für die Straßenbahnneubaustrecke sind nachfolgende Bereiche zu untersuchen.

- 1 Invalidenstraße
- 2 Alt-Moabit
- 3 Rathenower Straße
- 4 Turmstraße Bereich Ost
- 5 Turmstraße Bereich West
- 6 Warschauer Straße.

Nach Durchführung der Probenahme sind an den entnommenen Schichten die erforderlichen baustoffkundlichen und umweltchemischen Untersuchungen zu veranlassen. In Auswertung der Vor-Ort-Besichtigung und der Meßergebnisse sind dem Auftraggeber Vorschläge zu unterbreiten, wie der neue Gleisoberbau in Abhängigkeit von den Untergrundverhältnissen zu gestalten ist und wie die anfallenden Baurestmassen wiederzuverwenden bzw. zu entsorgen sind.

2. Verhältnisse vor Ort

2.1 Projektverhältnisse

In der zu untersuchenden Straßenbahnneubaustrecke findet zur Zeit radgebundener Fahrzeugverkehr statt. Dieser stellt sich abschnittsbezogen folgendermaßen dar.

In der Invalidenstraße sind zwei gegenläufige Richtungsfahrbahnen vorhanden, welche an den äußeren Fahrbahnrandern durch Parkstreifen begrenzt werden.

In Alt-Moabit sind zwei getrennte Richtungsfahrbahnen vorhanden. Die mittlere Trennung besitzt eine pflanzliche Bebauung. Die Fahrbahnrandern werden durch Parkstreifen begrenzt.

In der Rathenower Straße sind beginnend am Knotenpunktsbereich zwei getrennte Richtungsfahrbahnen vorhanden. Die mittlere Trennung ist als Parkfläche ausgelegt. Die Fahrbahnrandern können als Parkstreifen bzw. Parkfläche genutzt werden. Im weiteren Verlauf der Rathenower Straße sind zwei gegenläufige Richtungsfahrbahnen ohne mittlere Trennung vorhanden. Auf der Seite JVA Moabit wird die Richtungsfahrbahn durch einen Radfahrstreifen begrenzt. Am gegenüberliegenden Fahrbahnrand sind Parkflächen vorhanden.

In der Turmstraße sind zwei getrennte Richtungsfahrbahnen vorhanden. Die mittlere schmale Trennung besitzt eine pflanzliche Bebauung. Die Fahrbahnrandern werden durch Parkstreifen begrenzt. Zur Abwicklung des Querverkehrs wird die Trennung unterbrochen und durch asphaltierte Überfahrten ersetzt.

2.2 Geländeverhältnisse

Die zu untersuchende Straßenbahnneubaustrecke Turmstraße befindet sich im Berliner Bezirk Mitte (Ortsteil Moabit). Es sind Bereiche der ungebundenen und gebundenen Konstruktionen in der Invalidenstraße, Alt-Moabit, der Rathenower Straße und der Turmstraße zu beproben. Die Strecke verläuft in Ost-West-Richtung und nimmt in der Rathenower Straße eine Linienführung in Richtung Nord auf. Der Höhenbereich kann mit 36 m üNN (hier Invalidenstraße) bis 33 m üNN (hier Turmstraße) angegeben werden.

Neben den Fahrbahnkonstruktionen und Standflächen sind städtebauüblich Gehwegkonstruktionen angeordnet, mit denen die Wohnbebauungen im Bauvorhaben Turmstraße erreicht werden können.

2.3 Geologische Verhältnisse

Der geomorphologische Charakter des zu untersuchenden Gebietes wird durch das Berliner Urstromtal bestimmt, welche im Norden durch die Barnim Hochfläche begrenzt wird. Das Berliner Urstromtal entstand als Teil des Warschau-Berliner-Urstromtals am Ende der letzten Eiszeit, der Weichseleiszeit, vor rund 18.000 Jahren. Es war die Entwässerungsbahn der Schmelzwässer des Inlandeises zur Zeit der Frankfurter Eisrandlage, die etwas nördlich und nordöstlich von Berlin verläuft. Zusammen mit dem weiter südlich gelegenen Baruther Urstromtal bildete es sich im Brandenburger Stadium der Weichseleiszeit heraus. Auch wenn es seine Hauptformung während der Frankfurter Eisrandlage erfuhr, diente es auch noch beim weiteren Rückschmelzen des Inlandeises als Entwässerungsbahn in Richtung Nordseebecken. Das Urstromtal selbst wird aus mächtigen Sanden aufgebaut, die mehr als 20 Meter Mächtigkeit erreichen können. In der geologischen Karte der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt wird die Mächtigkeit der Schichten aus Talsand der Weichsel-Kaltzeit (q w/S/ut) mit 2 bis 5 Metern angegeben (siehe geologische Skizze in Anlage 2).

Die in der geologischen Karte im Untersuchungsbereich gekennzeichneten Schichten aus humosen Sanden, Torfen oder Mudden wurden an den 37 Entnahmestellen bis in eine Maximaltiefe von drei Metern nicht angetroffen.

3. Oberbau- und Baugrunduntersuchung

3.1 Probenahmen und Untersuchungen im Oberbau und Baugrund

3.1.1 Durchführung der Probenahmen im Oberbau und Untergrund

Es ist geplant, die Straßenbahnneubaustrecke auf der Linienführung der gegenwärtig asphaltierten Straßenkonstruktionen verlaufen zu lassen. Dazu werden unter Verwendung eines Bohrkerngerätes auftragsgemäß Asphaltkerne entnommen. Nach der Entnahme der gebundenen Schichten können Tragschichten ohne Bindemittel mittels Handschachtung sowie Bodengemische über eine Rammkernsondierung bis in eine Tiefe von 3 Metern entnommen werden. Außerhalb der asphaltierten Fahrbahnkonstruktionen sind Pflasterbauweisen bzw. ungebundene Flächen zu beproben. Die wechselnden Bauweisen sind in den geotechnischen Längsschnitten dargestellt, welche Bestandteile der Anlage 3 sind.

Zur Erkundung von Oberbau und Baugrund wurden vom 25.04. bis zum 24.05 2019 auftragsgemäß 37 Entnahmestellen in den zukünftigen Gleisbereichen zwischen Invalidenstraße und Turmstraße angelegt. Die Stationen waren von Richtung Invalidenstraße nach Richtung Turmstraße auf einem Plan dargestellt (km 0+000,0 bis 2+359,9), welcher vom Auftraggeber erarbeitet worden war.

An 24 Stationen wurden Kernbohrungen durch Asphalt- und Betonschichten mit einem Straßenbohrkerngerät durchgeführt. Nach der Bohrkernentnahme der Asphalt- und zementgebundenen Schichten wurden an diesen Stationen Schottergemische und Bodengemische entnommen.

An fünf Stationen wurden Pflasterkonstruktionen beprobt. Nach Aufnahme des Pflasters wurden an diesen Stationen ebenfalls Schottergemische und Bodengemische entnommen.

Weiterhin wurden außerhalb der asphaltierten Fahrbahnkonstruktion neun ungebundene Deckschichten aufgenommen. Danach wurden teilweise Schottergemische und Bodengemische beprobt.

Die Rammkernsondierungen zur Bodenentnahme wurden bis Entnahmetiefen von 3 Metern ausgeführt.

An den nachfolgend beschriebenen Stationen wurden Probenahmen im Oberbau und Baugrund durchgeführt.

Station-Nr.	Kennzeichnung der Örtlichkeit	Geplante Bau-Kilometrierung	Gegenwärtige Oberbauart
1	Bereich 1 - Invalidenstraße	0+033,50	Grünleis, Oberboden
2	Bereich 1 - Invalidenstraße	0+108,50	Fahrbahn, Asphaltdecke
3	Bereich 1 - Invalidenstraße	0+274,50	Fahrbahn, Asphaltdecke
4	Bereich 1 - Invalidenstraße	0+362,20	Fahrbahn, Asphaltdecke
5	Bereich 1 - Invalidenstraße	0+435,60	Fahrbahn, Asphaltdecke
6	Bereich 2 - Alt-Moabit	0+474,30	Fahrbahn, Asphaltdecke
7	Bereich 2 - Alt-Moabit	0+485,20	Nebenfläche, Pflaster
8	Bereich 2 - Alt-Moabit	0+507,60	Nebenfläche, Oberboden
9	Bereich 2 - Alt-Moabit	0+607,20	Nebenfläche, Oberboden
10	Bereich 2 - Alt-Moabit	0+633,00	Gehweg, Pflaster
11	Geändert zwischen Station 22 und 23	0+679,80	Keine Angabe
12	Bereich 3 - Rathenower Straße	0+781,80	Standfläche, Pflaster
13	Bereich 3 - Rathenower Straße	0+843,00	Fahrbahn, Asphaltdecke
14	Bereich 3 - Rathenower Straße	0+947,40	Fahrbahn, Asphaltdecke
15	Bereich 3 - Rathenower Straße	1+085,40	Fahrbahn, Asphaltdecke
16	Bereich 3 - Rathenower Straße	1+138,20	Nebenfläche, Pflaster

Tabelle 1: Stationen der Probenahme

Station-Nr.	Kennzeichnung der Örtlichkeit	Geplante Bau-Kilometrierung	Gegenwärtige Oberbauart
17	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+195,80	Nebenfläche, Oberboden
18	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+199,40	Fahrbahn, Asphaltdecke
19	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+263,00	Fahrbahn, Asphaltdecke
20	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+303,80	Fahrbahn, Asphaltdecke
21	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+391,90	Nebenfläche, Oberboden
22	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+398,90	Fahrbahn, Asphaltdecke
11	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+422,00	Fahrbahn, Asphaltdecke
23	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+472,05	Nebenfläche, Pflaster
24	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+495,15	Fahrbahn, Asphaltdecke
25	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+579,08	Nebenfläche, Oberboden
26	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+586,78	Fahrbahn, Asphaltdecke
27	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	1+689,56	Fahrbahn, Asphaltdecke
28	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	1+803,27	Fahrbahn, Asphaltdecke
29	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	1+902,04	Fahrbahn, Asphaltdecke
30	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+007,90	Fahrbahn, Asphaltdecke
31	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+108,40	Fahrbahn, Asphaltdecke
32	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+187,12	Nebenfläche, Oberboden
33	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+212,70	Fahrbahn, Asphaltdecke
34	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+259,42	Nebenfläche, Oberboden
35	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+301,66	Fahrbahn, Asphaltdecke
36	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+330,46	Nebenfläche, Oberboden
37	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+359,90	Fahrbahn, Asphaltdecke
38	Bereich 6 – Warschauer Straße	vor HNR 46	Fahrbahn, Asphaltdecke

Tabelle 2: Stationen der Probenahme

Die Aufschlüsse wurden schichtweise beprobt und nach der Auswertung entsprechend der DIN 4023 in den Anlagen 3 – 01 bis 05 dargestellt. Weiterhin sind die Lagen der Aufschlüsse in den Anlagen 3 – 01 bis 05 dargestellt, welche Bestandteil dieses Prüfberichts sind.

3.1.2 Bestimmung der Lagerungsdichten des Untergrundes mit der Schweren Rammsonde DPH

Die Lagerungsdichten des Untergrundes wurden bis in eine Tiefe von 3 Metern an ausgewählten Stationen mit der Schweren Rammsonde DPH bestimmt. Zur Durchführung der Versuche und der Auswertung der Meßergebnisse wurde die DIN 4094-2 (Ausgabe Mai 2003) Baugrund – Feldversuche – Teil 2: Bohrlochrammsondierung angewendet. Folgende Meßergebnisse wurden ermittelt.

Station-Nr.	Kennzeichnung der Örtlichkeit	Schlagzahlen N_{10} Min. – Max.	Lagerungsdichte Bezeichnung
1	Bereich 1 - Invalidenstraße	04 - 10	locker bis mitteldicht
4	Bereich 1 - Invalidenstraße	05 - 18	locker bis dicht
7	Bereich 2 - Alt-Moabit	03 - 12	locker bis mitteldicht
10	Bereich 2 - Alt-Moabit	02 - 10	locker bis mitteldicht
14	Bereich 3 - Rathenower Straße	02 - 09	locker bis mitteldicht
17	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	04 - 10	locker bis mitteldicht
21	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	05 - 20	locker bis dicht
24	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	05 - 18	locker bis dicht
27	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	05 - 15	locker bis mitteldicht
31	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	04 - 10	locker bis mitteldicht
34	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	02 - 08	locker bis mitteldicht
37	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	03 - 14	locker bis mitteldicht

Tabelle 3: Meßergebnisse der Lagerungsdichten mit der Schweren Rammsonde DPH

An den beprobten Entnahmestellen wurden in den oberen Schichtbereichen grobkörnige enggestufte Sande SE bzw. in den unteren Bodenbereichen gemischtkörnige leicht schluffige Sande SU erkundet. Diese Bodenarten sind nicht frostempfindlich.

Bei einer lockeren Lagerungsdichte kann von einem Verdichtungsgrad $D_{pr} < 95 \%$ ausgegangen werden. Mitteldicht gelagerte Böden besitzen einen Verdichtungsgrad $D_{pr} < 98 \%$. Bei einer durchzuführenden Baumaßnahme sind die angetroffenen Böden von 1,0 Metern unter Planum bis Dammsohle auf $D_{pr} > 98 \%$ zu verdichten. Böden, welche sich vom Planum bis 1,0 Metern befinden (hier Dammbereich), sind auf $D_{pr} > 100 \%$ zu verdichten.

3.1.3 Laboruntersuchungen der Proben aus dem Oberbau und dem Untergrund

Mit der Durchführung der Probenahme wurden Bohrkern aus Asphalt und Beton, Schottergemische, Tragschichten ohne Bindemittel sowie Bodengemische aus den Entnahmestellen entnommen.

Nach der Bohrkernentnahme wurden die Schichtdicken der Bohrkern aus Asphalt- und Betongemischen durch Messung bestimmt. Nach der Vermessung der Bohrkern wurden die Asphalt- und Betonproben durch Schneiden und Brechen für die weiterführenden Untersuchungen zur Feststellung der umweltrelevanten Merkmale vorbereitet.

An den gebrochenen Tragschichtgemischen wurden nach den Probeteilungen die Korngrößenverteilungen bestimmt. Nach TL Gestein-StB 04 wurde der Grundsiebsatz und der Ergänzungssiebsatz verwendet und die Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN 933-1 durch Waschen und Siebung bestimmt. Die ermittelten Ergebnisse sind in den Anlagen 4 dargestellt. Die weiteren Probeteile der ungebundenen Tragschichtgemische wurden für die nachfolgenden Untersuchungen zur Feststellung der umweltrelevanten Merkmale vorbereitet.

An den Sandgemischen wurden nach den Probeteilungen die Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1 durch Ofentrocknung bestimmt. Die ermittelten Meßergebnisse sind in der Anlage 5 dargestellt.

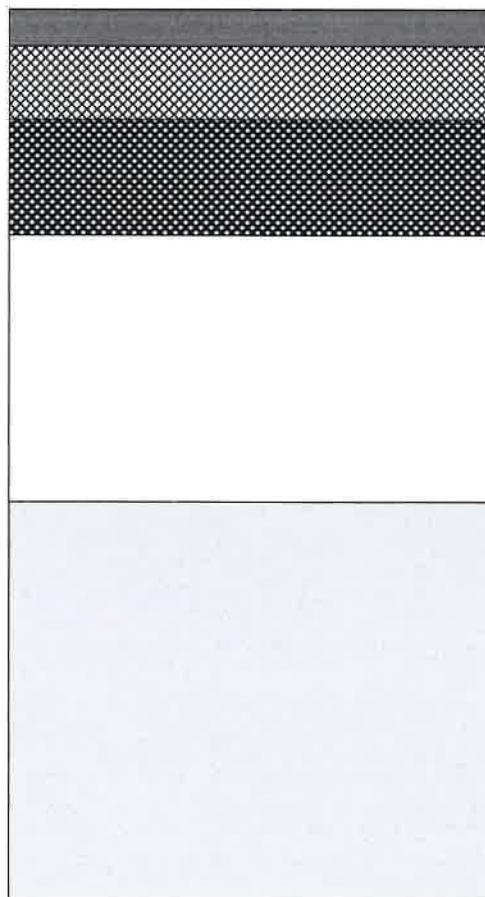
Die Bestimmung der Korngrößenverteilungen der Bodengemische erfolgte nach DIN EN ISO 17892-4 nach nassem Abtrennen der Feinanteile. Die in den TL Gestein-StB 04 genannten Siebsätze Grundsiebsatz und Ergänzungssiebsatz wurden bei den feinkörnigen Bodengemischen mit den feinen Sieben erweitert. Die weiteren Probeteile der Bodengemische wurden für die nachfolgenden Untersuchungen zur Feststellung der umweltrelevanten Merkmale vorbereitet.

3.2 Schichtenverzeichnis vom Oberbau und Untergrund

3.2.1 Schichtenverzeichnis der asphaltierten Fahrbahnkonstruktion

An den Stationen 2 / 3 / 4 / 5 (Bereich Invalidenstraße) / 6 (Bereich Alt-Moabit) / 13 / 14 / 15 / (Bereich Rathenower Straße) / 30 (Bereich Turmstraße Seite West) / 38 (Warschauer Straße) wurde an den Entnahmestellen eine asphaltierte Straßenkonstruktion erkundet. Unter dem durchschnittlich 25 cm dicken Asphaltpaket (4 cm Asphaltdeckschicht, 8 cm Asphaltbinder und 13 cm Asphalttragschicht) wurde eine 30 cm Tragschicht ohne Bindemittel erkundet. Als Bodengemische im Bereich des Untergrundes liegen gemischtkörnige Sand-Schluff-Gemische SU bzw. grobkörnige enggestufte Sande SE nach DIN 18 196 vor. Die untersuchten Sandgemische sind nicht frostempfindlich (F1-Material). An der Station 30 (Bereich Turmstraße Seite West) wurde als einzige Entnahmestelle in einem Tiefenbereich von 265 bis 285 cm unter Fahrbahnoberkante Grund- bzw. Schichtenwasser erkundet. Die in der Nähe befindlichen Bodenschichten besitzen mit 13,2 und 18,8 % einen erhöhten Wassergehalt.

Asphaltkonstruktion auf ToB



40 mm Asphaltdeckschicht 0/11

80 mm Asphaltbinderschicht 0/16

130 mm Asphalttragschicht 0/22

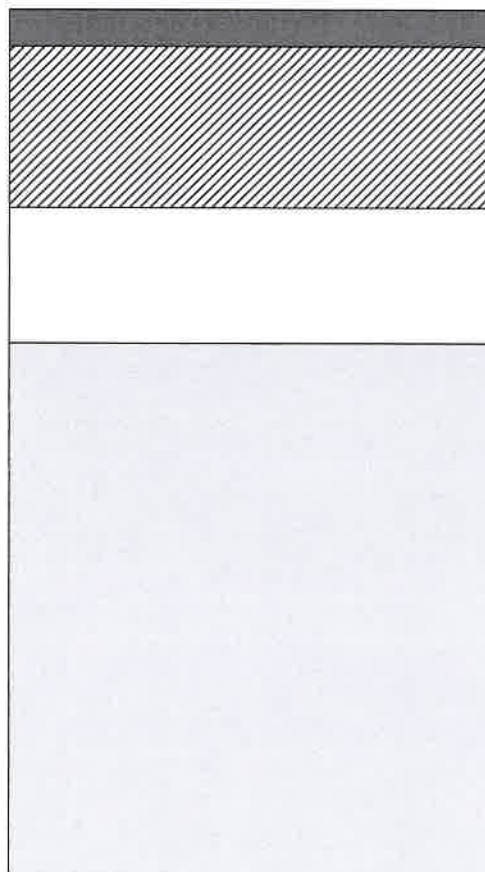
300 mm Tragschicht ohne Bindemittel GW ,
F1-Material

2500 mm grobkörniger Boden SE , F1-Material, teil-
weise gemischtkörniger Boden SU, F1-Material

3.2.2 Schichtenverzeichnis der betonierten Fahrbahnkonstruktion mit überbauter Asphaltdeckschicht

An den Stationen 11 / 18 / 19 / 20 / 22 / 24 / 26 (Bereich Turmstraße Seite Ost) / 27 / 28 / 29 / 31 / 33 / 35 / 37 (Bereich Turmstraße Seite West) wurde an den Entnahmestellen eine betonierte Straßenkonstruktion erkundet, welche mit einer Asphaltdeckschicht überbaut wurde. Unter der durchschnittlich 5 cm dicken Asphaltdeckschicht wurde eine 30 cm starke Betondecke erkundet. Die Betondecke war auf einer 25 cm dicken Tragschicht ohne Bindemittel aufgebaut. Als Bodengemische im Bereich des Untergrundes liegen gemischtkörnige Sand-Schluff-Gemische SU bzw. grobkörnige enggestufte Sande SE nach DIN 18 196 vor. Die untersuchten Sandgemische sind nicht frostempfindlich (F1-Material). An den Stationen 11 / 24 / 26 (Bereich Turmstraße Seite Ost) / 27 / 28 / 29 / 31 / 33 / 35 (Bereich Turmstraße Seite West) wurden in einem Tiefenbereich von 240 cm (Minimalwert) bis 300 cm (Maximalwert) unter der Fahrbahnoberkante Grund- bzw. Schichtenwasser erkundet. Die in der Nähe befindlichen Bodenschichten besitzen durchschnittlich mit 7,5 bis 14,1 % einen erhöhten Wassergehalt. Der Höchstwert wurde mit 24,3 % an der Entnahmestelle 28 (Bereich Turmstraße Seite West) ermittelt.

Asphaltdeckschicht auf Betondecke



50 mm Asphaltdeckschicht

300 mm Betondecke

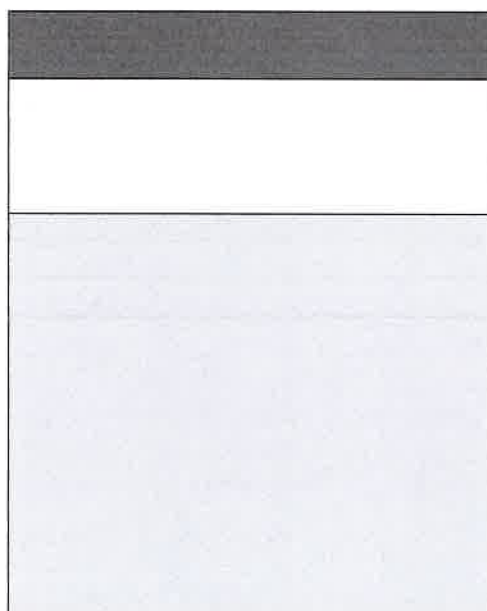
250 mm Tragschicht ohne Bindemittel , GI , F1-Material

2400 mm grobkörniger Boden SE , F1-Material, teilweise gemischtkörniger Boden SU, F1-Material

3.2.3 Schichtenverzeichnis der Pflasterkonstruktion

An den Stationen 7 / 10 (Bereich Alt-Moabit) 12 / 16 (Bereich Rathenower Straße) / 23 (Bereich Turmstraße Seite Ost) wurde an den Entnahmestellen eine Pflasterkonstruktion erkundet. Als Pflasterdecke bzw. Plattenbelag wurden K-Platten, Mosaiksteinpflaster und Großsteinpflaster verwendet. Unter dem 5 bis 20 cm dicken Pflasterdecken bzw. Plattenbelag wurde teilweise eine 10 cm dicke Bettung bzw. 35 cm dicke Tragschicht angeordnet. Als Bodengemische im Bereich des Untergrundes liegen gemischtkörnige Sand-Schluff-Gemische SU bzw. grobkörnige enggestufte Sande SE nach DIN 18 196 vor. Die untersuchten Sandgemische sind nicht frostempfindlich (F1-Material). An der Station 24 (Bereich Turmstraße Seite Ost) wurde in einem Tiefenbereich von 280 cm bis 292 cm unter der Plattenoberkante Grund- bzw. Schichtenwasser erkundet. Die in der Nähe befindlichen Bodenschichten besitzen mit 8,6 bis 15,5 % einen erhöhten Wassergehalt.

Pflasterbefestigung



50 bis 200 mm Pflasterdecke / K-Platte

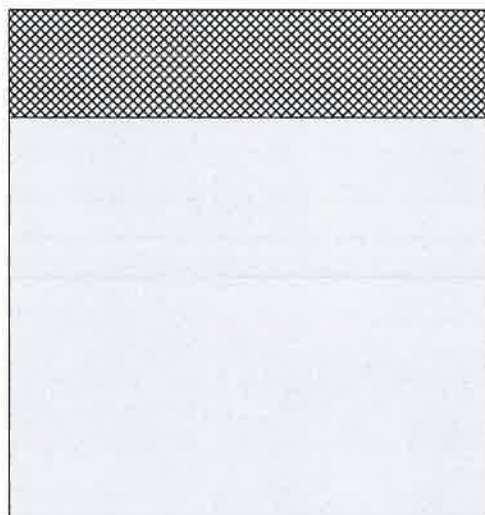
100 bis 350 mm Bettungssand / Tragschicht, grobkörniger Boden SE, F1-Material

2700 mm grobkörniger Boden SE, F1-Material, teilweise gemischtkörniger Boden SU, F1-Material

3.2.4 Schichtenverzeichnis der ungebundenen Nebenflächen

An den Stationen 1 (Bereich Invalidenstraße) / 8 / 9 (Bereich Alt-Moabit) / 17 / 21 / 25 (Bereich Turmstraße Seite Ost) / 32 / 34 / 36 (Bereich Turmstraße Seite Ost) wurde an den Entnahmestellen eine ungebundene Nebenfläche erkundet. Als ungebundene Schicht wurde Oberboden bzw. grobkörniges Material verwendet. Unter der durchschnittlich 20 cm dicken ungebundenen Schicht begannen die Bodengemische des Untergrundes. Als Bodengemische im Bereich des Untergrundes liegen gemischtkörnige Sand-Schluff-Gemische SU bzw. grobkörnige enggestufte Sande SE nach DIN 18 196 vor. Die untersuchten Sandgemische sind nicht frostempfindlich (F1-Material). An den Stationen 32 / 34 (Bereich Turmstraße Seite West) wurden in einem Tiefenbereich von 260 cm bis 275 cm unter der Fahrbahnoberkante Grund- bzw. Schichtenwasser erkundet. Die in der Nähe befindlichen Bodenschichten besitzen durchschnittlich mit 7,2 bis 12,8 % einen erhöhten Wassergehalt. Der Höchstwert wurde mit 13,2 % an der Entnahmestelle 34 (Bereich Turmstraße Seite West) ermittelt.

Ungebundene Nebenfläche



100 bis 300 mm Oberboden / grobkörniges Material

2700 mm grobkörniger Boden SE , F1-Material, teilweise gemischtkörniger Boden SU, F1-Material

Weitere detaillierte Einzelheiten der Oberbaukörper und der Baugrundsichten können den geotechnischen Schnitten entnommen werden, welche in den Anlagen 3 – 01 bis 05 dargestellt sind.

3.3 Kennwerte und Eigenschaften des untersuchten Baugrundes

An allen Stationen wurden bis zu einer Maximaltiefe von 3000 mm grobkörnige enggestufte Sande erkundet. Dieser nach DIN 18 196 bezeichnete Boden SE besitzt folgende Kennwerte und Eigenschaften.

- Durchlässigkeit	durchlässig, k über 10^{-6} bis 10^{-4} m/s
- Wichte erdfeucht	18 kN/m ³
- Wichte wassergesättigt	20 kN/m ³
- Reibwinkel	32,5 Grad
- Bodenklasse	3 , leicht lösbare Bodenart
- Verdichtungsfähigkeit	gut bis mittel.

Weiterhin wurden an allen Stationen wurden bis zu einer Maximaltiefe von 3000 mm ein gemischtkörniger leicht schluffiger Sand erkundet. Diese sind nicht frostempfindlich (F 1-Material). Dieser nach DIN 18 196 bezeichnete Boden SU besitzt folgende Kennwerte und Eigenschaften.

- Durchlässigkeit	durchlässig, k über 10^{-6} bis 10^{-5} m/s
- Wichte über Wasser	19 kN/m ³
- Wichte unter Wasser	11 kN/m ³
- Reibwinkel	35 Grad
- Kohäsion	0 kN/m ²
- Bodenklasse	3 , leicht lösbare Bodenart
- Verdichtungsfähigkeit	gut.

4. Darstellung der hydrologischen Verhältnisse

Bei den im April bis Mai 2019 (17. bis 21. KW) durchgeführten Aufschlußarbeiten wurden bis in eine Tiefe von 3,0 Metern unter Geländesoberkante teilweise Grund- oder Schichtenwasser angetroffen. Dieser Sachverhalt trat an folgenden Entnahmestellen auf.

Station-Nr.	Kennzeichnung der Örtlichkeit	Geplante Bau-Kilometrierung	Lage des Grund- oder Schichtenwassers u. GOK
11	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+422,00	2,60 bis 2,70 m u. GOK
23	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+472,05	2,80 bis 2,92 m u. GOK
24	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+495,15	2,50 bis 2,64 m u. GOK
26	Bereich 4 - Turmstraße Seite Ost	1+586,78	2,60 bis 2,76 m u. GOK
27	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	1+689,56	2,40 bis 2,55 m u. GOK
28	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	1+803,27	2,85 bis 2,97 m u. GOK
29	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	1+902,04	2,50 bis 2,65 m u. GOK
30	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+007,90	2,65 bis 2,85 m u. GOK
31	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+108,40	2,42 bis 2,62 m u. GOK
32	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+187,12	2,60 bis 2,75 m u. GOK
33	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+212,70	2,69 bis 2,81 m u. GOK
34	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+259,42	2,60 bis 2,72 m u. GOK
35	Bereich 5 - Turmstraße Seite West	2+301,66	2,80 bis 3,00 m u. GOK

Tabelle 4: Lage des Grund- oder Schichtenwassers unter der Geländeoberkante

Aktuelle Angaben zum höchsten Grundwasserstand und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand können bei Bedarf von der zuständigen Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Abteilung Integrativer Umweltschutz (Brückenstraße 6 in 10179 Berlin) eingeholt werden.

5. Schlußfolgerungen aus der Baugrunduntersuchung

In der untersuchten Straßenbahnneubaustrecke Turmstraße einschließlich der Bereiche Invalidenstraße, Alt-Moabit, Rathenower Straße sowie der zusätzlichen Entnahmestelle Warschauer Straße wurden unter den vier Konstruktionstypen (asphalтиerte Fahrbahnkonstruktion, betonierte Fahrbahnkonstruktion mit überbauter Asphaltdeckschicht, Pflasterkonstruktion, ungebundene Nebenfläche) bis in eine Tiefe von 3000 mm nicht frostempfindliche Bodenarten erkundet. Neben dem gemischtkörnigen Sand-Schluff-Gemisch, welches unter Verwendung der Tabelle 3 (Klassifikation von Bodengruppen nach Frostempfindlichkeit) und Bild 2 (Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklassen) nach ZTV E-StB 17 eingeordnet werden kann, liegen weiterhin enggestufte Sande vor. Diese Bodenarten sind nach der Bestimmung der Korngrößenverteilung nicht frostempfindlich.

Die erkundeten Böden ergeben unter Beachtung der nachfolgenden Vor-Ort-Bedingungen (Vorhandensein von Grundwasser, Frosteinwirkungsgebiet, Frostempfindlichkeit von Böden) für die geplante Baumaßnahme einen tragfähigen Baugrund, wenn sich über dem Planum des Untergrundes ein frostsicherer Oberbau mit einer Dicke von 600 mm befindet.

Der frostsichere Oberbau sollte aus den gebundenen Schichten Asphalt, Beton und hydraulisch gebundene Tragschicht bestehen. Als ungebundene Schicht ist die Verwendung eines sehr grobkörnigen Schottergemisches ebenfalls möglich. Eine ausreichende Dicke der Frostsicherheit ist über die Verwendung von ungebundenen Tragschichten zu gewährleisten.

Bei den im April bis Mai 2019 (17. bis 21. KW) durchgeführten Aufschlußarbeiten wurden nur im Bereich der Turmstraße Grund- oder Schichtenwasser angetroffen. Der Minimalwert lag bei 2,5 Metern, der Maximalwert bei 3,0 Metern unter der Geländeoberkante. Genaue Meßergebnisse sind der Tabelle 2 dieses Prüfberichtes zu entnehmen.

Nach der Karte der Frosteinwirkungszonen in Deutschland, welche als Bild 6 in der RStO 12 dargestellt ist, wird Berlin in die Frosteinwirkungszone II eingeordnet.

Das Planum des Untergrundes, welches im zukünftigen Gleiskonstruktionsbereich entstehen soll, ist mit den überwiegend erkundeten Böden (SE bzw. SU) in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 einzuordnen. Die genannten Böden sind nach Tabelle 3 der ZTVE-StB 17 als nicht frostempfindlich zu bewerten.

6. Bemessung der ungebundenen Tragschichten und des Untergrundes

Die Bemessung der ungebundenen Tragschicht auf dem vorhandenem Untergrund erfolgt nach den VDV Oberbaurichtlinien sowie der RStO 12. Die Korngemische sind nach TL SoB-StB 04/07 zu liefern. Das Planum des Untergrundes ist nach ZTVE-StB 17 zu verdichten. Nach erfolgter Prüfung auf dem Planum (Verdichtungsgrad oder indirektes Prüfverfahren wie Plattendruckversuch) ist das ungebundene Tragschichtmaterial lagenweise nach ZTV SoB-StB 04/07 einzubauen und zu verdichten. Die Kontrollprüfungen des Auftraggebers (Korngrößenverteilung, Verdichtungsgrad, Verformungsmodul, Ebenheit und Einbaudicke) sind nach den Einführungen der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz alle 3000 m² durchzuführen.

Der Einbau folgender ungebundener Schichten ist aus technischer Sicht möglich.

Schicht aus frostunempfindlichen Material: Schicht auf dem Untergrund/Unterbau, die zusätzlich unter einer Tragschicht angeordnet werden kann, um eine ausreichende Dicke des frostsicheren Oberbaues zu schaffen. Sie muß auch im verdichteten ausreichend wasserdurchlässig sein. Es ist ein Boden- bzw. Baustoffgemisch zu verwenden, bei dem durch Einwirkung von Frost keine Volumen- oder Tragfähigkeitsänderung eintritt (Böden der Bodengruppen GE, GW, GI, SE, SW und SI gemäß DIN 18 196).

Tragschicht ohne Bindemittel: Lastverteilende Schicht zwischen Decke und Planum, die im verdichteten Zustand ausreichend tragfähig und wasserdurchlässig ist. Es können Frostschutz- oder Schottertragschichten zur Anwendung kommen. Kiestragschichten finden als Rundkorngemische, welche verdichtungsunwillig sind, im Berliner Raum selten eine Verwendung. Frostschutzschichten sind ungebundene Tragschichten, die Frostschäden im Oberbau vermeiden sollen und aus frostunempfindlichen Baustoffgemischen und/oder Böden bestehen. Schottertragschichten sind ungebundene Tragschichten, die aus einem korngestuftem Baustoffgemisch aus überwiegend gebrochenen Gesteinskörnungen bestehen. Dieses Brechkorngemisch ist verdichtungswilliger als ein Rundkorngemisch.

Zur Bemessung der ungebundenen Tragschichten und des Untergrundes nach RStO 12 werden beispielhaft folgende Varianten empfohlen.

a) Frostschutzschicht auf dem Planum des Untergrundes

Bezeichnung der Schicht	Dicke [cm]	D_{pr} [%]	E_{v2} [MN/m ²]	E_{v2}/E_{v1} [-]
FSS 0/45	40	≥ 103	≥ 120	$\leq 2,2$
Planum	---	≥ 100	≥ 45	$\leq 2,5$

Tabelle 5: Bemessungsbeispiel mit einer Frostschutzschicht auf dem Planum des Untergrundes

b) Schottertragschicht und Frostschutzschicht auf dem Planum des Untergrundes

Bezeichnung der Schicht	Dicke [cm]	D_{pr} [%]	E_{v2} [MN/m ²]	E_{v2}/E_{v1} [-]
STS 0/45	15	≥ 103	≥ 150	$\leq 2,2$
FSS 0/45	30	≥ 103	≥ 120	$\leq 2,2$
Planum	---	≥ 100	≥ 45	$\leq 2,5$

Tabelle 6: Bemessungsbeispiel mit Schottertragschicht und Frostschutzschicht auf dem Planum des Untergrundes

Zur Erhaltung des einwandfreien Zustandes des Untergrundes ist es notwendig, daß die Entwässerung des Planums möglich ist. Die erkundeten Böden SE bzw. SU besitzen eine geeignete Versickerungsfähigkeit, da sie mit einem Durchlässigkeitsbeiwert k über 10^{-6} bis 10^{-5} m/s in den durchlässigen Bereich einzuordnen sind.

7. Durchführung von Erdarbeiten und Herstellung von Leitungsgräben

Für auszutauschende Böden sind die TL BuB E-StB 09 zu beachten. Bei Arbeiten im Erdbau sind die ZTV E-StB 17 anzuwenden. Die Tragfähigkeit des Untergrundes, welcher aus nicht frostempfindlichen Böden (enggestufter Sand SE bzw. gemischtkörniges Sand-Schluff-Gemisch SU) besteht, kann durch Nachverdichtung verbessert werden.

Ausgehobener Boden ist je nach Bedarf und Eignung zum Wiedereinbau, Hinterfüllen, Überschütten oder zu sonstigen Auffüllarbeiten zu verwenden. Baugruben und Leitungsgräben sind vor dem Zufluß von Oberflächenwasser durch geeignete Maßnahmen zu schützen. Bei frost- und wasserempfindlichen Boden- und Felsarten ist die Sohle während Frostperioden und niederschlagsreichen Perioden durch geeignete Maßnahmen zu schützen. Wenn von vornherein mit längeren Wartezeiten zwischen den Erdarbeiten und den nachfolgenden Arbeiten zu rechnen ist, sind die erforderlichen Maßnahmen in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Maßnahmen zur Trockenhaltung von Baugruben und Leitungsgräben durch zufließendes Grundwasser sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

Für besondere Belastungen von Leitungen während des Bauzustandes, z. B. durch Überfahren mit schweren Baumaschinen oder Fahrzeugen sowie hohe Überschüttungen, müssen die Leitungen entsprechend bemessen und gegebenenfalls geschützt werden. Durch geeignete Maßnahmen ist zu verhindern, daß sich der Leitungsgraben nach dem Verfüllen für zufließendes Oberflächen- und Grundwasser zu einer Längsdränage ausbildet.

In der Leitungszone sind grobkörnige Böden und Baustoffe mit einem Größtkorn von 22 mm zu verwenden. Waschberge (WB), Hausmüllverbrennungsasche (HMVA) und Gießerei- restsande (GRS) dürfen nicht in der Leitungszone eingebaut werden.

Außerhalb der Leitungszone ist zur Leitungsgrabenverfüllung der ausgehobene Boden oder in Dammlage das im Damm verwendete Schüttmaterial einzubauen. Der für die Verfüllung des Leitungsgrabens geeignete, zwischengelagerte Boden ist durch geeignete Maßnahmen einbaufähig zu halten. Ausgehobener zu nasser Boden kann gegebenenfalls nach einer Behandlung mit Bindemitteln wiederverwendet werden.

Ist aufgrund wechselnder Bodenschichtung (z. B. Wechsellagerung grob- und gemischt- bzw. feinkörniger Böden) ein getrenntes Lösen einzelner geeigneter Böden nicht möglich, sind diese vor einem Wiedereinbau zu homogenisieren.

In und außerhalb der Leitungszone sowie in den Verfüllräumen von Leitungsschächten ist der Baustoff gleichmäßig in Lagen einzubauen und sorgfältig zu verdichten. Dabei ist darauf zu achten, dass die Leitung in ihrer Lage verbleibt. Die verwendeten Baustoffe und Einbauverfahren dürfen zu keinen schädlichen Verformungen oder ungünstigen Lastfällen für die Leitung und die Verkehrsfläche führen. Die Verfüllung von Leitungsgräben hat unmittelbar nach der Leitungsverlegung, gegebenenfalls abschnittsweise, zu erfolgen. Das Verdichten darf in der Leitungszone und in dem Bereich bis 1 m über Rohrscheitel nur mit leichtem, bis 3 m auch mit mittelschwerem und darüber auch mit schwerem Verdichtungsgerät ausgeführt werden.

Abgerutschte Böschungen von Baugruben oder Gräben sind auszuheben. Der entstandene Raum ist wie ein Teil der Leitungszone bzw. Graben-/ Baugrubenverfüllung zu behandeln.

8. Bestimmung von umweltrelevanten Merkmalen

8.1 Umfang und Auswertung der chemischen Untersuchungen

Der Prüfungsumfang für die zur Untersuchung gelangten Proben orientierte sich an den hauptsächlich anzutreffenden Schadstoffklassen bei unspezifischem Verdacht.

Bei der organoleptischen Ansprache der entnommenen Asphaltsschichten wurden keine teerhaltigen Auffälligkeiten festgestellt. Aus diesem Grunde wurden die gesamten Asphaltpakete (hier entsprechend Asphaltdeck-, -binder und tragschichten) nach den „Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau-Ausgabe 2001/Fassung 2005“ untersucht^{*1)}.

^{*1)} RuVA-StB 01/05

Weiterhin sind gebrauchte grobkörnige Baustoffe (hier zum Beispiel Beton, Schotter, Splitt u.s.w.) nach den "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln - (LAGA M 20 vom 06.11.1997)" untersucht worden. Die Zuordnungswerte für Recyclingbaustoffe/nichtaufbereiteten Bauschutt sind nach der Feststoffuntersuchung der Tabelle II.1.4-5 bzw. nach der Eluatuntersuchung der Tabelle II.1.4-6 der LAGA M 20 zu entnehmen.

Die feinkörnigen Böden (zum Beispiel schluffiger oder engestufter Sand) sind nach den "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln - (LAGA TR Boden vom 05.11.2004)" untersucht worden. Die Zuordnungswerte für Böden sind nach der Feststoffuntersuchung den Tabellen II.1.2-2 und II.1.2-4 bzw. nach der Eluatuntersuchung den Tabellen II.1.2-3 und II.1.2-5 zu entnehmen.

Unserer tabellarischen Zusammenstellung (hier Anlagen 7.1 bis 7.5) kann entnommen werden, daß alle untersuchten Asphaltsschichten die Verwertungskategorie A der RuVA-StB 01/05 einhalten und als Ausbauasphalt im Heißmischverfahren wieder eingesetzt werden können. Die hydraulisch gebundenen und ungebundenen Baustoffe sowie die Bodengemische wurden nach LAGA M 20 untersucht. In der tabellarischen Zusammenstellung wird die Einteilung in die Zuordnungskategorie über erhöhte Meßwerte der untersuchten Parameter vorgenommen.

Die chemischen Untersuchungen auf die Möglichkeit der Wiederverwendung der untersuchten Baustoffgemische wurde bei der Gesellschaft für Bioanalytik mbH durchgeführt. Die Ergebnisse sind folgendermaßen in Prüfberichten der GBA mbH dargestellt, welcher als Anlagen in unserem Prüfbericht enthalten sind.

- gebundene Asphalte	Prüfbericht-Nr. 2019P516090 / 1	Anl. 7.6
- grobkörnige Baustoffe	Prüfbericht-Nr. 2019P515618 / 1 , 2019P514419 / 1	Anl. 7.7-7.8
- feinkörnige Böden	Prüfbericht-Nr. 2019P514439 / 1 , 2019P514416 / 1	Anl. 7.9-7.10

8.2 Anforderungen an die Verwertung von Reststoffen

Mineralische Reststoffe sollen vorrangig als Massengüter (Rohstoffersatz) eingesetzt werden. Neben diesem Einbau können sie z.B. auch als Bauzuschlagstoffe oder bei der Herstellung von Recyclinggemischen verwendet werden. Zur Vereinheitlichung werden für den Einbau Zuordnungswerte festgelegt, die unter Berücksichtigung des Gefährdungspotentials eine umweltverträgliche Verwertung der jeweiligen Reststoffe ermöglichen. Dabei werden mehrere Einbauklassen unterschieden. Die Zuordnungswerte sind Orientierungswerte, Abweichungen können zugelassen werden, wenn im Einzelfall der Nachweis erbracht wird, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.

Reststoffe, die verwertet werden sollen, sind getrennt zu halten. Sie dürfen grundsätzlich vor der Untersuchung und Beurteilung nicht vermischt werden (Vermischungsverbot).

Die Vorgaben für die Untersuchung, Bewertung, den Einbau und die sonstige Verwertung von Reststoffen/Abfällen erfordern eine Qualitätssicherung und Kontrolle. Das entsprechende Verfahren und die zuständigen Stellen sind nach LAGA M 20 landeseinheitlich festzulegen.

Der Einbau von Reststoffen mit Gehalten > Z 1.1 (Einbauklassen 1.2 und 2) ist zu dokumentieren. Dies sollte gemäß Tabelle I.8-1 der LAGA M 20 erfolgen. Einzelheiten zum Verfahren sind durch die zuständigen Behörden festzulegen. Auf Verlangen ist den zuständigen Behörden Einsicht in die Unterlagen zu gewähren.

8.3 Verwertung der anfallenden Ausbaustoffe

8.3.1 Bituminös gebundene Baustoffe

Die chemischen Untersuchungen des Ausbauasphaltes auf die Parameter PAK (Feststoff) und Phenolindex (Eluat) zeigten, daß diese untersuchten bitumenhaltigen Schichten die Grenzwerte der RuVA-StB 01/05 für die Verwertungsklasse A unterschritten. Straßenbaustoffe gemäß Verwertungsklasse A der Tabelle 1 sind Ausbauasphalt und können als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren wieder eingesetzt werden (Abschnitt 4.1). Dabei ist ein Einsatz in Asphaltmischanlagen und in Baustellenmischverfahren möglich.

Asphaltgranulat, das für die Herstellung von Mischgut in Asphaltmischanlagen verwendet werden soll, muß den „Technischen Lieferbedingungen für Asphaltgranulat“ entsprechen. Die Verfahren für die Verwertung in Asphalt im Heißeinbau sind im „Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat“ beschrieben.

Die Verfahren zur Verwertung von Ausbauasphalt direkt auf der Baustelle sind in den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen-Asphaltbauweisen“ beschrieben.

8.3.2 Zementgebundene und ungebundene grobkörnige Baustoffe

Die untersuchten Reststoffe/Abfälle nach LAGA M 20 aus gebrauchten Baustoffen unterschreiten nach der Feststoff- und Eluatuntersuchung den Zuordnungswert Z 1.

Bei Unterschreiten der in den Tabellen II 1.4-5 und II 1.4-6 aufgeführten Z 1-Werte ist ein Einbau von Recyclingbaustoffen und nicht aufbereitetem Bauschutt in Flächen möglich, die in Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzunehmen sind.

Dies können sein:

- Straßen- und Wegebau sowie begleitende Erdbaumaßnahmen,
- Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen,
- Grünanlagen, soweit diese eine geschlossene dauerhafte Vegetationsschicht haben, sowie
- Oberflächenabdichtungen von Deponien (z. B. Kapillarsperre) und
- in Ausnahmefällen auch bergbauliche Rekultivierungsmaßnahmen und sonstige Abgrabungen, soweit das Material mit einer ausreichend mächtigen Schicht aus Bodenmaterial/kulturfähigem Bodensubstrat überdeckt wird.

In der Regel soll der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

Ausgenommen hiervon sind:

- festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasserschutzbereichen (Zone I-III A),
- festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzbereichen (Zone I-III),
- Gebiete mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen) und
- besonders sensible Flächen bzw. Nutzungen (z. B. Kinderspielflächen, Bolzplätze, nicht versiegelte Schulhöfe, Klein- und Hausgärten, gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzte Flächen).

8.3.3 Ungebundene feinkörnige Böden

Bei der chemischen Untersuchung der Bodengemische wurden die Zuordnungskategorien Z 2, Z 1 und Z 0 ermittelt. Danach können die untersuchten Bodengemische folgendermaßen wiederverwendet werden.

Wenn die untersuchten Reststoffe/Abfälle nach LAGA M 20 aus Bodengemischen nach der Feststoff- und Eluatuntersuchung den Zuordnungswert Z 2 unterschreiten, sind diese Maßnahmen durchzuführen.

Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Boden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

Bei Unterschreiten der in den Tabellen II. 1.2-2 und II. 1.2-3 aufgeführten Zuordnungswerte Z 2 ist ein Einbau des untersuchten Bodens unter den nachstehend definierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei bestimmten Baumaßnahmen möglich:

a) bei Erdbaumaßnahmen (kontrollierten Großbaumaßnahmen) in hydrologisch günstigen Gebieten als

- Lärmschutzwall mit mineralischer Oberflächenabdichtung $d > 0,5$ m und $k_f < 10^{-8}$ m/s und darüberliegender Rekultivierungsschicht sowie
- Straßendamm (Unterbau) mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung $d > 0,5$ m und $k_f < 10^{-8}$ m/s im Böschungsbereich mit darüberliegender Rekultivierungsschicht.

b) gegebenenfalls auch im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten (Parkplätze, Lagerflächen) sowie sonstigen Verkehrsflächen (Flugplätze, Hafenbereiche, Güterverkehrszentren) als

- Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Asphalt, Beton, Pflaster) und
- gebundene Tragschicht unter wenig durchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten) möglich.

Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen. Der Einsatz bei Großbaumaßnahmen ist zu bevorzugen.

Bei den unter b) genannten Maßnahmen sind die bautechnischen Anforderungen des Straßenbaus (Regelbauweise) zu beachten. Darüber hinaus sollten solche Flächen ausgewählt werden, bei denen nicht mit häufigen Aufbrüchen (z. B. Reparaturarbeiten an Ver- und Entsorgungsleitungen) zu rechnen ist.

Bei anderen als den unter a) und b) genannten Bauweisen ist in der Abstimmung mit den zuständigen Behörden deren Gleichwertigkeit nachzuweisen.

Eine bautechnische Verwendung von Boden im Deponiekörper, z. B. als Ausgleichsschicht zwischen Abfallkörper und Oberflächenabdichtung, ist ebenfalls möglich.

Ausgeschlossen sind Baumaßnahmen

- in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasserschutzgebieten (Zone I-III B),
- in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (Zone I-IV),
- in Wasservorranggebieten, die im Interesse der Sicherung der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen sind,
- Gebieten mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen),
- in Karstgebieten ohne ausreichende Deckschichten und Randgebiete sowie in Gebieten mit stark klüftigem, besonders wasserwegsamen Untergrund und
- aus Vorsorgegründen auch auf Flächen mit sensibler Nutzung, wie Kinderspielplätzen, Sportanlagen, Bolzplätzen und Schulhöfen.

Bodenmaterial dieser Einbauklasse darf nicht in Dränschichten verwendet werden.

Unterschreiten die untersuchten Reststoffe/Abfälle nach LAGA M 20 aus Bodengemischen nach der Feststoff- und Eluatuntersuchung den Zuordnungswert Z 1, können diese Maßnahmen durchgeführt werden.

Bei Unterschreiten der in den Tabellen II. 1.2-2 und II. 1.2-3 aufgeführten Zuordnungswerte Z 1 ist ein offener Einbau von Boden in Flächen möglich, die im Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzunehmen sind.

Dies können sein:

- bergbauliche Rekultivierungsgebiete,
- Straßenbau und begleitende Erdbaumaßnahmen,
- Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen,
- Parkanlagen, soweit diese eine geschlossene Vegetationsdecke haben und
- Ruderalflächen, soweit für diese nicht Gründe des Biotopschutzes dem entgegenstehen.

In der Regel soll der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

Ausgenommen hiervon sind:

- festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasserschutzgebieten (Zone I-III A),
- festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (Zone I-III),
- Gebiete mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen),
- Naturschutzgebiete und Biosphärenreservate sowie
- besonders sensible Flächen bzw. Nutzungen (z. B. Kinderspielplätze, Bolzplätze, nicht versiegelte Schulhöfe, Klein- und Hausgärten, gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzte Flächen).

Wenn die untersuchten Reststoffe/Abfälle nach LAGA M 20 aus Bodengemischen nach der Feststoff- und Eluatuntersuchung den Zuordnungswert Z 0 unterschreiten, sind diese Maßnahmen durchzuführen.

Bei Unterschreiten der in den Tabellen II. 1.2-2 und II. 1.2-3 aufgeführten Z 0-Werte ist davon auszugehen, daß die in § 2 Abs. 1 AbfG genannten Schutzgüter nicht beeinträchtigt werden. Zusätzliche Regelungen für bestimmte Anwendungsbereiche, z.B. bauphysikalische Anforderungen des Straßen- und Wasserbaus oder die hygienischen Anforderungen an Kinderspielplätze und Sportanlagen bleiben hiervon unberührt.

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 0 ist im allgemeinen ein uneingeschränkter Einbau von Boden möglich.

Auf den Einbau von Boden aus der Bodenbehandlung und der Altlastensanierung soll in der Regel auf besonders sensiblen Flächen aus Vorsorgegründen verzichtet werden. Besonders sensible Flächen sind:

- Kinderspielplätze,
- Bolzplätze,
- Sportanlagen,
- Schulhöfe (nicht versiegelt),
- Klein- und Hausgärten,
- gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie
- festgesetzte oder geplante Trinkwasserschutzgebiete oder Heilquellenschutzgebiete (Zone I und II).

9. Schlußbemerkungen zum Prüfbericht

Die Oberbau- und Baugrundverhältnisse wurden nach DIN 4020 punktförmig erkundet. Wir weisen darauf hin, daß sich die Beurteilung der Straßenbahnneubaustrecke Turmstraße einschließlich der Bereiche Invalidenstraße, Alt-Moabit, Rathenower Straße und Warschauer Straße auf die entnommenen gebundenen und ungebundenen Schichten der Stationen 1 bis 38 bezieht.

Sollten im Rahmen der Baudurchführung andere Bedingungen erkannt werden, bitten wir um Rücksprache mit der Prüfstellenleitung der PHTV GmbH.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Baustmann'.

Dipl.-Ing. Baustmann
Prüfstellenleiter



Geologische Skizze

Anlage 2

