



## **A 11, Bauwerk 32Ü1 bei km 71,425**

### **Geotechnischer Bericht**

**Projekt-Nr.: 72538**

**Bericht-Nr.: 01**

Erstellt im Auftrag von:  
**Land Brandenburg**  
**Landesbetrieb Straßenwesen**  
**Niederlassung Autobahn**  
**Außenstelle Hoppegarten**  
**15366 Hoppegarten**

Dipl.-Ing. Knut Köhler

Berlin, 2009-10-07

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>4</b>
<b>ANLAGENVERZEICHNIS.....</b>	<b>4</b>
<b>UNTERLAGEN .....</b>	<b>5</b>
<b>VERZEICHNIS DER WICHTIGSTEN ABKÜRZUNGEN UND SYMBOLE .....</b>	<b>7</b>
<b>2 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG.....</b>	<b>8</b>
<b>3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN.....</b>	<b>8</b>
3.1 Felduntersuchungen.....	8
3.2 Bodenphysikalische Laboruntersuchungen .....	9
<b>4 DARSTELLUNG DER GEOTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE .....</b>	<b>10</b>
4.1 Örtliche Situation .....	10
4.2 Geologische Situation und Baugrundsichtung.....	11
4.3 Eigenschaften der Baugrundsichten .....	12
4.4 Oberflächen- und Grundwasser.....	14
<b>5 GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN .</b>	<b>15</b>
5.1 Baugrundeignung und Empfehlungen zur Gründung des Bauwerkes.....	15
5.2 Abgeleitete bodenmechanische Kennwerte.....	15
5.3 Aufnehmbarer Sohldruck und Bettungsmodul .....	16
5.4 Hinweise zu den Verbau- und Erdarbeiten .....	16
5.5 Versickerungsfähigkeit .....	18
5.6 Wiederverwendung des Aushubs .....	18
<b>6 ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN.....</b>	<b>19</b>

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Die CDM Consult GmbH wurde vom Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg / Niederlassung Autobahn mit einer Baugrunduntersuchung, -beurteilung und Gründungsberatung für das Bauwerk 32 Ü1 bei km 71,425 der A11 beauftragt. Das Bauwerk wird als Grünbrücke errichtet. Vorgesehen ist der Bau einer Einfeldbrücke mit einer lichten Breite von ca. 50 m. Die Gründungsebene der Widerlagerfundamente liegt laut momentaner Planung auf einer Ordinate von etwa 97,6 m ü. NHN, d.h. rund 2,2 m unter der derzeitigen Gradienten der Autobahn.

Zur Erkundung der lokalen Baugrundverhältnisse wurden im Standortbereich 3 Trockenbohrungen, 5 Kleinrammbohrungen und 6 schwere Rammsondierungen durchgeführt. Weiterhin wurden vorhandene Altaufschlüsse ausgewertet.

Die wesentlichen Aussagen des Geotechnischen Berichtes lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Regionalgeologisch betrachtet, befindet sich der Untersuchungsstandort im Bereich der Gramzower Hochfläche. Unter Oberboden, örtlichen Auffüllungen und Sanden wurde ein mächtiger Geschiebemergelhorizont angetroffen, der von den durchgeführten Baugrundaufschlüssen bis in eine Tiefe von 20 m unter Gelände nicht durchteuft wurde. In diesem befinden sich die momentan geplanten Gründungsebenen der Brückenfundamente.
- Im Hinblick auf die geplante Baumaßnahme stellt der Geschiebemergel in seinem natürlichen Zustand einen tragfähigen und zu geringen Setzungen neigenden Baugrund dar. Es wird daher aus geotechnischer Sicht eine Flachgründung der Grünbrücke vorgeschlagen.
- Im Geschiebemergel muss aufgrund der z.T. eingelagerten Steine und Blöcke mit Bohr-, Ramm- und Einpresshindernissen gerechnet werden. Dies ist bei der Auswahl von Bauverfahren zu berücksichtigen. Von aufwendigen Tiefgründungsmaßnahmen (z.B. Bohrpfähle) wird abgeraten.
- Voraussetzung für die Durchführung der Gründungsarbeiten ist eine entsprechende Trockenhaltung der Baugruben. Der Hauptgrundwasserleiter steht unterhalb des Geschiebemergels an und dürfte für das Bauvorhaben bei Ausführung einer Flachgründung kaum von Relevanz sein. Maßgebend für das Bauvorhaben sind jedoch oberes Grundwasser bzw. Schichtenwasser, das sich in Sandhorizonten über bzw. innerhalb des Geschiebemergels zumindest zeitweilig ausbilden kann. Anfallendes Oberflächen- und Bodenwasser ist durch offene Wasserhaltungsmaßnahmen zu fassen und kontrolliert abzuleiten.
- Für eine schnelle Versickerung anfallenden Oberflächenwassers ist der überwiegend anstehende Geschiebemergel nicht geeignet.
- Baugrubenböschungen sind standsicher auszubilden. Je nach Böschungshöhe wird eventuell die Anordnung einer Berme erforderlich. Kranstandorte sind hinsichtlich ihrer Standsicherheit gesondert zu untersuchen.

## TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 1: Verzeichnis der wichtigsten Abkürzungen und Symbole	7
Tabelle 2: Zusammenstellung der Neuaufschlüsse und Erkundungstiefen	9
Tabelle 3: Laborversuche	9
Tabelle 4: Charakteristische Bodenkennwerte der geotechnischen Schichten	15
Tabelle 5: Aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{zul}$ (Setzungsbegrenzung: 2 cm)	16
Tabelle 6: Aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{zul}$ (Setzungsbegrenzung: 3 cm)	16
Tabelle 7: Angaben zur Rammfähigkeit und Bohrbarkeit	17
Tabelle 8: Versickerungsfähigkeit nach RAS-Ew, Ausgabe 1997	18

## ANLAGENVERZEICHNIS

### **Anlage 1      Lagepläne**

- Anlage 1.1      Übersichtslageplan, M 1: 800.000
- Anlage 1.2      Lage- und Aufschlussplan, M 1:1.000

### **Anlage 2      Darstellungen der Baugrundaufschlüsse**

- Anlage 2.1      Legende der Kurzzeichen, Zeichen und Farbkennzeichen
- Anlage 2.2.1      Neuaufschlüsse: B 1/09, B 2/09, B 2a/09, BS 3/09, BS 4/09, BS 4a/09, BS 4b/09, BS 5/09, BS 5a/09, BS 5b/09, BS 6/09, BS 6a/09, BS 6b/09, BS 6c/09, BS 7/09, DPH1/09, DPH 2/09, DPH 3/09, DPH 4/09, DPH 5/09 und DPH 7/09
- Anlage 2.2.2      Altaufschlüsse B 49, RKB 50, RKB 51 und B 52
- Anlage 2.3      Koordinatenliste der Neuaufschlüsse

### **Anlage 3      Idealisierte Baugrundschnitte, M 1:100/1:250**

- Anlage 3.1      Baugrundschnitt A-A'
- Anlage 3.2      Baugrundschnitt B-B'

### **Anlage 4      Bodenphysikalische Laborergebnisse**

## UNTERLAGEN

- [U1] Leistungsanfrage des Landesbetriebes Straßenwesen Brandenburg, Niederlassung Autobahn für die Baumaßnahme: A 11, Bw 32Ü1 bei km 71,405 (im Verlaufe der Projektbearbeitung auf km 71,425 geändert); Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, 22.07.2009
- [U2] Angebot der CDM Consult GmbH vom 04.08.2009 für die Baumaßnahme: A 11, Bw 32Ü1 bei km 71,405 (im Verlaufe der Projektbearbeitung auf km 71,425 geändert); Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, Angebotsnummer: 72538
- [U3] Vertrag zwischen dem Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg, Niederlassung Autobahn und der CDM Consult GmbH zum Projekt: A 11, BW 32Ü1 bei km 71,425, Baugrunduntersuchung, -beurteilung und Gründungsberatung, Vertragsnummer: 44 0002 0119-271, 10.09.2009
- [U4] BAB A 11, km 69,6 – km 80,0; Baugrundgutachten der Baugrund Berlin Ingenieurgesellschaft für Baugrunduntersuchungen mbH vom 15.07.1996, Auftrags.-Nr.: 95/2431
- [U5] Hydrogeologische Stellungnahme, Bundesautobahn A 11, km 0,0 bis 90,7; HYDRO Hydrogeologie Berlin-Brandenburg GmbH, 14.09.1994
- [U6] Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg, M 1:300.000, Herausgeber: Landesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Potsdam 1997
- [U7] Landkreis Uckermark, Geologische Übersichtskarte im Maßstab 1:100.000; Herausgeber: Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg in Zusammenarbeit mit der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg
- [U8] A 11, Bw 32 Ü1; Längsschnitt in Bauwerksmitte im Maßstab M 1:100, vom Planungsbüro Diplomingenieure Haak & Schulze am 17.09.2009 per E-Mail übergeben
- [U9] Lageplan, M 1:1.000, Stand 8/2009, erstellt vom Vermessungsbüro Zokow
- [U10] Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse: B 1/09, B 2/09, B 2a/09, BS 3/09, BS 4/09, BS 4a/09, BS 4b/09, BS 5/09, BS 5a/09, BS 5b/09, BS 6/09, BS 6a/09, BS 6b/09, BS 6c/09, BS 7/09, DPH 1/09 bis DPH 5/09 und DPH 7/09, ausgeführt von GDAS Geotechnische Dienstleistungen Andreas Strencioch, Juli/August 2009
- [U11] Koordinaten und Höhen der Aufschlussansatzpunkte, eingemessen durch das Vermessungsbüro Zokow, September 2009
- [U12] Ergebnisse der im Labor der CDM Consult GmbH durchgeführten bodenphysikalischen Laboruntersuchungen; Bearbeitungszeitraum August/September 2009
- [U13] A 11, Bw 32 Ü1; E-Mails des Planungsbüros Diplomingenieure Haak & Schulze vom 24.09.2009 und 25.09.2009
- [U14] A 11, Bauwerk 32 Ü1 bei km 71,425; Vorabinformationen der CDM vom 18.09.2009 zum Baugrund
- [U15] M GUB „Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau“, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2004
- [U16] ZTVE-StB 09 „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2009

- [U17] Rudolf Floss: ZTVE Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau; Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau; Kirschbaum Verlag Bonn, 1997
- [U18] Grundbautaschenbuch, 4. Auflage, 1991
- [U19] DIN-Taschenbuch 113: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes, Beuth-Verlag, Berlin, Ausgabe 2002
- [U20] DIN 1054 „Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau“, Ausgabe 2003
- [U21] EAU – Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen, Häfen und Wasserstraßen“, Ausgaben 1990 und 2004
- [U22] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, RStO 01, FGSV, Ausgabe 2001
- [U23] Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung – RAS-Ew, FGSV, Ausgabe 1987
- [U24] Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke der FGSV, 1994
- [U25] Interne Notizen, Telefonate, Schriftverkehr; Zeitraum Juli - Oktober 2009

## VERZEICHNIS DER WICHTIGSTEN ABKÜRZUNGEN UND SYMBOLE

**Tabelle 1: Verzeichnis der wichtigsten Abkürzungen und Symbole**

Symbol, Abkürzung	Dimension	Erläuterung
B	-	Trockenbohrung (DIN 4021)
BK	-	Bodenklasse (DIN 18300)
BS	-	Kleinrammbohrung (DIN 4021)
$c'_k$	kN/m <sup>2</sup>	charakteristischer Wert der Kohäsion des drainierten Bodens
$c_{u,k}$	kN/m <sup>2</sup>	charakteristischer Wert der undrainierten Scherfestigkeit
DPH	-	Schwere Rammsondierung (DIN 4094-3)
$E_{m,k}$	MN/m <sup>2</sup>	charakteristischer Wert des maßgeblichen Verformungsmoduls
e	-	natürliche Porenzahl
$I_p$	-	Plastizitätsindex (DIN 18122)
k	m/s	Durchlässigkeitsbeiwert
$k_{s,k}$	MN/m <sup>3</sup>	charakteristischer Wert des Bettungsmoduls
$V_{gl}$	%	Glühverlust (DIN 18 128)
w	%	natürlicher Wassergehalt (DIN 18121)
$\gamma_k$	kN/m <sup>3</sup>	Wichte des feuchten Bodens
$\gamma'_k$	kN/m <sup>3</sup>	Wichte des Bodens unter Auftrieb
$\rho_n$	g/cm <sup>3</sup>	natürliche Dichte des Bodens
$\phi'_k$	°	charakteristischer Wert des Reibungswinkels des drainierten Bodens

## **2 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG**

Der Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg / Niederlassung Autobahn plant den Neubau des Bauwerkes 32Ü1 bei km 71,425 der A11. Das Bauwerk wird als Grünbrücke errichtet.

Vorgesehen ist der Bau einer Einfeldbrücke mit einer lichten Breite von ca. 50 m. Nach [U1] soll das Bauwerk flach gegründet werden.

Als Grundlage für die weitere Planung wurde die CDM Consult GmbH vom Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg / Niederlassung Autobahn mit einer Baugrunduntersuchung, -beurteilung und Gründungsberatung für das Bauwerk beauftragt (vgl. [U1] bis [U3]).

Die Lage des Baustandortes ist übersichtsmäßig aus Anlage 1.1 und im Detail aus Anlage 1.2 ersichtlich.

## **3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN**

### **3.1 Felduntersuchungen**

Das durchgeführte Baugrunduntersuchungsprogramm wurde auf eine Flachgründung abgestellt und umfasst folgende Baugrundaufschlüsse, die in der Zeit vom 28.07.2009 bis zum 18.08.2009 im Bereich der geplanten Grünbrücke ausgeführt wurden [U10]:

- 3 Trockenbohrungen (B 1/09, B 2/09 und B 2a/09) zur Erkundung der lokalen Schichtenabfolge im Bereich des östlichen Widerlagers, 2 Kleinrammbohrungen im Mittelstreifenbereich (BS 3/09 und BS 4b/09) und 3 Kleinrammbohrungen auf dem derzeit vorhandenen Parkplatz am westlichen Widerlager (BS 5b/09, BS 6c/09 und BS 7/09).
- 6 zugeordnete Rammsondierungen (DPH 1/09 bis DPH 5/09 und DPH 7/09) zur Feststellung der Festigkeit der anstehenden Böden.

In die Auswertung wurden des Weiteren auch nahegelegene Altaufschlüsse aus [U4] mit einbezogen.

Die durchgeführten Neuaufschlüsse sind in Tabelle 2 zusammenfassend aufgeführt, ihre Lage kann Anlage 1.2 entnommen werden.

Alle Neuaufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen (Lagesystem: ETRS 89, Höhensystem: DHHN 92). Die dazugehörige Koordinatenliste enthält Anlage 2.3.

Die Ergebnisse der Neuaufschlüsse und der ausgewerteten Altaufschlüsse sind in Form von Bohrprofilen und Sondierdiagrammen in den Anlagen 2.2.1 und 2.2.2 dargestellt.

Eine Übersicht zu den verwendeten Kurzzeichen, Schraffuren, Zeichen und Farbkennzeichnungen gibt Anlage 2.1.



**Tabelle 2: Zusammenstellung der Neuaufschlüsse und Erkundungstiefen**

Aufschluss	Ansatzpunkt [m ü. NHN]	Tiefe [m]	Endtiefe [m ü. NHN]
B 1/09	103,19	20	83,19
B 2/09	106,08	9,7 <sup>1)</sup>	96,38
B 2a/09	106,02	20	86,02
BS 3/09	99,41	9,3 <sup>1)</sup>	90,11
BS 4/09	100,41	1,7 <sup>1)</sup>	98,71
BS 4a/09	100,41	2,1 <sup>1)</sup>	98,30
BS 4b/09	100,41	3,0 <sup>1)</sup>	97,41
BS 5/09	98,82	4,0 <sup>1)</sup>	94,82
BS 5a/09	98,82	3,2 <sup>1)</sup>	95,62
BS 5b/09	98,82	3,7 <sup>1)</sup>	95,12
BS 6/09	99,34	2,4 <sup>1)</sup>	96,94
BS 6a/09	99,34	2,1 <sup>1)</sup>	97,24
BS 6b/09	99,34	1,9 <sup>1)</sup>	97,44
BS 6c/09	99,34	7,4 <sup>1)</sup>	91,94
BS 7/09	100,08	12,4 <sup>1)</sup>	87,68
DPH 1/09	103,05	15	88,05
DPH 2/09	105,53	11,5 <sup>1)</sup>	94,03
DPH 3/09	99,45	10	89,45
DPH 4/09	100,35	10	90,35
DPH 5/09	98,83	7 <sup>1)</sup>	91,83
DPH 7/09	99,97	10	90,08

<sup>1)</sup> Abbruch wegen festem Hindernis!

### 3.2 Bodenphysikalische Laboruntersuchungen

Die im Gelände entnommenen Bodenproben wurden organoleptisch untersucht und nach DIN 4022 geotechnisch klassifiziert. An ausgewählten Bodenproben wurden im Labor der CDM die in Tabelle 3 aufgeführten Parameter untersucht. Die Ergebnisse sind in Anlage 4 dargestellt.

**Tabelle 3: Laborversuche**

Versuch	Anzahl der Prüfungen
Wassergehalt nach DIN 18121	5
Zustandsgrenzen nach DIN 18122.1	4
Korngrößenverteilung nach DIN 18123	21
Korndichte nach DIN 18124	1
Dichte und Porenzahl nach DIN 18125	5
Glühverlust nach DIN 18128	3

## 4 DARSTELLUNG DER GEOTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### 4.1 Örtliche Situation

Laut derzeitigem Bauwerksentwurf des Planungsbüros Diplomingenieure Haak & Schulze handelt es sich bei der geplanten Grünbrücke um eine Einfeldbrücke [U8]. Ein Mittelpfeiler ist nicht vorgesehen.

Angaben zum geplanten Bauwerk (vgl. [U1] und [U8]):

- Fundamentlänge: ca. 50 m
- Gründungsebene der Widerlagerfundamente: 97,64 m ü. NHN
- Fundamentbreite: 7 m
- Lichter Abstand der Widerlagervorderkanten: 31 m
- Geplante Gradienten der A 11: 100,06 m ü. NHN
- Vorhandene Gradienten der A 11: 99,80 m ü. NHN

Weiterführende Bauwerksdaten, wie z.B. Lastabgaben, liegen im Detail nicht vor.

Im Bereich der geplanten Grünbrücke verläuft die A 11 im Einschnitt. Die gegenwärtigen Böschungshöhen liegen je nach morphologischer Situation etwa zwischen 3 m und 5 m.

Das natürliche Gelände unmittelbar neben der Autobahn weist Ordinaten von ca. 98,5 m ü. NHN bis ca. 105 m ü. NHN auf und ist z.T. intensiv bewaldet. Auf der Westseite der A 11 befindet sich derzeit ein Parkplatz (siehe Bilder 1 und 2).



**Bild 1: Parkplatz auf der Westseite (30.07.09)**



**Bild 2: Örtliche Situation auf der Ostseite (30.07.09)**

## 4.2 Geologische Situation und Baugrundsichtung

Der Baustandort befindet sich in der Uckermark und ist regionalgeologisch der Gramzower Hochfläche zuzuordnen. Der oberflächennahe Schichtenaufbau wird von Geschiebemergel der Weichselkaltzeit im Wechsel mit glazifluviatilen Hochflächensanden charakterisiert (Stauchmoränengebiet, oft mit komplizierter Innenstruktur). Eine besondere, den ehemaligen Eisrandverlauf markierende Ablagerung in der Region sind die Blockpackungen. Sie bestehen aus in Geschiebemergel eingebetteten beträchtlichen Anhäufungen von Blöcken und Geschieben von z.T. beachtlicher Größe [U7].

Anhand der vorliegenden Baugrundaufschlüsse lassen sich die örtlichen Baugrundverhältnisse wie folgt beschreiben (siehe dazu Anlage 2 und 3):

Der am Baustandort anstehende **Oberboden (Schicht S0)** weist Mächtigkeiten von ca. 0,2 m bis 0,7 m auf.

Im Bereich der Autobahntrasse stehen baubedingt anthropogene **Auffüllungen (Schicht S1)** an. Diese bestehen im Wesentlichen aus nichtbindigen Sanden und Kiesen, die gelegentlich auch schluffige Beimengungen enthalten. Bereichsweise wurde auch RC-Material eingebaut. Die erkundeten Auffüllungsmächtigkeiten schwanken zwischen 0,5 m und 2,1 m. Grundsätzlich ist nicht auszuschließen, dass die Auffüllungen örtlich auch tiefer, als erkundet, reichen. Erfahrungsgemäß können die Auffüllungen auch Hindernisse (z.B. Leitungen) einschließen.

In den Einschnittsböschungen neben der Autobahn wurden unter dem Oberboden bereichsweise auch **Sande (Schicht S 2)** erbohrt (siehe z.B. B1/09 und B 49). Es handelt sich dabei um schwach schluffige bzw. schluffige Fein- und Mittelsande mit kiesigen und vereinzelt tonigen Bestandteilen. Die Lagerung ist mitteldicht. Die erkundete Schichtmächtigkeit beträgt maximal 3,3 m. Die Unterkante der Schicht S 2 wurde in der Bohrung B1/09 bei ca. 100,0 m ü. NHN und in der Bohrung B 49 bei rund 100,6 m ü. NHN festgestellt (siehe Anlagen 2 und 3).

Unter den vorgenannten Schichten wurde **Geschiebemergel (Schicht S 3)** erkundet, der von den ausgeführten Baugrundaufschlüssen nicht durchteuft wurde. Der Geschiebemergel ist meist als stark sandiger Ton bzw. toniger Sand ausgebildet. Aufgrund seiner überwiegend steifen und halbfesten Konsistenz weist der Geschiebemergel in seinem ungestörten Zustand eine hohe Verbandsfestigkeit auf. In das Geschiebemergelpaket sind unregelmäßig verteilt auch Kiese, einzelne Steine und Gerölllagen eingebettet. Ferner enthält der Geschiebemergel in unterschiedlichen Tiefenbereichen auch reine Sandschichten (vgl. dazu B2/09, BS 5/09 und BS 7/09). Diese wurden aufgrund ihrer räumlichen Begrenzung der Schicht S3 zugeordnet.

Glazigen bedingt ist, wie bereits erwähnt, sowohl in den Sanden S2 als auch im Geschiebemergel S3 mit örtlichen Einlagerungen von Blöcken und ggf. Findlingen unterschiedlicher Größe zu rechnen.

Zur Darstellung des örtlichen Schichtenaufbaus wurden auf der Grundlage der vorliegenden Erkundungsergebnisse zwei idealisierte Baugrundschnitte im Maßstab 1:100/1:250 erstellt (siehe Anlagen 3.1 und 3.2).

Die in den Baugrundschnitten dargestellten Schichtengrenzen zwischen den Aufschlüssen stellen fachlich begründete Annahmen zum Schichtenverlauf dar. Geologisch bedingte Abweichungen in den Erkundungszwischenräumen können jedoch nicht ausgeschlossen werden.

### 4.3 Eigenschaften der Baugrundsichten

Im Folgenden werden die bodenphysikalischen Eigenschaften der geotechnischen Schichten beschrieben. Grundlage für die Beschreibung der Bodenschichten bilden die im Zuge der vorliegenden Begutachtung vorgenommenen Feld- und Laborprüfungen (vgl. [U10] und [U12]).

#### Schicht S 0 – Oberboden

Bodengruppe nach DIN 18 196:	OH, SE-OH, SU*-OH
Bodenart nach DIN 4022:	Feinsand, organisch; Feinsand schwach organisch; Feinsand, schluffig, schwach organisch; Wurzelreste
Lagerungsdichte (organoleptisch):	meist locker
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94/97:	überwiegend F2
Bodenklasse nach VOB DIN 18 300:	BK 1
Bodenklasse nach VOB DIN 18301:	BO 1 bei OH sonst BN 1

#### Schicht S 1 – Auffüllung

Bodengruppe nach DIN 18 196:	A, [GU], [SW], [SU]
Bodenart nach DIN 4022:	Betonrecycling; Sand und Kies, schluffig; Mittelsand, kiesig; Mittelsand, schwach schluffig
Lagerungsdichte (nach DIN 4094-3):	mitteldicht, $D \approx 0,3$ bis $0,45$
Durchlässigkeit <sup>1)</sup> :	$k = 5 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94/97:	F1
Bodenklasse nach VOB DIN 18 300:	BK 3
Bodenklasse nach VOB DIN 18301:	BN 1

---

<sup>1)</sup> nach örtlichen Erfahrungen der CDM Consult GmbH

## Schicht S 2 – Sande

Bodengruppe nach DIN 18 196:	SE, SW, SU, SU*
Bodenart nach DIN 4022 <sup>1)</sup> :	Feinsand, mittelsandig, einzelne Kiese; Feinsand, stark mittelsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig; Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig
Lagerungsdichte (DIN 4094-3):	mitteldicht, $D \approx 0,3$ bis $0,5$
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94/97:	F1 bei SE, SW, SU, Gl F3 bei SU*
Durchlässigkeit <sup>2)</sup> :	$k = 1 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
Bodenklasse nach VOB DIN 18 300:	BK 3 bei SE, SW, SU BK 4 bei SU*
Bodenklasse nach VOB DIN 18301:	BN 1 bei SE, SW, SU BN 2 bei SU* Zusatzklasse: BS 1

<sup>1)</sup> lokal sind Steine und Blöcke möglich

<sup>2)</sup> nach BEYER und örtlichen Erfahrungen der CDM Consult GmbH

## Schicht S 4 – Geschiebemergel

Bodengruppe nach DIN 18 196:	SU*, SU*-ST*, ST*, ST*-TL, TL, TL-TM
Bodenart nach DIN 4022 <sup>1)</sup> :	Sand, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig; Ton, stark sandig, schwach kiesig; Ton, stark sandig; schwach steinig; Ton, schwach sandig, einzelne Kiese
Plastizitätsindex (organoleptisch):	$I_p < 0,1$
Konsistenz (organoleptisch):	meist steif bis halbfest
natürliche Porenzahl:	$e = 0,37 \dots 0,50$
natürlicher Wassergehalt:	$w = 9 \dots 13 \%$
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94/97:	F 3
Durchlässigkeit <sup>3)</sup> :	$k \leq 10^{-7} \text{ m/s}$
Bodenklasse nach VOB DIN 18 300:	BK 4
Bodenklasse nach VOB DIN 18301:	BB 2 – BB 3 / Zusatzklassen BS1 bis BS 3

<sup>1)</sup> lokal sind Steine und Blöcke und ggf. Findlinge möglich

<sup>2)</sup> nach örtlichen Erfahrungen der CDM Consult GmbH

#### 4.4 Oberflächen- und Grundwasser

Aufgrund der regionalgeologischen Gegebenheiten wechseln die hydrogeologischen Verhältnisse auf engstem Raum.

Das Hauptgrundwasserleiter (HGWL) liegt in größerer Tiefe unterhalb des Geschiebemergels und steht dort wahrscheinlich in gespanntem Zustand an. In [U5] wird für den HGWL ein höchster Grundwasserstand von  $HGW_{50} \approx 51,31$  m ü. NHN angegeben. Er dürfte somit kaum von Relevanz für den geplanten Brückenbau sein.

Maßgebend für die Baumaßnahme sind jedoch Schichtenwasser, das sich in zwischengelagerten Sand- oder Kiesschichten innerhalb des Geschiebemergels ausbilden kann bzw. oberes Grundwasser, das in durchlässigen Sandschichten über dem Geschiebemergel auftreten kann.

Dass ein oberes Grundwasserstockwerk vorhanden ist, wird durch Seen und wassergefüllte Senken und Vertiefungen in der näheren Umgebung belegt, welche die lokalen Vorfluter bilden.

Das Auftreten von Schichtenwasser bzw. oberem Grundwasser ist abhängig von den meteorologischen Verhältnissen und kann aufgrund fehlender hydrologischer Messdaten sowohl zeitlich als auch räumlich nicht prognostiziert werden.

Während der Aufschlussarbeiten im August 2009 wurde in fast allen Bohraufschlüssen bis zur jeweiligen Bohrendtiefe keine wasserführenden Bodenschichten angetroffen. Nur in der Bohrung B1/09 ist in 11,7 m Tiefe unter Gelände, dies entspricht einer Ordinate von rund 91,5 m ü. NHN, ein schichtwasserführender Horizont festgestellt worden. In den Altaufschlüssen aus dem Jahre 1996 wurden ebenfalls kein Wasser erbohrt.

Aufgrund der hydrogeologischen Situation wird eingeschätzt, dass die Trockenhaltung der Baugruben durch offene Wasserhaltungsmaßnahmen (Wasserabzugsgräben, Pumpensümpfe außerhalb des Bauwerksgrundrisses) erfolgen kann. Es empfiehlt sich daher, im Zuge der Planung eine offene Grundwasserhaltung auszuschreiben, die bei Bedarf betrieben werden kann.

Um das Ausfließen von eventuell wasserführenden Sanden im Bereich der Baugrubenböschungen zu verhindern, empfiehlt sich z.B. die Anordnung von Belastungsfiltern und deren Anschluss an die Wasserhaltung.

## 5 GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

### 5.1 Baugrundeignung und Empfehlungen zur Gründung des Bauwerkes

Die konstruktiven Gründungsebenen der beiden Widerlagerfundamente liegen nach [U8] bei rund 97,6 m ü. NHN und somit im Geschiebemergel S3, der in seinem natürlichen Zustand einen tragfähigen und zu geringen Setzungen neigenden Baugrund darstellt. Es wird daher eine Flachgründung der Widerlagerfundamente empfohlen. Die äußere frostsichere Mindestgründungstiefe von  $\geq 1,0$  m ist dabei garantiert.

Bei der Auswahl von Bauverfahren ist zu berücksichtigen, dass in unterschiedlichen Tiefenbereichen örtlich Hindernisse in Form von Steinen und Blöcken auftreten können.

Alternativ zu einer Flachgründung wäre prinzipiell auch eine Tiefgründung denkbar, wobei aufgrund der örtlichen Randbedingungen Ramm- und Verdrängungspfähle nicht in Erwägung zu ziehen sind. Bohrpfähle hingegen sind vermutlich nur mit einem sehr hohen technischen Aufwand ausführbar. Für die abschließende Beurteilung einer Bohrpfahlgründung sind außerdem weitere Baugrunduntersuchungen (Baugrundaufschlüsse und Laboruntersuchungen) notwendig. Aus geotechnischer Sicht wird von Tiefgründungsmaßnahmen abgeraten.

### 5.2 Abgeleitete bodenmechanische Kennwerte

**Tabelle 4: Charakteristische Bodenkennwerte der geotechnischen Schichten**

Schicht Nr.:	Schichtbezeichnung	Charakteristische Kennwerte					Verformungsmodul $E_{m,k}$ MN/m <sup>2</sup>
		$\phi'_k$ Grad	$c'_k$ kN/m <sup>2</sup>	$c_{u,k}$ kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_k$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'_k$ kN/m <sup>3</sup>	
S 0	Oberboden / Andeckung	30	0	-	16,5	9,5	-
S 1	Auffüllung	34	0	-	17,0	10,5	-
S 2	Sande	35	0	-	17,0	10,5	25 <sup>1)</sup>
S 3	Geschiebemergel	30,5 <sup>2)</sup>	20 <sup>2)</sup>	$\geq 200$	21,0	10,5	30 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Der charakteristische Verformungsmodul gilt ab ursprünglicher Geländeoberfläche und kann mit zunehmender Tiefe wie folgt erhöht werden:

- Sande S 2:  $E_{mt,k} = E_{m,k} \cdot (1 + 0,25 t)$  [t in m]
- Geschiebemergel S 3:  $E_{mt,k} = E_{m,k} \cdot (1 + 0,20 t)$  [t in m]

<sup>2)</sup> Die in der Tabelle angegebenen wirksamen Scherparameter sind gültig unterhalb einer Ordinate von  $\leq 98$  m ü. NHN. Oberhalb der Ordinate  $\geq 98$  m ü. NHN sind ein charakteristischer Reibungswinkel von  $\phi'_k = 29^\circ$  und eine charakteristische Kohäsion von  $c'_k = 15$  kN/m<sup>2</sup> anzusetzen.



### 5.3 Aufnehmbarer Sohldruck und Bettungsmodul

Fundamente sind auf der Grundlage von Setzungs- und Grundbruchberechnungen zu dimensionieren. Zur Vorbemessung auf der Basis des aufnehmbaren Sohldrucks dürfen für mittig und lotrecht belastete Streifenfundamente die Werte der Tabellen 5 und 6 Verwendung finden. Sie sind gültig für die geplante Gründungsebene von rund 97,6 m ü. NHN.

Die Werte der Tabelle 5 sind dabei auf wahrscheinliche Setzungen von 2 cm begrenzt. Die Angaben in Tabelle 6 beziehen sich hingegen auf wahrscheinliche Setzungen von 3 cm.

Mögliche Setzungen können um  $\pm 30\%$  von den wahrscheinlichen Setzungen abweichen.

**Tabelle 5: Aufnehmbarer Sohldruck  $\sigma_{zul}$  (Setzungsbegrenzung: 2 cm)**

Aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{zul}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei Fundamentbreiten von b bzw. b' [m]			
5	6	7	8
290	250	225	200

**Tabelle 6: Aufnehmbarer Sohldruck  $\sigma_{zul}$  (Setzungsbegrenzung: 3 cm)**

Aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{zul}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei Fundamentbreiten von b bzw. b' [m]			
5	6	7	8
420	380	350	300

Zum zeitlichen Setzungsverlauf wird eingeschätzt, dass sich in der Bauphase ca. 70 % der Setzungen einstellen. Die restlichen Setzungen werden im Verlaufe von mehreren Monaten abklingen.

Sofern für die Fundamentbemessung ein Bettungsmodul benötigt wird, kann dieser wie folgt angesetzt werden:  $k_{s,k} = 10 \dots 15 \text{ MN/m}^3$ .

### 5.4 Hinweise zu den Verbau- und Erdarbeiten

Nach DIN 4124 sind Baugruben ab einer Tiefe von 1,25 m abzuböschen bzw. abzustützen. Ohne rechnerischen Nachweis sind gegenüber der Horizontalen kurzzeitig folgende Böschungsneigungen möglich:

- Sande S2:  $\beta \leq 45^\circ$
- Geschiebemergel S3:  $\beta \leq 60^\circ$



Diese Angaben sind gültig für Böschungshöhen von  $h \leq 5$  m. Sie setzen voraus, dass neben der Baugrube keine hohen Lasten abgeleitet werden. Es sind demzufolge mindestens 0,6 m breite, horizontale Schutzstreifen, die von Haufwerk, Geräten u. ä. Belastungen frei zu halten sind, einzurichten.

Bei einer Böschungshöhe von  $h > 5$  m ist eine Berme vorzusehen. Es wird empfohlen, die Berme möglichst an der Schichtgrenze zwischen den Sanden S2 und dem Geschiebemergel S3 anzuordnen. Um aus den Sanden ggf. austretendes Wasser besser fassen und ableiten zu können, wird vorgeschlagen, die Berme mit einer leichten hangwärts gerichteten Neigung zu versehen.

Kranstandorte sind hinsichtlich ihrer Standsicherheit gesondert zu untersuchen.

Im Grenzbereich Baugrube / Autobahn wird eine verformungsarmer Verbau erforderlich. Ein geeigneter Verbau ist - wie in [U8] bereits vorgesehen - z.B. die Trägerbohlwand, wobei die Träger erschütterungsarm einzubringen sind.

Um nachteilige Auswirkungen auf den baulichen Bestand der A 9 zu vermeiden bzw. zu minimieren, sind am Standort generell nur erschütterungsarme bzw. erschütterungsfreie Bauverfahren anzuwenden. Das Einbringen und/oder Ziehen von Verbauelementen durch Vibrieren ist von vornherein auszuschließen.

Die qualitative Beurteilung der Rammfähigkeit (nach EAU, E 154) und der Bohrbarkeit (nach Bohrberichten) der maßgebenden geotechnischen Schichten ist in Tabelle 7 aufgeführt:

**Tabelle 7: Angaben zur Rammfähigkeit und Bohrbarkeit**

Bodenschicht	Rammfähigkeit <sup>1)</sup>	Bohrbarkeit <sup>2)</sup>
S 2 - Sande	mittelschwer ; schwer bei Hindernissen	leicht bis mittel
S 3 - Geschiebemergel	schwer bis schwerst	mittel - sehr schwer

<sup>1)</sup> in Anlehnung an die EAU 2004

<sup>2)</sup> nach Bohrberichten [U10], hinsichtlich der Bodenkassen nach DIN VOB 18301, siehe Abschnitt 4.3)

Lokal können Bohr-, Ramm-, und Einpresshindernisse (z.B. Steine) nicht ausgeschlossen werden.

Bauwerkshinterfüllungen und -verdichtungen sind entsprechend den Angaben im "Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke" der FGSV (1994) und in der ZTVE-StB 2009 durchzuführen.

Werden in den konstruktiven Gründungsniveaus wider Erwarten nichttragfähige Böden angetroffen, sind diese fachgerecht und unter Berücksichtigung des Lastausbreitungswinkels auszutauschen. Vor Beginn der Gründungsarbeiten ist das Planum durch geeignetes Verdichtungsgerät auf einen Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 98$  % nachzuverdichten.

## 5.5 Versickerungsfähigkeit

Nach den „Richtlinien RAS-Ew, Ausgabe 1987“ werden Böden bezüglich ihrer Versickerungsfähigkeit wie folgt bewertet:

**Tabelle 8: Versickerungsfähigkeit nach RAS-Ew, Ausgabe 1997**

Eignung für eine Versickerung	Durchlässigkeitsbeiwert
„geeignet“	$\geq 1 \times 10^{-4}$ m/s (Klasse 1 bis 5)
„bedingt geeignet“ <sup>1)</sup>	$1 \times 10^{-5}$ bis $5 \times 10^{-5}$ m/s (Klasse 6 und 7)
„nicht geeignet“	$\leq 1 \times 10^{-6}$ m/s (Klasse 8 bis 12)

<sup>1)</sup> Durchlässigkeit ist durch Sickerversuche nachzuweisen.

Für eine natürliche Versickerung von Oberflächenwasser ist der am Untersuchungsstandort großräumig anstehende Geschiebemergel nicht geeignet.

## 5.6 Wiederverwendung des Aushubs

Zum Aushub gelangende Sande (Schicht S2) können prinzipiell für einen Wiedereinbau mit Verdichtungsanforderungen verwendet werden. Fremdbestandteile und sperriges Material, sofern enthalten, sind vorher zu separieren. Bei sachgerechter Bauausführung sind die Verdichtungsanforderungen gemäß ZTVE-StB erreichbar.

Oberboden ist seitlich zu lagern und kann zur Andeckung Verwendung finden. Geschiebemergel kann nur in Bereichen mit keinen oder geringen Verdichtungsanforderungen eingebaut werden. Anderenfalls kann der Geschiebemergel durch Kalkzugabe stabilisiert werden (z.B. Mischbinder).

## 6 ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

Das Untersuchungsgebiet liegt nach DIN 4149 (Fassung 2005) nicht in einer Erdbebenzone. Mit baupraktisch relevanten Beanspruchungen infolge seismischer Anregung ist nicht zu rechnen.

Es wird darauf hingewiesen, dass im Zuge der Bauausführung Abweichungen von den erkundeten Baugrundverhältnissen auftreten können. Gezielte bautechnische Fragestellungen können zusätzliche Aussagen erfordern.

Im Rahmen der Baumaßnahme empfiehlt es sich, die örtlichen Baugrundverhältnisse zu überprüfen und Baugruben fachtechnisch durch den Baugrundgutachter abnehmen zu lassen.

Weiterhin wird vorgeschlagen, während der Bauausführung Setzungsmessungen durchzuführen. Diese sind bezüglich eines bewegungsfreien Punktes außerhalb des Setzungsbereiches vorzunehmen.

**CDM** Consult GmbH  
Berlin, 2009-10-07



Dipl.-Geol. Jörg Seegers



i.V.  
Dipl.-Ing. Knut Köhler