



Nur zur Information

Anlage 17.7a  
(geändert)

DB Engineering & Consulting GmbH  
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie  
Büro Frankfurt am Main  
Oskar-Sommer-Straße 15  
60596 Frankfurt am Main  
Tel. 069 6319-176  
Fax 069 6319-118

## NUR ZUR INFORMATION

Zertifiziert nach  
DIN EN ISO 9001:2000  
DQS Reg.-Nr. 005051 OM

### Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben: Ausbau des Knotens Frankfurt(M)-Sportfeld, 2. Ausbaustufe

Teilobjekt: Neubau EÜ Golfstraße km 32,510 Str. 3520

Leistungsphase: ~~Entwurfsplanung~~ Genehmigungsplanung

Auftraggeber: DB ~~ProjektBau GmbH~~ DB Netz AG  
Regionalbereich Mitte  
~~BY-MI-P(4-8-T)~~ I.NG-MI-F(1)  
Hahnstraße ~~52-49~~  
60528 Frankfurt (Main)

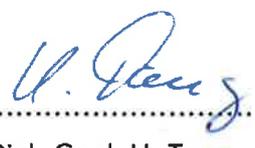
Auftragsnummer: ~~PF-3-0633-01~~ BG00217 P

Bearbeiter: Dipl.-Geol. U. Tang

Dieser geotechnische Bericht umfasst 33 Seiten und 6 Anlagen und darf auszugsweise nicht veröffentlicht werden.

Frankfurt, ~~18.11.2011~~ 05.08.2016

  
.....  
für Dipl.-Ing. Ch. Sielisch

  
.....  
Dipl.-Geol. U. Tang



## Inhaltsverzeichnis

Seite

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1	Unterlagen	4
1.2	Vorgang / Aufgabenstellung	5
1.3	Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen	5
<b>2</b>	<b>Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse</b>	<b>8</b>
2.1	Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	8
2.2	Geologische Situation	8
2.3	Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau und Kennwerte	9
2.4	Hydrologische Verhältnisse	13
2.5	Baugrundmodell	15
2.6	Bodenrechenwerte	17
2.7	Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Grundwassers	18
2.8	Erdbebeneinwirkung	19
2.9	Rammfähigkeit des Untergrundes	20
<b>3</b>	<b>Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen</b>	<b>21</b>
3.1	Allgemeines	21
3.2	Flachgründung	23
3.3	Baugrubensicherung und Wasserhaltung	24
3.4	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	26
3.5	Anker	27
3.6	Einfluss auf angrenzende Bebauung	30
3.7	Ausbildung der Hinterfüllung / Auffüllung	31
3.8	Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	32
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung / Schlussbemerkungen</b>	<b>32</b>



### Anlagenverzeichnis

Anlage 17.7.1	Abkürzungsverzeichnis	1 Blatt
Anlage 17.7.2	Lage- und Aufschlusspläne	1 Blatt
Anlage 17.7.3	Bohr-/Sondierprofile und Rammdiagramme	1 Blatt
Anlage 17.7.4	Bodenmechanische Laborergebnisse	
Anlage 17.7.4.1	Körnungslinien	9 14 Blatt
Anlage 17.7.4.2	Zustandsgrenzen	2 3 Blatt
Anlage 17.7.4.3	Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Grundwassers	6 7 Blatt
Anlage 17.7.5	Kampfmittelfreimessung	1 Blatt
Anlage 17.7.6	Fotodokumentation	3 Blatt



## 1 Einleitung

### 1.1 Unterlagen

Zur Ausarbeitung dieses Geotechnischen Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /U 1/ [Leistungsvereinbarung \(LV\) 3-E-20-0029 vom 16.04.2013 auf Grundlage unseres Angebotes ID35829 vom 03.01.2013.](#)
- ~~/U1/ [Bestellung 0086/UCX/23306871 vom 27.07.2011 und 0086/UCX/23444713 vom 13.10.2011 zum Vertrag 0086/642/92168579 auf Grundlage unseres Angebotes ID32388 vom 14.07.2011 sowie des Nachtragsangebotes ID33748 vom 19.09.2011.](#)~~
- /U 2/ Studie Plan ST\_IB\_BW\_001; 2. Ausbaustufe - EÜ Golfstraße Ersatzneubau, Variante 1 EÜ Golfstraße, von DB ProjektBau GmbH, Stand: 04 / 2011.
- /U 3/ Ausnahmegenehmigung gemäß § 12 Schutzgebiets-VO Frankfurter Stadtwald von den Verboten des § 5 in der Zone IIIA, Golfstraße ohne Nr. (Gemarkung Schwanheim, Flur 38, Flurstücke 8677/35; 8676/58; 8676/6) Untere Wasserbehörde; 01.09.2011
- /U 4/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der Fa. Wendt Bohrgesellschaft mbH, Sept / Okt. 2011.
- /U 5/ Laborergebnisse der DB International GmbH, Baugrund, Okt. 2011.
- /U 6/ Geologische Karte von Hessen, Blatt 5917 Kelsterbach, 3. neu bearbeitete Auflage, Maßstab 1:25.000; Herausgeber: Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden 1980.
- /U 7/ Hydrologisches Kartenwerk, Hessische Rhein- und Mainebene, Grundwasserhöhengleichenplan vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Maßstab 1:50.000, Stand: 10/2009.
- /U 8/ Datenauszug zu Grundwassermessstellen vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie und der HESSENWASSER GMBH & CO. KG - MONITORING UND GRUNDWASSERMESSSTELLEN, Stand: Sept. 2010.
- /U 9/ Ril 836 Erdbauwerke planen, bauen und instand halten, Fassung vom 01.10.2008.
- /U 10/ EA-Pfähle Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Verlag Ernst & Sohn, 2007.
- /U 11/ EAB Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V., 4. Auflage; Verlag Ernst & Sohn, 2006.
- /U 12/ Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, Stand: 05/2005.
- /U 13/ Grundbau-Taschenbuch, Teil 2: Geotechnische Verfahren, Sechste Auflage, Ulrich Smolczyk, Verlag Ernst & Sohn, 2001.
- /U 14/ Prinz; Abriß der Ingenieurgeologie; 3. Auflage; Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997
- /U 15/ Telefongespräch mit der Firma Keller Grundbau in Offenbach vom 15.06.2009
- /U 16/ Injektionen im Baugrund; Christian Kutzner; Enke Verlag Stuttgart 1991
- /U 17/ [Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der Fa. Wendt Bohrgesellschaft, Juli bis Oktober 2013.](#)



Außerdem kommen die gegenwärtig gültigen DIN-Normen und Richtlinien für Erd- und Grundbau zur Anwendung.

## **1.2 Vorgang / Aufgabenstellung**

Im Zuge des Ausbaus des Knoten Frankfurt (M)-Sportfeld, 2. Ausbaustufe ist der Ersatz - Neubau der EÜ Golfstraße in km 32,510 bezogen auf die Strecke 3520 Mainz Hbf. - Frankfurt (M) Hbf. vorgesehen. Der Ersatz - Neubau der EÜ Golfstraße soll als Trogbauwerk ausgeführt werden. Die neuen Gleise der zu bauenden zweigleisigen Strecke 4010 werden auf dem Niveau der heutigen Golfstraße über dieses Bauwerk überführt.

Darüber hinaus wird das Trogbauwerk von der neu geplanten Strecke 3624 und den bestehenden Gleisen der Strecke 3683 (S - Bahn) und der Strecke 3520 (Fernverkehr) auf unterschiedlichen Dammniveaus gequert..

Die DB International GmbH, Baugrund wurde mit der Erkundung, Darstellung und Bewertung der Baugrundverhältnisse im Untersuchungsbereich, mit Angabe bodenmechanischer Kennwerte für die Gründung des Trogbauwerks und des Verbaus auf der Grundlage des Vertrages /U 1/ beauftragt.

Umweltanalytische Untersuchungen des im Untersuchungsbereiches erkundeten Bodens waren nicht Teil des Gutachtens.

Nachfolgend werden die Untersuchungsergebnisse für den Trogeinbau und den bauzeitlich notwendigen Verbau für die vorhandenen Gleise dargestellt und bewertet.

## **1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen**

Während eines Ortstermins durch Mitarbeiter der DB International GmbH am 13.09.2011 wurden durch die Firma Wendt Bohrgesellschaft mbH die Ansatzpunkte der Kernbohrungen und der Rammsondierungen nach Vorgabe des RP Darmstadt auf Kampfmittelverdacht hin untersucht und freigemessen. Das Freimessprotokoll der Radarmessungen ist in Anlage 17.7.5 beigefügt.

Die Kernbohrungen im Bereich des Straßenniveaus der Golfstraße wurden durch die Firma Wendt Bohrgesellschaft mbH vom 19.09. bis 26.09.2011 ausgeführt. Die dazugehörigen Erkundungen mit der schweren Rammsonde (DPH) und die Kleinbohrungen im Bereich des



Damms / Hinterfüllbereich der bestehenden Widerlager der EÜ Golfstraße wurden ebenfalls durch die Firma Wendt Bohrgesellschaft mbH vom 24.10. bis 26.10.2011 ausgeführt. Die zeitliche Trennung der Erkundungen ergab sich durch fehlende Betren und Sicherungsleistungen.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber drei Kernbohrungen (BK) mit Tiefen von 20,00 m bis 25,00 m und 4 Kleinbohrungen (RKS, Ø 60 mm) bis max. 10,00 m unter Gelände geplant. Für die Ermittlung der Lagerungsverhältnisse des Baugrundes waren insgesamt 3 schwere Rammsondierung (DPH) mit Tiefen zwischen 10,00 und 20,00 m unter Gelände vorgesehen. Für zusätzliche Informationen über die Lagerungsverhältnisse in größeren Tiefen zu erhalten waren 6 Bohrlochsondierungen (borhole dynamic penetration tests) in den Kernbohrungen geplant.

An allen Erkundungspunkten wurde zur Überprüfung der angegebenen Kabellagen Kabelsuchschürfe bis mindestens 1,20 m unter Geländeoberfläche durchgeführt.

Die Kernbohrung BK 1 wurde nach Absprache mit dem Auftraggeber und dem Büro BGS Umwelt zu einer Grundwassermessstelle ausgebaut.

Da sich das Erkundungsgebiet in der Grundwasserschutzzone IIIA befindet, waren vor Bohrbeginn zahlreiche Vorgaben der Unteren Wasserbehörde und der Hessenwasser GmbH & Co.KG (ehemals Stadtwerke Frankfurt GmbH) zu berücksichtigen. Während der gesamten Erkundungsphase, wurden die zuständigen Stellen der Unteren Wasserbehörde und die Hessenwasser GmbH ständig über den Fortgang der Erkundungen auf dem Laufenden gehalten.

Die Aufschlüsse DPH 2, DPH 3 und RKS 6 mussten aufgrund eines zu hohen Eindringwiderstandes vorzeitig abgebrochen und einmal versetzt werden.



Die Aufschlüsse stellen sich im Einzelnen wie folgt dar:

Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten Aufschlüsse

km <sup>1)</sup>	Aufschluss	Lage <sup>3)</sup>	Ansatzhöhe [m NHN]	Endtiefe [m NHN]	Aufschlusstiefe [m]
32,506	BK 1	36,00 m bl	100,50	80,50	20,00
32,506	DPH 1	36,00 m bl	100,51	86,51	14,00
32,529	RKS 6	17,00 m bl	104,52	99,02	5,50 <sup>2)</sup>
32,529	RKS 6a	17,00 m bl	104,51	96,71	7,80
32,500	RKS 4	9,00 m bl	105,20	96,20	9,00
32,519	RKS 7	11,00 m br	107,63	99,63	8,00
32,496	RKS 5	18,00 m br	108,06	99,06	9,00
32,512	BK 2	25,00 m br	100,03	75,03	25,00
32,512	DPH 2	25,00 m br	100,03	95,03	5,00 <sup>2)</sup>
32,512	DPH 2a	25,00 m br	100,03	92,03	8,00
32,509	BK 3	63,00 m br	99,86	79,86	20,00
32,509	DPH 3	63,00 m br	99,83	91,83	8,00 <sup>2)</sup>
	BK/25-2	Siehe LP	100,16		

S...Schurf, B...Bohrung, RKS...Kleinbohrung, DPH...schwere Rammsondierung,  
l./r. d. STA...links/rechts der Streckenachse

<sup>1)</sup> bezogen auf die Kilometrierung der Strecke 3520

<sup>2)</sup> vorzeitiger Abbruch, zu hoher Eindringwiderstand bzw. wegen Hindernis

<sup>3)</sup> bezogen auf die Streckenachse der Strecke 3520

Durch den Planer der DB ProjektBau wurde die entsprechenden NHN Höhe für den Bordstein der Golfstraße mit 100,03 m NN angegeben, daher wurden alle Ansatzpunkte nach Höhe m NHN auf diesen Punkt und in ihrer Lage auf die Streckenachse der Strecke 3520 eingemessen. Die Entnahme von Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei Schichtenwechsel. Die einzelnen, auf Bohrmeisterangaben beruhenden, handschriftlichen Schichtenverzeichnisse /U 4/ können bei Bedarf im Archiv der DB International GmbH, Baugrund eingesehen werden. Die Lage der Aufschlüsse ist aus Anlage 17.7.2 ersichtlich. Die Baugrundprofile sind bezogen auf m NN in der Anlage 17.7.3 dargestellt.

Die entnommenen Bodenproben wurden vom Bearbeiter ~~nach DIN 4020 und DIN EN ISO 14688~~ spezifiziert. Zur genaueren Klassifizierung der Bodenarten in Bodengruppen nach DIN 18196 und Bodenklassen nach DIN 18300 sind ausgewählte Bodenproben bodenphysikalischen und chemischen Untersuchungen unterzogen worden. Aus der Kernbohrung BK 3 und BK 2 ist eine Grundwasserprobe entnommen und bezüglich Beton- und Stahlaggressivität untersucht worden.

Im Einzelnen wurden ausgeführt:

Anlage\_17\_7a\_BW\_EÜ\_Golfstrasse\_Endfassung.docx

**NUR ZUR INFORMATION**

- 7 11x Nasssiebung nach DIN 18123
- 2 3x kombinierte Sieb-/Schlamm-analyse nach DIN 18123
- 2 3x Bestimmung der Fließ und Ausrollgrenzen nach DIN 18122 und
- 2 3x Bestimmung der Beton-/Stahlaggressivität (Wasser) nach DIN 4030 und DIN 50929.

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen können der Anlage 17.7.4 entnommen werden.

## **2 Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse**

### **2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse**

Das Ersatz - Neubauwerk der EÜ Golfstraße soll als Trogbauwerk bei ca. km 32,510 bezogen auf die Strecke 3520 als Unterführungsbauwerk die Strecke 3624 sowie die neu geplante Strecke 4010 und die bestehenden Gleise der Strecken 3520 und 3683 im Bereich der bestehenden EÜ Golfstraße unterfahren.

Die bestehende eingleisige Strecke 3624 quert die bestehende Golfstraße in einer ca. 7,00 m hohen Dammlage. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die bestehende Strecke 3624 im Zuge der 2. Ausbauphase noch verschwenkt wird. Nach Westen hin schließen sich parallel zur Überführung der Strecke 3624, die Gleise der S - Bahn Str. 3683 und des Fernverkehrs der bestehenden Strecke 3520 mit insgesamt 4 Gleisen an. Die Strecken 3683 und 3520 befindet sich nur noch auf einem ca. 4,00 m hohen Damm. Die neue Strecke 4010 wird im östlichen Böschungsbereich der bestehenden Strecke 3624 auf dem Straßenniveau der heutigen Golfstraße das Trogbauwerk queren.

### **2.2 Geologische Situation**

Das Untersuchungsgebiet liegt regionalgeologisch /U 6/ in der hessischen Senke zwischen dem Rheinischen Schiefergebirge, dem Vogelsberg im Norden, dem Odenwald im Süden und dem Mainzerbecken im Westen. Die mächtige Grabenfüllung des Oberrheingrabens endet im Norden etwa auf der Höhe von Rüsselsheim. Von Süden her bis dorthin sind über 2.000 m mächtige Tertiärschichten und über 100 m Quartär-Ablagerungen bekannt. Je weiter im Süden desto häufiger ist das Erkundungsgebiet geprägt durch eiszeitliche Flugsande mit Dünenbildung. Häufig sind diese Schichten kalkhaltig und besitzen Kalkkonkretionen. Die Mächtigkeit dieser quartären Flugsande kann mehrere Meter betragen. Nach Norden nehmen die Mächtigkeiten dieser Schichten ab. In großen Teilen des Erkundungsgebietes stehen unter den Terrassensanden und -kiesen des Mains die Gesteine des Oligozäns aus dem Unteren Tertiär in Form des Rupel-



tones an. Darunter befinden sich die unteren Meeressande als Untergrenze des Tertiärs und Übergang zu den Gesteinen des Rotliegenden. Die Anstehenden Gesteine werden durch eine nach Nordwesten immer mächtiger werdende Deckschicht aus Gesteinen des Tertiärs überdeckt. Im nordwestlichen Bereich des Erkundungsgebietes können einzelne Kalksteinschichten (Hydrobienschichten) angetroffen werden. Im Bereich der Flussniederungen stehen an der Oberfläche quartäre Lockergesteine aus Flusssedimenten, Niederterrassen von Main und kleineren Nebenflüssen an.

Der Rhein und der Main sowie ihre Nebenflüsse haben im Quartär am nördlichen Ende des Oberrheingrabens Sand und Kies abgelagert. Gelegentlich sind Schluff und Ton sowie Torf eingelagert. Dort wo diese Sedimente auf den ähnlichen Schichten des Pliozäns liegen, ist die Abgrenzung zu diesen schwierig.

Als typische pliozän-zeitliche Schichten der Untermain-Ebene gelten feinkörnige kalkfreie Sande (grau, weiß, gelblich) mit Einlagerungen von Tonlinsen, Braunkohlen und Kiesen. Die Gerölle dieser Kiese bestehen aus gebleichtem Buntsandstein, scharfkantigem Gangquarz, Quarzit und Hornstein. Der schwarze Kieselschiefer aus Frankenwald und Fichtelgebirge fehlt weitgehend.

Die Pleistozän-Schichten der Untermain-Ebene bestehen aus Sanden und Kiesen mit gelegentlichen schluffig-tonigen Einlagerungen. Die Gerölle der Kiese bestehen aus ungebleichtem Buntsandstein, Kalkstein, Hornstein, Quarz, Quarzit, Basalt und schwarzem Kieselschiefer aus Frankenwald und Fichtelgebirge. Hinzu kommen lokale Gerölle aus Spessart und Odenwald. Diese Sedimente sind in der Regel kalkhaltig, können aber sekundär entkalkt sein.

Im oberflächennahen Bereich der urban genutzten Bereiche ist infolge der Baumaßnahmen mit anthropogenen Auffüllungen zu rechnen. Durch den Einbau von zumeist lokal vorkommenden Böden ist dabei eine zweifelsfreie Unterscheidung zwischen aufgefülltem und gewachsenem Boden nicht immer möglich.

### **2.3 Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau und Kennwerte**

#### **Gleisschotter**

Nur mit den Aufschlüssen RKS 4 bis 7, auf dem Damm, im Bereich der Gleisanlagen wurde Gleisschotter erkundet. Er weist eine erkundete Schotterstärke von 0,10 m (RKS 6a) bis 0,50 m (RKS 4 und 5) auf. Der Schotter wird bei der weiteren Bearbeitung nicht weiter berücksichtigt.

#### **Versiegelung**

Am Ansatzpunkt der BK 2 wurde im Bereich des Fußgängerweges eine 0,08 m dicke Asphaltfläche erkundet. Im Bereich der BK 1 und der BK 3 wurde am Bohransatzpunkt Mutterboden mit

einer Mächtigkeit von 0,45 bis 0,55 m erkundet. Die Asphaltsschicht und der Mutterboden werden wegen ihrer geringen Mächtigkeit in den weiteren Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.

### Auffüllungen

#### **a.) Niveau Damm:**

Mit der ausgeführten Kleinbohrungen sind im Untersuchungsbereich des bestehenden Bauwerkes beginnend ab Unterkante Gleisschotter rollige und punktuell bindige Auffüllungen (RKS 4) erkundet worden. Die rolligen Auffüllungen stellen sich überwiegend als **Fein- bis Mittelsande**, weitgestuft, schwach kiesig bis kiesig, schwach schluffig bis schluffig, punktuell tonig, bereichsweise schwach steinig dar. In der RKS 7 wurden auch schwach schluffige **Kiese mit Schotterresten** aufgeschlossen. Bei diesen Kiesen handelt es sich vermutlich um eine ehemalige Gleistrasse. In der gegenüberliegenden RKS 5 kam es durch den nachfallenden Gleisschotter zu Kernverlusten. Die Lagerungsdichte der rolligen Auffüllungen ist gemäß den Angaben des Bohrmeisters als überwiegend locker bis mitteldicht zu bewerten. Nach DIN 18196 werden diese Auffüllungen die Bodengruppen [SW, SU, SU\*, ST\*, GU] zugeordnet. Die Schichtdicke der rolligen Auffüllung in den Aufschlüssen schwankt zwischen 3,10 m (RKS 4) und 7,00 m (RKS 5).

Im Aufschluss RKS 4 wurde bei 3,60 m unter Ansatzpunkt eine bindige Auffüllung, in Form eines leichtplastischen **Tones**, mit feinsandigen und schluffigen Anteilen erkundet. Die Konsistenz der bindigen Auffüllungen ist gemäß Handspezifizierung als weich/steif zu bewerten. Nach DIN 18196 wird dieser Auffüllung die Bodengruppe [TL] zugeordnet. Die bindige Schicht hat eine Mächtigkeit von 1,30 m.

#### **b) Niveau Golfstraße:**

Mit der ausgeführten Bohrung BK 2 sind im Untersuchungsbereich des bestehenden Bauwerkes beginnend ab Unterkante Asphalt rollige Auffüllungen erkundet worden. Die rolligen Auffüllungen stellen sich als eine 0,27 m mächtige enggestufte Kiesschicht dar. Es handelt sich um den Unterbau des Fußgängerweges. Die Lagerungsdichte der rolligen Auffüllungen ist gemäß den Angaben des Bohrmeisters als locker zu bewerten. Nach DIN 18196 werden diese Auffüllungen die Bodengruppen [GE] zugeordnet.

### Anstehender Boden



Unterhalb der Auffüllungen bzw. dem Mutterboden folgen die Ablagerungen der Mainterrassen als anstehende Böden.

Es handelt sich um **Terrassensande und Kiese**. Das sind hauptsächlich schwach kiesige bis stark kiesige, schwach schluffige bis schluffige Fein- bis Grobsande der Bodengruppen SI, SE, SW, SU, SU\* und ST\* sowie Mittel- Grobkiese, sandig, schwach schluffig bis schluffig der Bodengruppe GW, GU und GU\*. Die Lagerungsdichten können im Ergebnis der ausgeführten schweren Rammsondierungen (DPH) und der Auswertung der während der Bohrungen mehrfach durchgeführten Bohrlochsondierungen (borhole dynamic penetration tests) als mitteldicht bis dicht eingeschätzt werden. Die borhole dynamic penetration tests wurden in den BK 1 und BK 2 ausgeführt und erreichten Schlagzahlen zwischen 6 und 17 im Bereich der rolligen anstehenden Böden. Diese anstehenden rolligen Böden erreichen eine Mächtigkeit von 0,50 m (RKS 5) bis 19,37 m (BK 3). Alle Erkundungen bis auf die BK 1 und die BK 2 enden in den Terrassensande und Kiese.

Unter den Terrassenablagerungen stehen die **tertiären Tone** an. In der BK 1 und BK 2 treten auch schon im Unteren Bereich der Terrassensande und Kiese einzelne geringmächtige Tonlagen von 0,30 m BK 1 bis 0,80 m (BK 2) auf. Dabei handelt es sich um umgelagerte Tonlinsen aus leicht bis mittelplastischen Tonen von weicher bis weich - steifer Konsistenz.

Die tertiären Tone sind leichtplastische Tone mit halbfester Konsistenz und einer erkundeten Mächtigkeit von 3,60 m (BK 1) bis 5,50 m (BK 2). Die BK 1 endet in diesen Tonen. In der BK 2 wurde bei Endteufe ein 0,80 mächtiger toniger Sand erkundet, der der Bodengruppe ST\* zugeordnet wird. Die borhole dynamic penetration tests in der BK 1 und BK 2 erreichten in den bindigen Schichten Schlagzahlen zwischen 2 und 13.

Den erkundeten Böden lassen sich die in folgender Tabelle 2 enthaltenen Kennwerte (Laboruntersuchung an repräsentativen Einzelproben sowie regionale Erfahrungswerte) zuordnen.



Tabelle 2: Bodenkennwerte und Zuordnungen

Bezeichnung	Auffüllung		Anstehender Boden		
	Sand/Kies	Ton	Kiese	Sande	Tone
Bodengruppe nach DIN 18196	[GU, SW, SU, SU*, ST*]	[TL]	GW, GU GU*, GT	SI, SE, SW, SU, SU*, ST*	TL, TM
Kornanteil d ≤ 0,063 mm [%]	---	---	---	1(SE)... 37(ST*)	44
Kornanteil d > 2,0 mm [%]	---	---	---	0(ST*)... 37(SE)	1
Ungleichförmigkeitszahl U [-]	---	---	---	3,1(SE)... 5,6(SU)	---
natürl. Wassergehalt w <sub>n</sub> [%]	---	---	---	---	19,4...27,1
Fließgrenze w <sub>L</sub> [%]	---	---	---	---	42,5...60,9
Plastizitätsgrenze w <sub>P</sub> [%]	---	---	---	---	15,5...19,2
Plastizitätszahl I <sub>P</sub> [%]	---	---	---	---	27,0...41,7
Konsistenzzahl I <sub>c</sub> [-] bezogen auf Gesamtprobe	---	---	---	---	0,57...0,99
Konsistenz handspezifiziert	---	weich/steif	---	---	weich/steif
Lagerungsdichte	locker... mittel- dicht	---	mitteldicht ... dicht	mitteldicht ... dicht	---
Durchlässigkeitswert k <sub>f</sub> [m/s]					
nach Beyer, USBR/Bialas	---	---	---	2,5*10 <sup>-9</sup> (ST*).... 1,2*10 <sup>-3</sup> (SE)	1,5*10 <sup>-9</sup>
Erfahrungswerte	10 <sup>-3</sup> ... 10 <sup>-6</sup> [SW, SU, GU] 10 <sup>-5</sup> ...10 <sup>-8</sup> [SU*, ST*]	10 <sup>-7</sup> ...10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-3</sup> ... 10 <sup>-6</sup> GW, GU 10 <sup>-5</sup> ... 10 <sup>-8</sup> GU*	10 <sup>-3</sup> ... 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-7</sup> ... 10 <sup>-10</sup>
Durchlässigkeit nach DIN 18 130	stark bis schwach durchlässig	schwach bis sehr schwach durchlässig	stark bis schwach durchlässig	stark durch- lässig	schwach bis sehr schwach durchlässig
Bodenklasse nach DIN 18 300 *)	3 *) [SW, SU, GU] 4 *) [SU*, ST*]	4	3 GW, GU 4 GU*	3 SI, SE, SW, SU 4 SU*, ST*	4
Frostempfindlichkeit nach ZTV E StB 09	F1 [SW] F1 - F2 [SU] F2 [GU] F3 [SU*, ST*]	F3	F1 GW F2 GU, GT F3 GU*	F1 SI, SE, SW F1 - F2 SU F3 SU*, ST*	F3



Die Tabellenwerte sind Einzelergebnisse, keine Mittelwerte.  
\*) in Abhängigkeit vom Stein- und Bauschuttanteil auch höher.

## 2.4 Hydrologische Verhältnisse

Die Aufschlussarbeiten wurden von September bis Oktober 2011 durchgeführt. In allen 3 Kernbohrungen wurde Grundwasser festgestellt. Es wurden folgende Wasserstände ermittelt:

Tabelle 3: Wasserstände

Aufschluss	Wasseranschnitt [m u. GOK]	Wasseranschnitt nach Bohrende [m u. GOK]	Wasseranschnitt nach Bohrende [m u. NN]	Datum
BK 1	5,50	5,42	95,08	23.09.2011
BK 2	5,90	5,18	94,85	22.09.2011
BK 3	5,00	5,12	94,74	21.09.2011

Mit den Kernbohrungen ist der Grundwasserstand zwischen 5,42 m und 5,12 m unter Gelände eingemessen worden. Gespanntes Grundwasser ist aufgrund der durchgängig vorhandenen gut durchlässigen Sande unwahrscheinlich.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Auffüllungen der Bodengruppen [GT\*, ST\*, SU\*] und der bindigen Auffüllung [TL] ist vor allem in niederschlagsreichen Zeiten mit der Bildung von Stau- und Schichtwasser auf diesen Schichten zu rechnen.

Generell ist von einer guten Versickerungsfähigkeit der anstehenden Sande unterhalb der aufgefüllten schluffigen, tonigen Sande, tonigen Kiese und der bindigen Auffüllung auszugehen.

Im Rahmen einer Recherche zu Grundwassermessstellen zum Projekt Umbau Knoten Frankfurt wurden beim Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie und bei der HESSENWASSER GMBH & Co. KG - MONITORING UND GRUNDWASSERMESSSTELLEN die Wasserstände zu Grundwassermessstellen entlang der Bahntrasse abgefragt (/U 7/ und /U 8/). Diese sind nachrichtlich in Tabelle 4 aufgelistet.



Tabelle 4: Wasserstände zu Grundwassermessstellen

Messstelle	Rechtswert	Hochwert	GOK [m NN]	Wasserstand [m GOK]			Wasserstand [m NN]		
				min	max	MW	min	max	MW
G03090	3473726,4	5548109,9	109,65	12,4	16,5	14,5	93,3	97,4	95,3
G04450	3474297,5	5548331,3	108,55	11,9	14,6	13,3	94,0	96,6	95,3
G04500	---	---	95,37	2,7	4,8	3,8	90,6	92,7	91,6
G00740	---	---	99,51	4,1	6,8	5,5	92,7	95,4	94,0
G05190	---	---	109,77	13,8	15,6	14,7	94,2	95,9	95,1

Gemäß des aktuellsten Grundwasserhöhengleichenplan vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie /U 7/ fällt der Grundwasserhorizont von ca. 95 m NN auf 92,5 m NN Richtung Main hin ab.

Wir empfehlen, den Bemessungswasserstand in Abhängigkeit der festgestellten Ergebnisse zuzüglich eines Sicherheitszuschlages von ca. 1,00 m und den Aussagen zu Grundwassermessstellen bei 96,08 m NN anzusetzen. Dieser Wert ist ggf. nach Auswertung der kontinuierlichen Messungen der Grundwassermessstelle in der BK 1 zu überprüfen.

Wir empfehlen den Grundwasserspiegel für einen Zeitraum von 2 Jahren kontinuierlich zu überwachen. Nach Aussage des Auftraggebers ist die Firma BGS UMWELT beauftragt ein Grundwassermonitoring für den Bereich der Golfstrasse zu erstellen. Dies ist bei den weiteren Planungen zu berücksichtigen.

## 2.5 Baugrundmodell

Im Ergebnis der Baugrunderkundungen und der Laboruntersuchungen lässt sich für den Untersuchungsbereich ein Baugrundmodell entwickeln, welches für die Bewertung der Baugrundverhältnisse herangezogen werden kann. Zur besseren Übersicht wurde für den Ausbau des Knotens Frankfurt (M) – Sportfeld ein einheitliches Schichtenmodell entwickelt. Dabei wurden Böden mit annähernd gleichen bodenphysikalischen und bodenmechanischen Eigenschaften in Schichten zusammengefasst.

### **Schicht 1: Auffüllung, rollig, nicht bis schwach bindig** Mächtigkeit: 0,50 - 5,70 m

- Fein- bis Mittelsande stellenweise Grobsand, schwach schluffig, schwach kiesig bis stark kiesig
- Mittel – Grobkies, sandig, weit gestuft, Steine (Schotter) schwach schluffig
- lockere Lagerung (**Schicht 1.2.1, 1.4.1**)
- mitteldichte Lagerung (**Schicht 1.2.2, 1.4.2**)
- Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **[SW, SU, GU]**

### **Auffüllung, rollig, gemischtkörnig** Mächtigkeit: 0,70-1,70 m

- Mittel-/Grobsand, schluffig, tonig, schwach kiesig
- lockere Lagerung (**Schicht 1.3.1**)
- mitteldichte Lagerung (**Schicht 1.3.2**)
- Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **[SU\*, ST\*]**

### **Auffüllung, bindig** Mächtigkeit: 1,3 m

- Ton, leichtplastisch, schluffig, feinsandig
- weich/steife Konsistenz (**Schicht 1.6.2**)
- Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **[TL]**

### **Schicht 2: Oberboden**

- wurde wegen zu geringer Mächtigkeit nicht berücksichtigt

### **Schicht 3: Löss**

- nicht erkundet

### **Schicht 4: Lößlehm**



- nicht erkundet

**Schicht 5:** **Flug-/Hochflutsande**

- nicht erkundet

**Schicht 6:** **Hochflutlehm**

Mächtigkeit: 0,20 - 0,80 m

- Ton, leichtplastisch, sandig, kiesig
- weich/steife Konsistenz (**Schicht 6.1.2**)
- Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **TL, TM**

**Schicht 10:** **Terrassensande/-kiese**

Mächtigkeit: 1,30 - 19,37 m

- Fein-/Grobsand, enggestuft bis weit gestuft schwach bis stark kiesig  
Grob- Mittelkies, sandig - starksandig
- lockere Lagerung (**Schicht 10.1.1; 10.1.4; 10.2.4**)
- mitteldichte Lagerung (**Schicht 10.1.2; 10.1.5; 10.2.5**)
- dichte Lagerung (**Schicht 10.1.3; 10.1.6; 10.2.6**)
- Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **GW, GU, GU\*, SI, SE, SW, SU, SU\*, ST\***

**Schicht 16:** **Tertiäre Tone**

Mächtigkeit: 3,60 - 5,50 m

- Ton, leichtplastisch, schluffig, feinsandig
- halbfeste Konsistenz (**Schicht 16.1.4**)
- Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **TL, ST\***

## 2.6 Bodenrechenwerte

Den erkundeten Baugrundsichten werden aus den Laborversuchen und Erfahrungen für erdstatische Berechnungen folgende charakteristische Berechnungskennwerte zugeordnet:

Tabelle 5a: Bodenrechenwerte

Bodenart	Auffüllung, rollig					Auffüllung, bindig
	[SU, SW]	[GW, GU]		[SU*, ST*]		
Bodengruppe nach DIN 18196						
Schicht-Nr.	<b>1.2.1</b>	<b>1.4.1</b>	<b>1.4.2</b>	<b>1.3.1</b>	<b>1.3.2</b>	<b>1.6.2</b>
Konsistenz, Lagerungsdichte	locker	locker	mittel-dicht	locker	mittel-dicht	weich/steif
wirks. Reibungswinkel $\varphi_k'$ [Grad]	30,0	30,0	32,5	29,0	30,0	20,0
wirks. Kohäsion $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>	0,0	0,0	0,0	1,0	1	3,0
Wichte des feuchten Bodens $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	16,5	16,5	17,5	17,0	18,0	18,5
Wichte des Bodens unter Auftrieb $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	9,0	9,0	10,0	9,0	10,0	8,5
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	10,0	12,0	30,0	8,0	15,0	5,0

Tabelle 5b: Bodenrechenwerte

Bodenart	Hochflut-lehm	Terrassenablagerungen					
		SE, SW, SU, GW, GU			SU*, ST*		
Bodengruppe nach DIN 18196	TL, TM						
Schicht-Nr.	<b>6.1.2</b>	<b>10.1.1</b>	<b>10.1.2</b>	<b>10.1.3</b>	<b>10.1.4</b>	<b>10.1.5</b>	<b>10.1.6</b>
Konsistenz, Lagerungsdichte	weich/steif	locker	mittel-dicht	dicht	locker	mittel-dicht	dicht
wirks. Reibungswinkel $\varphi_k'$ [Grad]	17,5	30,0	32,5	35,0	27,5	30,0	32,5
wirks. Kohäsion $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>	5,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0
Wichte des feuchten Bodens $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	17,5	16,0	17,0	18,0	17,0	18,0	19,0
Wichte des Bodens unter Auftrieb $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	7,5	8,5	9,5	10,5	9,0	10,0	11,0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	5,0	25	45	75	15	35	65
	ab 5 m <sup>2)</sup> : 25	ab 5 m <sup>2)</sup> : 50	ab 5 m <sup>2)</sup> : 75	ab 5 m <sup>2)</sup> : 120	ab 5 m <sup>2)</sup> : 35	ab 5 m <sup>2)</sup> : 65	ab 5 m <sup>2)</sup> : 110
	ab 10 m <sup>2)</sup> : 45	ab 10 m <sup>2)</sup> : 80	ab 10 m <sup>2)</sup> : 120	ab 10 m <sup>2)</sup> : 190	ab 10 m <sup>2)</sup> : 60	ab 10 m <sup>2)</sup> : 110	ab 10 m <sup>2)</sup> : 170

Tabelle 5c: Bodenrechenwerte

Bodenart	Terrassenablagerungen			Tertiäre Tone
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*			TL, ST* <sub>m.P.</sub>
Schicht-Nr.	<b>10.2.4</b>	<b>10.2.5</b>	<b>10.2.6</b>	<b>16.1.4</b>
Konsistenz, Lagerungsdichte	locker	mittel-dicht	dicht	halbfest
wirks. Reibungswinkel $\varphi_k'$ [Grad]	30,0	32,0	34,0	22,5
wirks. Kohäsion $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>	0,0	0,0	0,0	8,0
Wichte des feuchten Bodens $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	17,5	19,0	21,0	19,0
Wichte des Bodens unter Auftrieb $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	9,0	10,0	12,0	9,0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	20 ab 5 m <sup>2)</sup> : 40 ab 10 m <sup>2)</sup> : 70	40 ab 5 m <sup>2)</sup> : 70 ab 10 m <sup>2)</sup> : 100	60 ab 5 m <sup>2)</sup> : 90 ab 10 m <sup>2)</sup> : 130	15 ab 5 m <sup>2)</sup> : 40 ab 10 m <sup>2)</sup> : 70

<sup>1)</sup> Bei bindigen Böden im konsolidierten Zustand.

<sup>2)</sup> bezogen auf OK anstehender Boden (=UK Auffüllung)

## 2.7 Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Grundwassers

Zur Beurteilung der Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Grundwassers sind aus den Bohrungen BK 2 und BK 3 Grundwasserproben entnommen und auf beton- und sthlangreifende Inhaltsstoffe untersucht worden. Die Analysen erfolgten im Labor der DB International GmbH. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Anlage 17.7.4 beigefügt.

### **Betonaggressivität**

Danach ist die untersuchte Wasserprobe der BK 2 und BK 3 nach DIN 4030 als **nicht betonangreifend** einzustufen (Anlage 17.7.4.2, Blatt 01 - 02), was der **Expositionsklasse X0** nach DIN EN 206-1 entspricht.

### **Stahlkorrosivität**

Die Untersuchung des Grundwassers auf Korrosionswahrscheinlichkeit unlegierter und niedriglegierter Eisenwerkstoffe ergab für beide Wasserproben (BK 2 und BK 3) folgende Ergebnisse (Anlage 17.7.4.2, Blatt 03 - 06):

Tabelle 6: Korrosionswahrscheinlichkeit unlegierter und niedriglegierter Werkstoffe

Freie Korrosion	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
im Unterwasserbereich	sehr gering	sehr gering
an der Wasser/Luft-Grenze	sehr gering	sehr gering

Die Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit stellt sich nach DIN 50929 Teil 3, wie folgt dar:

Tabelle 7: Mittlere Korrosionsgeschwindigkeit

freie Korrosion	Abtragsrate $w(100a)$ [mm/a]	max. Eindringtiefe $w_{Lmax}(30a)$ [mm/a]
Freie Korrosion im Unterwasserbereich	0,01	0,05
Freie Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze	0,01	0,05

## 2.8 Erdbebeneinwirkung

Der Untersuchungsbereich des Bauvorhabens „Ausbau des Knoten Frankfurt (M)-Sportfeld 2. Ausbaustufe“ wird nach DIN 4149:2005-04 wie folgt eingeordnet:

Tabelle 8: Einstufung gemäß DIN 4149

Erdbebenzone (Bild 2)	Erdbebenzone 0
geologische Untergrundklasse (Bild 3)	S = Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
Baugrundklasse	C = dominierende Scherwellengeschwindigkeit ca. 150-350 m/s

## 2.9 Rammfähigkeit des Untergrundes

Eine Klassifizierung der Böden hinsichtlich ihrer Rammfähigkeit (z.B. nach DIN-Norm) gibt es nicht. Die nachfolgende Einschätzung basiert auf der Grundlage von Erfahrungen mit den erkundeten Bodenarten, Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen und erfolgt in Anlehnung an Empfehlungen des Arbeitskreises Ufereinfassungen (EAU).

Tabelle 9: Rammfähigkeit

Schicht	Bodenart	Rammfähigkeit
1.2.1	Auffüllung, rollig, nichtbindig, (Sand), locker	leicht bis mittelschwer
1.2.2	Auffüllung, rollig, nichtbindig, (Sand), mitteldicht	mittelschwer
1.3.1	Auffüllung, rollig, gemischtkörnig, (Sand), locker	leicht bis mittelschwer
1.3.2	Auffüllung, rollig, gemischtkörnig, (Sand), mitteldicht	mittelschwer
1.4.1	Auffüllung, rollig, nichtbindig, (Kies), locker	leicht bis mittelschwer
1.4.2	Auffüllung, rollig, nichtbindig, (Kies), mitteldicht	mittelschwer
1.6.2	Auffüllung, Ton, weich/steif	leicht bis mittelschwer
6.1.2	Hochflutlehm, weich / steif	leicht bis mittelschwer
10.1.1	Terrasse: Sand, rollig, nichtbindig, locker	mittelschwer
10.1.2	Terrasse: Sand, rollig, nichtbindig, mitteldicht	mittelschwer bis schwer
10.1.3	Terrasse: Sand, rollig, nichtbindig, dicht	schwer bis sehr schwer
10.1.4	Terrasse, rollig, gemischtkörnig, (Sand), locker	mittelschwer
10.1.5	Terrasse, rollig, gemischtkörnig, (Sand), mitteldicht	mittelschwer bis schwer
10.1.6	Terrasse, rollig, gemischtkörnig, (Sand), dicht	schwer bis sehr schwer
10.2.4	Terrasse, rollig, gemischtkörnig, (Kies), locker	mittelschwer
10.2.5	Terrasse, rollig, gemischtkörnig, (Kies), mitteldicht	mittelschwer bis schwer
10.2.6	Terrasse, rollig, gemischtkörnig, (Kies), dicht	schwer bis sehr schwer
16.1.4	Tertiäre Tone, halbfest	schwer bis sehr schwer

### Auffüllung:

In aufgefüllten Böden ist generell mit Steinen, Blöcken, o.ä. zu rechnen, die die Rammfähigkeit des Untergrundes wesentlich verschlechtern können.

In Abhängigkeit der Einschätzung des Bohrmeisters über die Bohrbarkeit werden die erkundeten Auffüllungen bei lockerer Lagerung (Schicht 1.2.1, 1.3.1, 1.4.1) als leicht bis mittelschwer und bei mitteldichter Lagerung (Schicht 1.4.2, 1.2.2) als mittelschwer rammfähig eingeschätzt. Durch grobe Bestandteile in der Auffüllung (Steine, Schotterreste, Bauschutt) muss hier lokal mit nicht rammfähigen Boden bzw. mit einer sehr schweren Rammfähigkeit gerechnet werden.

Die Konsistenz der bindigen Auffüllung war weich/steif. In Abhängigkeit der Konsistenz ist die bindige Auffüllung (Schicht 1.6.2) als leicht bis mittelschwer rammfähig zu bewerten.

### **Terrassenablagerungen / Hochflutlehme:**

Die Sande werden in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, bei lockerer Lagerung (Schicht 10.1.1, 10.1.4, 10.2.4) als mittelschwer, bei mitteldichter Lagerung (Schicht 10.1.2, 10.1.4, 10.2.5) als mittelschwer bis schwer und bei dichter Lagerung (Schicht 10.1.3, 10.1.6, 10.2.6) als schwer bis sehr schwer rammfähig eingeschätzt.

Die vereinzelt auftretenden Hochflutlehme werden in Abhängigkeit der Konsistenz von weich / steif (Schicht 6.1.2) als leicht bis mittelschwer rammfähig bewertet.

### **Tertiäre Tone:**

Die Tertiären Tone werden ebenfalls in Abhängigkeit ihrer halbfesten Konsistenz (Schicht 16.1.4) als schwer bis sehr schwer rammfähig eingeschätzt.

Hinweis: Im Bereich der Auffüllungen im Dammbereich ist infolge einer möglichen Schotterlage bzw. stark verdichteter Sandschichten bereichsweise mit einer erschwerten Rammfähigkeit zu rechnen. Vor der Bauausführung sollten mittels Baggerschürfen die Auffüllbereiche hinsichtlich möglicher Steinschüttungen überprüft werden.

Insgesamt ist der Baugrund unter den Auffüllungen vorwiegend als mittelschwer bis sehr schwer rammfähig einzuschätzen. Insbesondere in den dicht gelagerten Sanden und Kiesen, sowie den halbfesten Tonen sind Rammhilfen wie Spülen oder Vorbohren einzuplanen. Wir empfehlen, zur Auswahl der Rammtechnologie und Rammgeräte eine Fachfirma einzuschalten und Proberammungen vorzusehen. Die von uns vorgenommenen Einschätzungen zur Rammbarkeit schließen nicht die Erfahrungen von Baufirmen bei der Durchführung von Rammarbeiten mit ähnlichen Baugrundverhältnissen aus.

## **3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen**

### **3.1 Allgemeines**

Das neue Trogbauwerk als Ersatzbauwerk für die bestehende EÜ Golfstraße bei ca. km 32,510 ist als Unterführungsbauwerk für die Strecken 3624 neu, ggf. noch zeitweise 3624, 4010 neu sowie 3683 und 3520 geplant. Das neue Trogbauwerk ist gemäß /U 2/ als 2- spurige Straße mit



einem erhöhten Geh- und Radweg geplant. Entsprechend den Unterlagen der Planung /U 2/ ist ein Trogbauwerk, mit einer im Bereich der neuen Strecke 4010 und im Bereich des Damms der bestehenden Strecken 3683 und 3520 vorgesehenen Deckenplatte, geplant. Das Trogbauwerk soll auf einer abschnittsweise rückverankerten Dichtsohle mit einer Ausgleichsschicht gegründet werden. Das Bauwerk soll als Rahmentragwerk mit sich anschließenden Trögen aus Stahlbeton, mit einer Gesamtlänge von 122,30 m errichtet werden. In Richtung Westen schließt sich noch eine 22,25 m und Richtung Osten eine 20,20 m lange Stützwand als seitliche Begrenzung der Rampenzufahrten an, bis die Golfstraße wieder ihr ursprüngliches Straßenniveau erreicht. Die Lichte Weite des Bauwerkes beträgt ca. 12,00 m, die Breite des Geh- und Radweges 4,00 m, die der Fahrbahnbreite 5,50 m. Die Lichte Höhe des Bauwerkes beträgt im Bereich der Fahrbahn 4,50 m, im Bereich des Geh- und Radweges nur 3,00 m.

Aus den Planungen /U 2/ ergeben sich von Westen nach Osten aus gesehen 6 unterschiedliche

#### **Gründungsbereiche:**

##### Gründungsbereich 1:

Stützwand ca. 22,25 m Länge mit Gründungstiefen von 100,50 m NN bis 99,07 m NN.

##### Gründungsbereich 2:

Trogbauwerk ca. 11,50 m Länge mit einer ca. 1,80 m dicken Dichtsohle mit Gründungstiefen von 95,54 m NN bis 94,60 m NN.

##### Gründungsbereich 3:

Rahmentragwerk ca. 33,50 m Länge mit einer Betonsohle von ca. 0,70 m Dicke und einer rückverankerten Dichtsohle von ca. 1,10 m mit Gründungstiefen von 95,26 m NN bis 92,65 m NN und vollständiger Deckelung mit darüber befindlichem Damm und Gleisbett.

##### Gründungsbereich 4:

Rahmentragwerk ca. 50,00 m Länge mit einer Betonsohle von ca. 1,00 m Dicke und einer ca. 1,10 m dicken rückverankerten Dichtsohle mit Gründungstiefen von 92,30 m NN über 92,20 m NN bis 93,82 m NN und teilweiser Deckelung mit Gleisbett

##### Gründungsbereich 5:

Trogbauwerk ca. 26,50 m Länge mit einer ca. 1,80 m dicken Dichtsohle mit Gründungstiefen von 93,45 m NN bis 95,40 m NN.

##### Gründungsbereich 6:



Stützwand mit 20,20 m Länge, mit Gründungstiefen von 99,06 m NN bis 100,50 m NN.

Die einzelnen Gründungsbereiche werden während der Bauphase durch Spundwände von einander abgegrenzt.

Die Gründungen sind vorzugweise als Flachgründungen vorgesehen. In den nachfolgenden Abschnitten wird die Gründungsvariante Flachgründung näher untersucht.

### **3.2 Flachgründung**

Bei einer Flachgründung müssen die Fundamente von ihren Abmessungen so beschaffen sein, dass:

- a) die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 gewährleistet ist und
- b) keine bauwerksschädlichen Setzungen bzw. Setzungsunterschiede eintreten.

Aus den Baugrundprofilen ist ersichtlich, dass der Baugrund im Bereich der künftigen Gründungsebenen unter den Auffüllungen aus locker über mitteldicht bis dicht gelagerten Terrassenkiesen und -sand, sowie halbfesten Tonen besteht.

Entsprechend derzeitigem Planungsstand sind Flachgründung für das Trog-/ Rahmentragbauwerk in den mitteldicht und dicht gelagerten Bereichen der Schicht 10.1.2 und 10.1.3 vorgesehen. Flachgründungen in diesen Schichten sind aus geotechnischer Sicht ausführbar. Nach Vorlage weiterer Planungsdetails sind für Flachgründungen die aufnehmbaren Sohldrücke auf den Boden anhand von Setzungs- und Grundbruchberechnungen zu ermitteln. Kennwerte für Setzungsberechnungen und grundbaustatische Nachweise können aus Abschnitt 2.5 entnommen werden. Aufgrund der unterhalb der vorgesehenen Gründungsebene mit unterschiedlicher Mächtigkeit erkundeten bindigen Bodenschicht (Schicht 6.1.2 und 16.1.4), können bereichsweise bei Fertigstellung von Bauwerken Konsolidierungssetzungen noch nicht vollständig abgeklungen sein, so dass diesbezüglich zusätzliche Zeit- / Setzungsbetrachtungen erforderlich werden könnten.

### 3.3 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Baugruben bis 1,25 m Tiefe können nach DIN 4124 senkrecht ausgehoben werden. Tiefere Baugruben müssen geböscht oder verbaut werden. Ausgehend von den Erkundungsergebnissen kann nach DIN 4124 für Böschungen bis 5,0 m Höhe ohne besonderen Nachweis ein Böschungswinkel  $\beta \leq 45^\circ$  im Lockergesteinsbereich über Grundwasser entsprechend DIN 4124 in Ansatz gebracht werden. Unbelastete Böschungen können unter einem Neigungswinkel von  $45^\circ$  bis max. 5 m Höhe abgeböscht werden. Für belastete und / oder höhere Böschungen ist die Standsicherheit nachzuweisen. Die Hinweise der DIN 4124 sind zu beachten. Die Böschungswinkel sind nach den tatsächlich anstehenden Erdstoffen im Böschungsbereich anzulegen.

Für den Bau der Tröge und der Tragbauwerke sind Baugruben erforderlich.

Bei der Herstellung von Baugruben sind weitergehende Forderungen, Empfehlungen und Hinweise der DIN 4124 sowie des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau zu beachten. Sofern Verbauarbeiten vorgesehen sind, können die Rechenwerte zur Verbauberechnung Abschnitt 2.5 entnommen werden. Angaben zur Rammfähigkeit des Untergrundes enthält Abschnitt 2.9.

Die horizontalen Bettungsziffern für durchgehende Verbauwände lassen sich in Anlehnung an die EAB /U 11/, Kapitel 4.6 (EB 102) näherungsweise ableiten zu:

$$k_{sh,k} = E_{Sh,k}/t_B \quad (\text{für Ortbetonwände und Spundwände})$$

$$k_{sh,k} = E_{Sh,k}/b \quad (\text{für Bohlträger})$$

mit:  $E_{Sh,k}$  - horizontale Steifemodul  
 $t_B$  - von der Bettung erfasste Einbindetiefe  
 $b$  - Flanschbreite bei geramnten Trägern, bei Trägern, die in vorgebohrte Löcher eingestellt werden, tritt der Bohrlochdurchmesser  $D$  an die Stelle von  $b$

Der horizontale Steifemodul  $E_{S,h}$  kann aus dem vertikalen Modul  $E_S$  (siehe Tabelle 5a, 5b und 5c) mit dem Faktor  $f = 0,5$  umgerechnet werden.

Der höchste Grundwasserstand wurde zum Zeitpunkt der Erkundungen bei 95,08 m NN angeschnitten der daraus resultierende Bemessungswasserstand liegt bei 96,08 m NN. Nach derzeitigem Planungsstand sind somit Gründungssohlen unterhalb der Grundwasseranschnitte vorgesehen, daher sind Maßnahmen zur Wasserhaltung und zur Auftriebssicherheit zu berücksichtigen.

tigen. Angaben bezüglich der Randbedingungen für eine Wasserhaltung können dem Abschnitt 2.6 entnommen werden.

Nach den Unterlagen der Planer /U 2/ ist vor Baubeginn eine Dichtungssohle zu erstellen. Dazu waren von den Planern noch keine Aussagen über die Art der Herstellung zu erhalten. Es gibt die Möglichkeit vorab von GOK aus in den Untergrund zu injizieren und dann die Baugrube zwischen den eingebrachten Spundwänden auszuheben. Für Injektionen sind die Vorgaben und Werte der DIN EN 12715 zu berücksichtigen.

Eine Sonderentwicklung der Bodeninjektion ist das sog. Hochdruck-Düsenstrahlverfahren (Jet-Grouting, Soilcrete-Verfahren, HDI-Säulen) bei dem mit einem Hochdruck-Düsenstrahl der sandige - schluffige, tonige Boden aufgefräst und mit Injektionssuspensionen vermischt wird, so daß je nach Dreh- und Ziehgeschwindigkeit des eingespülten Düsenträgers unterschiedlich dicke säulen- oder wandartige bzw. auch ebenflächige Boden-Zementsteinkörper hergestellt werden können. In rolligen Böden betragen die erreichbaren Zylinderdruckfestigkeiten  $> 6 \text{ MN/m}^2$ . In stark bindigen Böden mit quellfähigen Tonmineralien werden häufig nur Druckfestigkeiten  $< 1 \text{ MN/m}^2$  erreicht /U 14/. Die Hochdruckinjektion erfolgt senkrecht von oben. Als Injektionsmittel wird bisher fast ausschließlich Zementsuspensionen verwendet, weil Zement im Baugrund auch ohne weitere Prüfungen als umweltverträglich angesehen wird. Bei dem Dreiphasenverfahren erfolgt das Lösen des Baugrundes durch einen Wasserstrahl mit Unterstützung durch Druckluft ( $0,5 - 0,6 \text{ MN/m}^2$ ). Das Wasser wird unter entsprechend hohem Druck ( $40 - 60 \text{ MN/m}^2$ ) eingepreßt. Die Düsen für Wasser und Luft sind coaxial angeordnet, so dass ein konzentrierter, luftummantelter Wasserstrahl entsteht. Die coaxialen Düsen sitzen einige Dezimeter über der Suspensionsdüse. Die Suspension wird mit mittlerem Druck ( $1,5 - 4,0 \text{ MN/m}^2$ ) eingepreßt. Das Dreiphasenverfahren gibt dem Schneid- und Lösestrahl die größte Reichweite (Ton; halbfest max. 1,4 m Durchmesser) /U 16/. Es ist zu berücksichtigen, dass während der Erstellung der Injektionssäulen das Korngerüst völlig zerstört wird und dies bis zum Aushärten der Boden - Suspensionsmischung zu einem entfestigten Baugrundbereich führt. Daher sollten die Hochdruckinjektionssäulen nur in Sperrpausen hergestellt werden. Bei der Herstellung fällt ein Überschuss an Boden - Zementsuspension in der Größenordnung des 5 bis 7 fachen Volumen der Säule an, der als Entsorgungsmaterial zu berücksichtigen ist /U 15/. Die Gleislage ist über den gesamten Zeitraum der Baumaßnahme messtechnisch zu überwachen. Durch das Injizieren mit hohem Druck kann es nicht nur zu Hohlräumen und damit Setzungen, sondern auch zu Hebungen kommen.



Die andere Möglichkeit ist erst die Spundwände einzubringen, dann den Aushub bis auf Gründungsebene Dichtsohle zu erstellen und danach mit Unterwasserbeton die Dichtsohle herzustellen. Hiernach können auch die Anker für die Rückverankerung eingebracht und die Baugrube danach trockengelegt werden.

Generell ist darauf hinzuweisen, dass vor Baubeginn entsprechende Vorversuche durchgeführt werden sollten, die die Funktion der vorgeschlagenen Bauweise während der einzelnen Bauphasen bestätigen. Dabei sind InSitu - Versuche z.B. durch Herstellung von Probekörpern und Nachweis der Dichtung durch Bohrungen bzw. Ausgraben der Probekörper durch die ausführende Baufachfirma, durchzuführen.

Bei einer flächigen Grundwasserabsenkung ist zu berücksichtigen, dass im Absenkungsbereich der Auftrieb entfällt und das Raumgewicht des Bodens sich erhöht. Die dadurch bewirkte zusätzliche Belastung des Baugrundes kann zu Setzungen an vorhandenen Bauten und Verkehrswegen innerhalb des Absenkbereiches führen.

Bei notwendig werdenden Grundwasserabsenkungen empfehlen wir in jedem Fall entsprechende Pumpversuche im Vorfeld der Baumaßnahme auszuführen. Bei einer Pfahlgründung sind die Pfähle mit vorausseilender Verrohrung herzustellen. Unter dem Grundwasserspiegel ist mit Wasserüberdruck bzw. Überdruck einer Tonsuspension zu bohren. Auflockerungen infolge des Herstellungsprozesses der Pfähle, insbesondere in den Sandschichten, sind grundsätzlich zu vermeiden.

Nach dem Entfernen des Verbaus sind aufgelockerte Bereiche unbedingt nachzuverdichten.

### **3.4 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes**

Entwässerungsanlagen sind nach Ril 836 dort vorzusehen, wo das Grund- oder Schichtwasser höher als bis 1,50 m unter SO ansteigen kann.

Nach DWA-A 138 /U 12/ sind Böden versickerungsfähig, deren  $k_f$ -Werte im Bereich von  $10^{-3}$  bis  $10^{-6}$  m/s liegen. Ferner sollte die Mächtigkeit des Sickerraumes (Gesteinskörper, der zum Betrachtungszeitpunkt kein Grundwasser enthält), bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Im vorliegenden Fall besitzen die über dem Grundwasser erkundeten, pleistozänen Terrassensande und Kiese der Bodengruppen SE, SW, SI, sowie GW  $k_f$ -Werte  $>10^{-6}$  m/s und sind gemäß DWA-A138 ausreichend versickerungsfähig. In Anlage 4.1 haben wir an ausgewählten Proben mittels Nasssiebung die Kornverteilung ermittelt und daraus nach USBR/Bialas bzw. Beyer die  $k_f$ -Werte bestimmt. Mit Berücksichtigung eines Korrekturfaktors von 0,2 für die Bestimmung des  $k_f$ -Wertes aus der Kornverteilungskurve ergibt sich der mittlere Bemessungs- $k_f$ -Wert zu  $k_f \approx 10^{-5}$  m/s.

Die aufgefüllten Sande und Kiese der Bodengruppen SU, GT sind ebenfalls für eine Versickerung geeignet. Die rolligen Auffüllungen der Bodengruppen SU\* sind nur bedingt versickerungsfähig, da ihr  $k_f$ -Werte im Grenzbereich von  $10^{-6}$  m/s liegt.

### **Fazit**

Im Bereich der Bohrpunkte ist eine Versickerung von Niederschlagswasser gemäß DWA-A 138 möglich, sofern die rolligen Terrassensande der Bodengruppen SU\* mit den Versickerungsanlagen durchstoßen werden.

### **3.5 Anker**

Das Bauwerk soll im Gründungsbereich 3 und 4 durch eine Rückverankerung der ca. 1,10 m mächtigen Dichtungssohle gegen ein „Aufschwimmen“ gesichert werden. Nachfolgend werden Hinweise und Empfehlungen zur Rückverankerung der Dichtungssohle gegeben.

Unter Verpressankern versteht man Stahlzugglieder, die in Bohrlöchern von ca. 80 bis 150 mm Durchmesser eingebaut sind und am erdseitigen Ende, in einem durch Einpressen von Zementmörtel hergestellten Verpresskörper, verankert werden. Die Kräfte werden vom Bauwerk über den Ankerkopf in das Stahlzugglied und von dort über den Verpresskörper im Bereich der Krafteintragungslänge in den Baugrund eingeleitet. Die Überprüfung des Tragverhaltens der Anker im Bereich der Krafteintragungslänge erfolgt durch Anspannen gegen das zu verankern- de Bauteil. Den Einbau, die Prüfung und die Überwachung von Dauer- und Kurzzeitankern regelt die DIN EN 1537. An jedem Anker ist eine Abnahmeprüfung durchzuführen.

Für notwendige Rückverankerungen des Baugrubenverbaus und der Dichtsohle mittels Verpressankern können in Abhängigkeit von der Krafteintragungslänge sowie den vorhandenen Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen die charakteristischen Herausziehwiderstände näherungsweise nach den Diagrammen von OSTERMAYER /U 13/ abgeschätzt werden.

Die Verpresskörper der Anker müssen in die mitteldicht bis dicht gelagerten einbinden.

Nachfolgend wird zur Bemessung der Anker Diagramme aus /U 13/ dargestellt. Für nichtbindige Böden sind in den nachfolgenden Grafiken die Grenzlaster beim Bruch in Abhängigkeit von der Krafteintragungslänge (Verpresskörperlänge) für verschiedene Lagerungsdichten dargestellt..

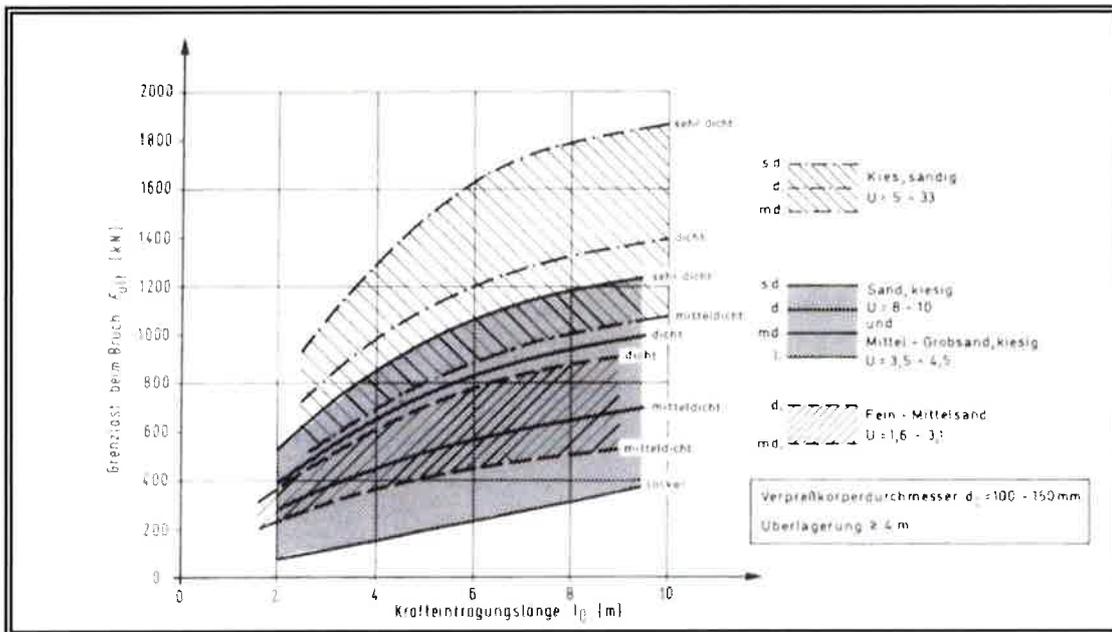


Bild 1 aus /U 13/ Grenzlaster von Ankern in nichtbindigen Böden

Aus nachfolgender Grafik kann in Abhängigkeit der Schlagzahlen der schweren Rammsondierung die Grenzlaster beim Bruch in nichtbindigen Böden ermittelt werden.

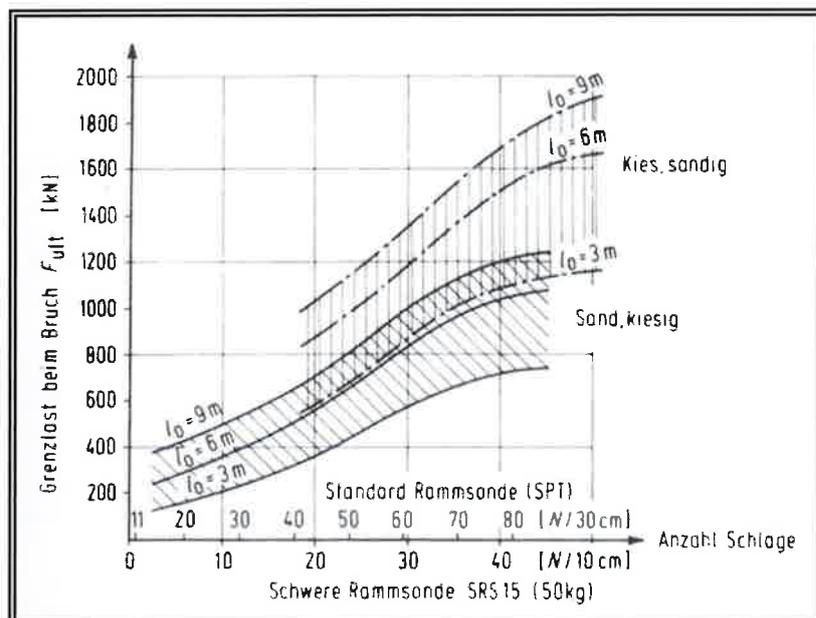


Bild 2 aus /U 13/ Abhängigkeit zwischen der Grenzlast von Ankern und dem Eindringwiderstand von Rammsonden in nichtbindigen Böden.

Für die erkundeten Terrassensande können folgende Grenzlasten in Ansatz gebracht werden:

Tabelle 10: charakteristische Herauszieh Widerstände für Verpressanker in nichtbindigen Böden

Schicht	Krafteintragungslänge $l_0$ [m]	charakteristischer Herauszieh Widerstand $R_{a,k}$ [kN]		
		locker	mitteldicht	dicht
Schicht 10.1.1; 10.1.2; 10.1.3, Sande und Kiese	2 m	100	250	375
	3 m	125	325	500
	4 m	150	425	600
	5 m	175	475	725
	6 m	200	500	800
Schicht 10.1.4; 10.1.5; 10.1.6; 10.2.4; 10.2.5; 10.2.6, schluffige, tonige Sande und Kiese	2 m	nicht vorh.	200	350
	3 m	nicht vorh.	275	450
	4 m	nicht vorh.	350	575
	5 m	nicht vorh.	385	700
	6 m	nicht vorh.	420	775

Grundlagen: Verpresskörperdurchmesser  $d_0 = 100...150$  mm und Überlagerung  $\geq 4$  m

Eine Abschätzung von charakteristischen Herauszieh Widerständen für Verpressanker in weichen bindigen Böden (Schicht 16.1.4 und 6.1.2) nach den v.g. Diagrammen ist nicht möglich.

Der tatsächliche charakteristische Herauszieh Widerstand ist an Probeankern im Rahmen einer Eignungsprüfung an mindestens drei Ankern zu ermitteln. An jedem fertig gestellten Anker ist eine Abnahmeprüfung durchzuführen.

Für den Entwurf der Anker sind nach /U 13/ folgende Punkte zu beachten:

- Die freie Ankerlänge sollte mindestens 5 m betragen, um sicherzustellen, dass die Vorspannkraft planmäßig in den Baugrund eingeleitet wird.
- Die Verpresskörperlänge (Krafteintragungslänge) sollte ganz im bindigen oder ganz im nichtbindigen Boden liegen. Übergangsbereiche sind zu vermeiden.
- Wegen möglicher Richtungsabweichungen des Bohrlochs und der gegenseitigen Beeinflussung bei der Krafteintragung sollten die Verpresskörper bei 15 m bis 20 m langen Ankern einen planmäßigen Achsabstand von mindestens  $a = 1,5$  m aufweisen.

- Durch Spreizung der Anker in einer Reihe ist gegebenenfalls der planmäßige Mindestabstand von 1,5 m zu erzielen.
- Der planmäßige Abstand zwischen Verpresskörper und bestehenden Bauwerken oder empfindlichen Leitungen sollte 3 m nicht unterschreiten.
- Die Verpresskörper sollten mindestens 4 m unter der Geländeoberkante liegen.
- Bruch oder Kriechen eines einzelnen Ankers darf die Standsicherheit der verankerten Konstruktion nicht gefährden.
- Ab einem Verpresskörperabstand von mehr als dem Zehnfachen des Verpresskörperdurchmessers ist keine maßgebliche gegenseitige Beeinflussung mehr zu erwarten.
- Bei üblichen Verpresskörperdurchmessern von 100 mm bis 150 mm sollte im Allgemeinen ein planmäßiger Abstand der Verpresskörper von 1,50 m nicht unterschritten werden.

### **3.6 Einfluss auf angrenzende Bebauung**

Im Einflussbereich der neuen EÜ Golfstraße befindet sich das Streckengleis 3624, das im selben Zeitraum aus seiner gegenwärtigen Lage verschwenkt und mit einer neuen Rampe als Unterbau versehen wird. Bei Neubau der EÜ unter Betrieb der vorhandenen Streckengleise wird empfohlen, insbesondere bei erforderlichen Rammarbeiten, eine kontinuierliche Beobachtung und messtechnische Überwachung der in Betrieb befindlichen Gleisanlagen und Masten vorzunehmen. Ggf. ist eine Langsamfahrstelle als bahnseitige Schutzmaßnahme einzurichten.

### 3.7 Ausbildung der Hinterfüllung / Auffüllung

Mit dem Neubau der EÜ Golfstraße sind die Hinterfüllungen sowie die Dammauffüllungen im Bereich der Strecken 3520 sowie 3683 gemäß den Forderungen der Ril 836 auszubilden. Nach Ril 836 sind Bauwerkshinterfüllungen sowie Dammauffüllungen so auszubilden, dass Setzungen am Übergang zwischen Kunstbauwerk und Erdbauwerk infolge

- Konsolidierung des Untergrundes,
- Eigenverformung der Hinterfüllung und
- Verkehrsbelastung minimiert werden.

Danach sollten die Hinterfüllmaterialien gemäß Ril 836, Modul 836.0504, Bild 2 aus wasser-durchlässigen, grobkörnigen, weit- oder intermittierend gestuften Kiessanden (GW, GI, SW, SI nach DIN 18196) mit einem Verdichtungsgrad  $D_{pr} \geq 1,0$  bestehen. Um dies zu erreichen, sollen sie im erdfeuchten Zustand in Lagen von  $d \leq 0,30$  m eingebaut und verdichtet werden. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung kontinuierlich nachzuweisen. Das einzubauende Material ist auf seine Eignung hin im Vorfeld der Baumaßnahme zu prüfen. Eine schematische Darstellung für die Ausführung der Hinterfüllung bei bestehenden Strecken enthält Bild 3.

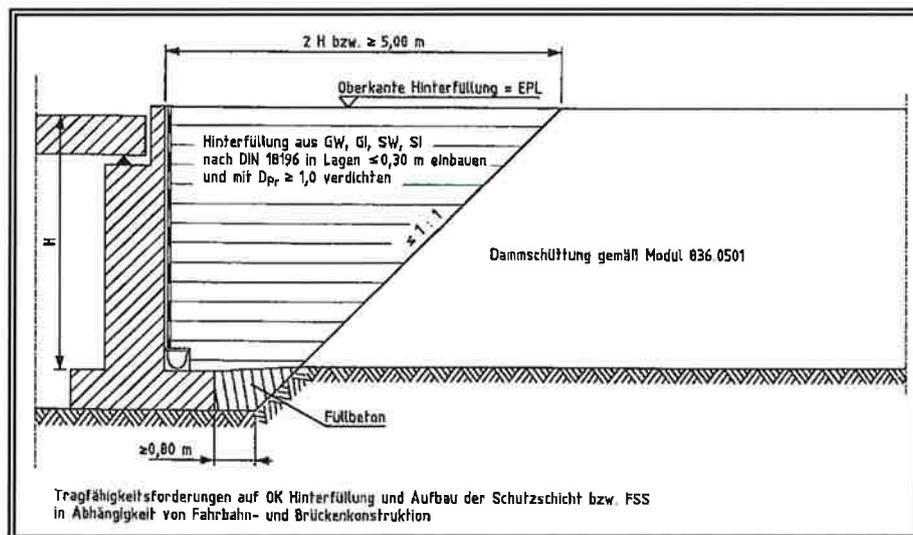


Bild 3: Ausbildung der Hinterfüllung gemäß Ril 836

Die Breite des Hinterfüllbereiches muss auf OK der Hinterfüllung mindestens 5,0 m bzw. 2 x H (Auffüllhöhe) betragen. Der größere Wert ist maßgebend. Zur Entwässerung empfehlen wir eine Sickerschicht mit Entwässerungsrinne anzuordnen und anfallendes Wasser aus dieser abzuleiten.



### **3.8 Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen**

Die beim Neubau der EÜ Golfstraße anfallenden Erdmassen stellen sandige, kiesige und tonige Auffüllungen sowie die anstehenden Sande und Kiese dar. Diese Böden sind nach Ril 836, Modul 836.0504, Bild 2 als Hinterfüllmaterial nicht geeignet. Sie können jedoch in Bereichen ohne besondere Anforderungen an Durchlässigkeit, Verdichtungsgrad, Frostempfindlichkeit usw. als Auffüllmaterial o.ä. eingesetzt werden.

Fremdbestandteile wie Wurzeln, Schotter Bauschutt, Schlacke o.ä. sind vor einer Wiederverwendung der Böden auszusondern. Breiige und weiche Tone sind vor einem Wiedereinbau zu behandeln (Zumischung von Grobkorn, Austrocknung).

Für den Wiedereinbau ist gemäß LAGA 20 bzw. Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“, Hessen eine Haufwerksuntersuchung erforderlich. Die umweltanalytischen Laborergebnisse werden in einem gesonderten Bericht dargestellt und erläutert.

## **4 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen**

Im vorliegenden geotechnischen Bericht sind die Baugrundverhältnisse und deren Bewertung für den Neubau der EÜ Golfstraße unter den Strecken 3624, 3520 und 3683 Frankfurt-Louisa - F-Niederrad bzw. Frankfurt-Sportfeld - F-Niederrad dargestellt. Die Untersuchungen beziehen sich auf die Ermittlung der Eigenschaften der aufgefüllten und anstehenden Böden zur Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Gründung des Bauwerkes.

Der Baugrund besteht, im Dammbereich aus rolligen und punktuell bindigen Auffüllungen in Form von schwach schluffigen bis schluffigen Sanden und Kiesen sowie leichtplastischen Tonen. Darunter folgen ab Geländeoberkante in Wechsellage locker über mitteldicht bis dicht gelagerten Terrassenkiesen und -sanden, sowie halbfeste Tone. Die Beschreibung der Bodenverhältnisse wurde durch bodenphysikalische Laborversuche unteretzt.

Das Grundwasser wurde mit den Kernbohrung BK 1 bis BK 3 nach Bohrende in einer Tiefe von ca. 95,08 m NN festgestellt. Wir empfehlen, den Bemessungswasserstand zuzüglich eines Sicherheitszuschlages von 1 m bei ca. 96,08 m NN anzunehmen.

In Abschnitt 2 wird aus den erkundeten Bodenschichten ein Baugrundmodell gebildet und die zugehörigen Boden- und Berechnungskennwerte angegeben. Ferner werden in diesem Abschnitt Aussagen zur Rammfähigkeit und Versickerungsfähigkeit des Untergrundes gemacht.



Angaben zur Gründung des Kreuzungsbauwerkes, Baugrubensicherung, Rückverankerung, Wasserhaltung sowie Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen enthält Abschnitt 3.

Ausgehend von den Erkundungsergebnissen ist eine Flachgründung des neuen Trogbauwerkes möglich.

Wir empfehlen den Grundwasserspiegel für einen Zeitraum von 2 Jahren kontinuierlich zu überwachen. Das beauftragte Grundwassermonitoring der Firma BGS UMWELT ist für die weitere Planung zu berücksichtigen.

Die punktförmig durchgeführten Bodenuntersuchungen geben einen guten Überblick über die vorhandenen Untergrundverhältnisse, sie schließen jedoch Abweichungen in Teilbereichen nicht aus. Wir empfehlen uns einzuschalten, wenn sich Abweichungen von den Untersuchungsergebnissen ergeben bzw. planungstechnische Änderungen durchgeführt werden, die Einfluss auf die Gründung der Bauwerke haben können.

aufgestellt:

Dipl.-Geol. U. Tang