



Anlage entfällt
ersatzlos

Anlage 17.11

DB International GmbH
Baugrund
Bereich West / Südwest
Büro Frankfurt am Main
Oskar-Sommer-Straße 15
60599 Frankfurt am Main
Tel. 069 6319-176
Fax. 069 6319-118

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

UNGÜLTIG

Geotechnischer Bericht

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

Teilobjekt: Abschnitt nördlich des Mains
Gleis- und Weichenumbau der Strecke 4010, km 77,750 - km 78,500

Leistungsphase: Entwurfsplanung

Auftraggeber: DB ProjektBau GmbH
Regionalbereich Mitte
BV-MI-P (4-S_T)
Hahnstraße 52
60528 Frankfurt (Main)

Auftragsnummer: PF 3 0368 01

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Ch. Sielisch

Dieser geotechnische Bericht umfasst 21 Seiten und 5 Anlagen und darf auszugsweise nicht veröffentlicht werden.

Frankfurt, 10.03.2011

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

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

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1 Einleitung | 3 |
| 1.1 Unterlagen | 3 |
| 1.2 Vorgang / Aufgabenstellung | 4 |
| 1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen | 4 |
| 2 Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse | 6 |
| 2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse | 6 |
| 2.2 Geologische Situation | 7 |
| 2.3 Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau und Kennwerte | 8 |
| 2.4 Hydrologische Verhältnisse | 11 |
| 3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen | 12 |
| 3.1 Dammverbreiterung | 12 |
| 3.2 Tragschichtsystem | 12 |
| 3.2.1 Anforderungen an das Tragschichtsystem | 12 |
| 3.2.2 Bemessung des Tragschichtsystem | 13 |
| 3.2.3 Materialanforderungen | 18 |
| 3.2.4 Abnahmekriterien | 18 |
| 3.3 Entwässerung / Versickerungsfähigkeit | 18 |
| 3.4 Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen | 19 |
| 3.5 Geotechnische Hinweise zur Bauausführung | 20 |
| 4 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen | 21 |

Anlagenverzeichnis

| | | |
|------------------|----------------------------------------|---------|
| Anlage 17.11.1 | Abkürzungsverzeichnis | 1 Blatt |
| Anlage 17.11.2 | Lage- und Aufschlusspläne | 1 Blatt |
| Anlage 17.11.3 | Bohr-/Sondierprofile und Rammdiagramme | 2 Blatt |
| Anlage 17.11.4 | Bodenmechanische Laborergebnisse | |
| Anlage 17.11.4.1 | Körnungslinien | 7 Blatt |
| Anlage 17.11.4.2 | Zustandsgrenzen | 1 Blatt |
| Anlage 17.11.5 | Fotodokumentation | 4 Blatt |

1 Einleitung

1.1 Unterlagen

Zur Ausarbeitung dieses Geotechnischen Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /U 1/ Bestellung 0086/VEW/22669874 vom 10.08.2010 zum Vertrag 0016/RA8/92166128 vom 06.08.2010 auf Grundlage unseres Angebotes ID30616 vom 19.07.2010.
- /U 2/ Vorplanung Lagepläne LP21A, 22A, 23A, 04A und 05A, von DB ProjektBau GmbH, Stand: Juli 2004 / Okt. 2009 / Aug. 2010.
- /U 3/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der Fa. Umweltgeotechnik GmbH, Dez. 2010.
- /U 4/ Laborergebnisse der DB International GmbH, Baugrund, Jan. 2011.
- /U 5/ Geologische Karte von Hessen, Blatt 5917 Kelsterbach, 3. neu bearbeitete Auflage, Maßstab 1:25.000; Herausgeber: Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden 1980.
- /U 6/ Hydrologisches Kartenwerk, Hessische Rhein- und Mainebene, Grundwasserhöhengleichenplan vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Maßstab 1:50.000, Stand: 10/2009.
- /U 7/ Datenauszug zu Grundwassermessstellen vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie und der HESSENWASSER GMBH & CO. KG - MONITORING UND GRUNDWASSERMESSTELLEN, Stand: Sept. 2010.
- /U 8/ Ril 836 Erdbauwerke planen, bauen und instand halten, Fassung vom 01.10.2008.
- /U 9/ DBS 918 062 Technische Lieferbedingungen Korngemische für Trag- und Schutzschichten zur Herstellung von Eisenbahnfahrwegen, Juli 2007.
- /U 10/ Technische Mitteilung - als Handlungsanweisung gemäß Konzernrichtlinie 138.0202 - zum Geotechnischen Ingenieurbau Nr. 304/2003/012: „Anwendererklärung Ril 836: Einbau von Schutzschichten auf Strecken des Bestandsnetzes“, vom 01.06.2004.
- /U 11/ Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ Stand: 05/2005.
- /U 12/ ZTVE-StB 09 Zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Fassung 2009.
- /U 13/ Email von Herrn Kauck, DB ProjektBau GmbH, Frankfurt, bzgl. Gleislagefehler, Geschwindigkeit und Instandhaltungsaufwand vom 13.01.2011.

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

1.2 Vorgang / Aufgabenstellung

Der Ausbau des Knotens Frankfurt(Main)-Sportfeld ist ein Teilprojekt der Gesamtmaßnahme Frankfurt RheinMain^{plus}. Der Knoten Frankfurt(Main)-Sportfeld soll in der 2. Ausbaustufe im Streckenabschnitt nördlich des Mains, beginnend am nördlichen Widerlager der neuen Mainbrücke bei ca. km 77,750 bis zum Planungsende bei ca. 78,500 durch zwei zusätzliche Fernverkehrsgleise ausgebaut werden. Zwischen den neuen Eisenbahnüberführungen Mainbrücke, Gutleuthofstraße, Gutleuthof und Ladestraße bis km 78,500 wird der Bestandsdamm für die neuen Streckengleise der Strecke 4010 verbreitert (Dammverbreiterung). Auf der Dammverbreiterung liegen die neuen Streckengleise.

Die DB International GmbH, Baugrund wurde auf der Grundlage der Bestellung /U 1/ mit der Erkundung und geotechnischen Bewertung des Baugrundes sowie der Bemessung des Tragschichtsystems nach Ril 836 /U 8/ im Untersuchungsbereich km 77,750 bis km 78,500, einschließlich der baugrundtechnischen Empfehlungen beauftragt. Die Dammverbreiterungen in den einzelnen Teilabschnitten zwischen den Eisenbahnüberführungen sind den entsprechenden Gutachten zu entnehmen.

- Gutachten Dammverbreiterung km 77,750 - km 77,870 vom 18.02.2011
- Gutachten Stützwand / Dammverbreiterung km 77,900 - km 77,980 vom 25.02.2011 (Fa-Stellwerk)
- Gutachten Stützwand / Dammverbreiterung km 78,050 - km 78,450 vom 03.03.2011 (Stützwand Aufenthaltsraum und Stützwand Ladestraße)

Des Weiteren waren umweltanalytische Untersuchungen des im Untersuchungsbereich erkundeten Bodens durchzuführen.

Nachfolgend werden die Untersuchungsergebnisse für den Gleis- und Weichenumbau dargestellt und bewertet. Die abfalltechnische Beurteilung erfolgt in einem separaten Bericht.

1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen

Während des Streckenbegangs durch Mitarbeiter der DB International GmbH vom 06.-08.10.2010 wurden durch die Fa. Geolog die Ansatzpunkte nach Vorgabe des RP Darmstadt auf Kampfmittelverdacht hin untersucht und freigemessen.

Die Aufschlussarbeiten wurden durch die Firma Umweltgeotechnik GmbH vom 01.-16.12.2010 ausgeführt. Unter Berücksichtigung der geplanten Trassenführung gemäß /U 2/ waren sowohl in Gleisachse der bestehenden Gleisanlagen als auch außerhalb der bestehenden Trasse

Handschrufe (S) bis max. 1,20 unter SO (Schienenoberkante) und Kleinbohrungen (RKS; Ø 60 mm) bis 3,00 m unter SO vorgesehen. Darüber hinaus können für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse im Untersuchungsbereich die Erkundungen für die Eisenbahnüberführungen Mainbrücke, Gutleutstraße, Gutleuthof und Ladestraße herangezogen werden. Die hier im Damm-/Hinterfüllbereich geplanten schweren Rammsondierungen konnten aufgrund unzureichender Platzverhältnisse nicht ausgeführt werden. Nach Rücksprache mit dem AG sind diese durch leichte Rammsondierungen (DPL-5) ersetzt worden.

Die Aufschlüsse S/RKS/DPL-5 125, 128, 131, 134, S/RKS 134a, S/RKS/DPL-5 135, 138 und S/RKS 134, 145 mussten aufgrund eines zu hohen Eindringwiderstandes vorzeitig abgebrochen werden. Die Aufschlüsse stellen sich geordnet nach steigendem Kilometer im Einzelnen wie folgt dar:

Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten Aufschlüsse

| km ¹⁾ | Aufschluss | Lage ¹⁾ | Ansatzhöhe [m NN] | Endtiefe [m NN] | Aufschlusstiefe [m] |
|------------------|------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------------|
| 34,340 | S/RKS 123 | 5,0 m r.d.GA | 101,42 | 90,92 | 10,50 |
| 34,340 | DPL-5 123 | 5,0 m r.d.GA | 101,42 | 90,42 | 11,00 |
| 34,445 | S/RKS 125 | 3,3 m r.d.GA | 101,60 | 92,50 | 9,10 ²⁾ |
| 34,445 | DPL-5 125 | 3,3 m r.d.GA | 101,60 | 92,70 | 8,90 ²⁾ |
| 34,507 | S/RKS 128 | 3,8 m r.d.GA | 102,40 | 93,80 | 8,60 ²⁾ |
| 34,507 | DPL-5 128 | 3,8 m r.d.GA | 102,40 | 93,40 | 9,00 ²⁾ |
| 34,570 | S/RKS 131 | 2,0 m r.d.GA | 100,94 | 94,34 | 6,60 ²⁾ |
| 34,570 | DPL-5 131 | 2,0 m r.d.GA | 100,94 | 93,94 | 7,00 ²⁾ |
| 34,651 | S/RKS 134 | 1,2 m r.d.GA | 100,93 | 94,43 | 6,50 ²⁾ |
| 34,651 | DPL-5 134 | 1,2 m r.d.GA | 100,93 | 93,53 | 7,40 ²⁾ |
| 34,715 | S/RKS 134a | 1,5 m r.d.GA | 100,59 | 93,89 | 6,70 ²⁾ |
| 34,745 | S/RKS 135 | 2,0 m r.d.GA | 100,44 | 96,24 | 4,20 ²⁾ |
| 34,745 | DPL-5 135 | 2,0 m r.d.GA | 100,44 | 96,24 | 4,20 ²⁾ |
| 34,792 | S/RKS 138 | 1,8 m r.d.GA | 100,34 | 96,24 | 4,10 ²⁾ |
| 34,792 | DPL-5 138 | 1,8 m r.d.GA | 100,34 | 96,24 | 4,10 ²⁾ |
| 34,905 | S/RKS 139 | 2,4 m r.d.GA | 100,14 | 97,14 | 3,00 |
| 35,005 | S/RKS 141 | 2,2 m r.d.GA | 100,84 | 97,84 | 3,00 |
| 35,054 | S/RKS 143 | in GA | 101,66 | 100,11 | 1,55 ²⁾ |
| 35,109 | S/RKS 145 | in GA | 102,28 | 100,63 | 1,65 ²⁾ |

S...Schurf, B...Kernbohrung, RKS...Kleinbohrung, DPH...schwere Rammsondierung, DPL-5...leichte Rammsondierung mit einer Sondierspitze A=5cm², l./r. d. GA...links/rechts der Gleisachse

¹⁾ bezogen auf Streckengleis 3620

²⁾ vorzeitiger Abbruch, zu hoher Eindringwiderstand

Alle Ansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe auf m NN des DB Referenznetzes und die Gleisachse des nächstgelegenen Streckengleises eingemessen. Die Entnahme von Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei Schichtenwechsel. Die einzelnen, auf Bohrmeisterangaben beruhenden, handschriftlichen Schichtenverzeichnisse [U 3] können bei Bedarf im Archiv der DB International GmbH, Baugrund eingesehen werden. Die Lage der Aufschlüsse ist aus Anlage 17.11.2 ersichtlich. Die Baugrundprofile sind bezogen auf m NN in der Anlage 17.11.3 dargestellt.

Die entnommenen Bodenproben wurden durch den 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 Untersuchungen unterzogen worden.

Im Einzelnen wurden ausgeführt:

- 6x Nass-/Trockensiebung nach DIN 18123,
- 1x kombinierte Sieb-/Schlamm-analyse nach DIN 18123 und
- 1x Bestimmung der Atterberg'schen Zustandsgrenzen nach DIN 18122.

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen können der Anlage 17.11.4 entnommen werden.

Weiterhin sind chemische Laboruntersuchungen an Bodenproben aus dem Untersuchungsbereich durchgeführt worden. Die umweltanalytischen Untersuchungen werden in einem separaten Bericht dargestellt und ausgewertet.

2 Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Die neu geplante Dammverbreiterung von km 77,750 bis km 78,500 beginnt am nördlichen Widerlager der EÜ Mainbrücke, verläuft über die Eisenbahnüberführungen Gutleutstraße, Gutleuthof und Ladestraße bis zum Planungsende bei km 78,500. Die Bestandsgleise der Bahnstrecken 3620/3520 liegen hier auf einem ca. 6-7 m hohen Damm. Die Böschungen des Bestandsdammes sind stark bewachsen.

2.2 Geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet liegt regionalgeologisch 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 Rupeltones 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 Kiesel-schiefer 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 Kiesel-schiefer 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.

Ergeben sich im Verlauf der Bohrarbeiten auffällige Abweichung von der hier beschriebenen Geologie ist unverzüglich der Baugrundgutachter zu informieren.

2.3 Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau und Kennwerte

Gleisschotter

Der Gleisschotter wurde mit den im Damm ausgeführten Schürfen und Kleinbohrungen mit einer Gesamtschotterstärke von 0,2 m bis 1,1 m angetroffen. Der Schotter ist in den Schürfen 134 bis 145 in der oberen Zone, 0,19...0,5 m, als leicht verschmutzt bis verschmutzt beurteilt, mit einem abgeschätzten Feinanteil von < 30 %. Der Schotter ist hier mit sandigen, kiesigen und zum Teil auch humosen Bestandteilen durchsetzt und wird als reinigungsfähig eingeschätzt. Die darunter liegende Mischzone in diesen Schürfen, mit einer Höhe von 0,2...0,9 m ist verschmutzt bis stark verschmutzt, mit einem vom Bohrmeister abgeschätzten Feinanteil von bis zu 35 %. Gemäß Bohrmeisterangaben ist diese Mischzone reinigungsfähig bis nicht reinigungsfähig.

Mit den Schürfen 123, 125 und 128 wurde aufgrund des größeren Abstandes zum Gleis keine klare Abgrenzung zwischen oberer Zone und Mischzone festgestellt. Der Schotter ist mit sandigen, kiesigen, schluffigen und humosen Anteilen vermischt. Der Feinkornanteil liegt bei ca. 20-30 %. Der Schotter ist hier ebenfalls reinigungsfähig bis nicht reinigungsfähig.

Eine Übersicht der erkundeten Schotterdicken und geschätzten prozentualen Feinanteile der Mischzone ist in Tabelle 2 zusammengestellt. Die Einschätzung der mechanischen Reinigungsfähigkeit gilt vorbehaltlich einer abfalltechnischen Einstufung des Schotters.

Tabelle 2: Erkundete Schotterverhältnisse

| Aufschluss-Nr. | Lage zu GA | Gesamt-schotterhöhe [m] | Höhe Mischzone [m] | Feinanteil geschätzt [%] | mechanisch reinigungsfähig |
|----------------|--------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|
| 123 | 5,0 m r.d.GA | 1,00 | 1,00 | --- | ja |
| 125 | 3,3 m r.d.GA | 0,20 | 0,20 | 30 | ja |
| 128 | 3,8 m r.d.GA | 0,20 | 0,20 | 30 | nein |
| 134 | 1,2 m r.d.GA | 0,70 | 0,20 | 25 | nein |
| 134a | 1,5 m r.d.GA | 1,00 | 0,65 | 30 | nein |
| 135 | 2,0 m r.d.GA | 1,00 | 0,60 | 35 | nein |
| 138 | 1,8 m r.d.GA | 1,10 | 0,90 | 35 | nein |
| 139 | 2,4 m r.d.GA | 0,45 | 0,24 | 35 | nein |
| 141 | 2,2 m r.d.GA | 0,60 | 0,41 | 35 | nein |
| 143 | in GA | 0,65 | 0,24 | 25 | ja |
| 145 | in GA | 0,69 | 0,41 | 25 | ja |

Auffüllungen

Mit den ausgeführten Kleinbohrungen im Bestandsdamm sind beginnend ab Geländeoberkante bzw. unter dem Gleisschotter im Damm rollige Auffüllungen erkundet worden.

Die rolligen Auffüllungen stellen sich zum einen als eng- bis weitgestufte und schwach schluffige bis schluffige, schwach tonige **Fein- bis Mittelsande**, mit kiesigen Anteilen dar. Zum anderen wurden auch intermittierende und weitgestufte sandige bis stark sandige **Kiese**, lokal schwach schluffig und steinig erkundet. Die aufgefüllten Sande und Kiese sind mit Schotter, Schlacke, Bauschutt und Wurzelresten durchsetzt. Nach DIN 18196 werden die Auffüllungen den Bodengruppen [SE, SW, SU, ST, SU*, GI, GW] zugeordnet. Die Lagerungsdichte ist gemäß den Ergebnissen der leichten Rammsondierungen als locker bis dicht einzuschätzen, wobei die leichten Rammsondierungen DPL-5 134, 135 und 138 aufgrund unzureichender Eindringtiefe (Schlagzahlen > 40-50 pro 10 cm Eindringtiefe) vorzeitig abgebrochen wurden. Die erkundete Schichtdicke im Damm weist Mächtigkeiten zwischen 0,96 m (S/RKS 145) und 7,9 m (S/RKS 125) auf. Die Kleinbohrungen 134 bis 145 enden in den rolligen Auffüllungen.

Anstehender Boden

Unterhalb der Auffüllungen wurden nur mit den Kleinbohrungen RKS 123, 125, 128 und 131 die quartären Hochflutablagerungen als anstehende Böden angetroffen.

Hierbei handelt es sich um **Hochflutsande** und **Hochflutlehme**. Das sind überwiegend schluffige, tonige, kiesige Fein- bis Grobsande der Bodengruppen SU* und ST*, am Ansatz der RKS 131 auch ein enggestufter Fein-/Mittelsand der Bodengruppe SE. In den Hochflutsanden finden sich immer wieder Sandsteinstücke. Die Lagerungsdichte dieser rolligen Böden ist im Ergebnis der Rammsondierungen als mitteldicht und dicht zu bewerten. Die leichten Rammsondierungen DPL-5 125, 128 und 131 mussten infolge eines unzureichenden Bohrfortschritts (Schlagzahlen > 50 pro 10 cm Eindringtiefe) vorzeitig abgebrochen werden. Die Kleinbohrungen RKS 123, 125, 128 und 131 enden in den sandigen Hochflutsedimenten.

Am Ansatz der Kleinbohrung 131 ist zwischen den Dammauffüllungen und den Hochflutsanden ein Hochflutlehm in Form eines mittelplastischen sandigen Tones der Bodengruppe TM angetroffen worden. Die Konsistenz dieser bindigen Schicht (0,8 m dick) ist gemäß Laborversuch als weich einzuschätzen.

Die Unterkante der Hochflutablagerungen liegt in den Kleinbohrungen 125, 128, 129 und 131 bei 6,6 m bis 10,5 m unter GOK (94,34...90,92 m NN).

Den erkundeten Böden lassen sich die in folgender Tabelle 3 enthaltenen Kennwerte (Laboruntersuchung an repräsentativen Einzelproben sowie regionale Erfahrungswerte) zuordnen.

Tabelle 3: Bodenkennwerte und Zuordnungen

| Bezeichnung | Auffüllung | Anstehender Boden | | |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| | | Hochflutablagerung | | |
| | Sand/Kies | Sand | | Ton |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | [SE, SW, SU, ST, SU*, Gl, GW] | SE | SU*, ST* | TM |
| Kornanteil $d \leq 0,063$ mm [%] | 0,1...0,9 [Gl] 9,6...11,6 [SU] 17,6...24,4 [SU*] | < 5 | 30 (ST*) | 61,5 |
| Kornanteil $d > 2,0$ mm [%] | 44,6...57,9 [Gl] 9,7...13,9 [SU] 4,3...16,1 [SU*] | < 40 | 12,8 (ST*) | --- |
| natürl. Wassergehalt w_n [%] | --- | --- | --- | 22,3 |
| korr. Wassergehalt w_k [%] | --- | --- | --- | 23,6 |
| Fließgrenze w_L [%] | --- | --- | --- | 38,0 |
| Ausrollgrenze w_P [%] | --- | --- | --- | 14,1 |
| Plastizitätszahl I_P [%] | --- | --- | --- | 23,9 |
| Konsistenzzahl I_C [-] bez. auf Gesamtprobe | --- | --- | --- | 0,66 |
| Konsistenz handspezifiziert | --- | --- | --- | weich |
| Lagerungsdichte | locker... dicht | dicht | mitteldicht | --- |
| Durchlässigkeitswert k_f [m/s] | | | | |
| nach Beyer, USBR/Bialas | $8,5...7,8 \cdot 10^{-4}$ [Gl] $4,8...4,1 \cdot 10^{-5}$ [SU] $1,2 \cdot 10^{-6}...1,1 \cdot 10^{-5}$ [SU*] | --- | --- | --- |
| Erfahrungswerte | $10^{-3}...10^{-6}$ $10^{-5}...10^{-7}$ [SU*] | $10^{-3}...10^{-5}$ | $10^{-5}...10^{-8}$ | $10^{-7}...10^{-9}$ |
| Durchlässigkeit nach DIN 18 130 | stark bis schwach durchlässig | stark durchlässig bis durchlässig | stark bis schwach durchlässig | schwach bis sehr schwach durchlässig |
| Bodenklasse nach DIN 18 300 *) | 3 4 [SU*] | 3 | 4 | 4 |
| Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 09 | F1 [SE, SW, Gl, GW] F2 [SU, ST] F3 [SU*] | F1 | F3 | F3 |

Tabellenwerte sind Mittelwerte bzw. Einzelwerte aus Laborversuchen.

*) in Abhängigkeit vom Steinanteil auch höher.

2.4 Hydrologische Verhältnisse

Die Aufschlussarbeiten wurden im Dezember 2010 durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt ist mit den im Damm ausgeführten Erkundungen kein Grund- und Schichtenwasser angetroffen worden. Die erkundeten Auffüllungen und anstehenden Böden wurden meist als schwach feucht bis feucht angesprochen, am Ansatz der Kleinbohrungen 134 und 134a in einer Tiefe > 5 m unter GOK auch stark feucht.

Mit den Kleinbohrungen 134a, 135 und 138 ist die schwach schluffige bis schluffige sandige Auffüllung [SU, SU*] direkt unter dem Schotter als nass beschrieben. Diese erhöhte Feuchtigkeit resultiert unseres Erachtens aus den Witterungsbedingungen (Schnee) und einem erhöhten Feinkornanteil (Schluffkorn).

Die grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen [SE, SW, SU, ST, GI, GW] weisen eine gute Durchlässigkeit auf. Es ist daher auch in niederschlagsreichen Zeiten nicht mit der Bildung von Stau- und Schichtwasser auf diesen Schichten zu rechnen. Die aufgefüllten schluffigen Sande [SU*] besitzen eine geringe Durchlässigkeit. Hier kann es zu zeitweiligem Stauwasser kommen.

Generell ist von einer guten Versickerungsfähigkeit der sandigen und kiesigen Auffüllungen auszugehen. Die erkundeten Hochflutablagerungen sind aufgrund der Tiefenlage von untergeordneter Bedeutung für die Versickerung.

3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen

3.1 Dammverbreiterung

Die Dammverbreiterungen in den einzelnen Teilabschnitten:

- km 77,750 - km 77,870
- km 77,900 - km 77,980
- km 78,050 - km 78,450

sind den jeweiligen Gutachten zu entnehmen, siehe Abschnitt 1.2. Auf eine weitere Betrachtung wird daher im vorliegenden Gutachten verzichtet. Nachstehend wird nur die Bemessung des Tragschichtsystems in den v. g. Teilabschnitten vorgenommen.

3.2 Tragschichtsystem

3.2.1 Anforderungen an das Tragschichtsystem

Die neuen Fernverkehrsgleise der Strecke 4010 werden gemäß /U 13/ in das Kriterium „Neubau“ und die Streckenkategorie P160 gemäß Ril 836.0501 Bild 2 eingeordnet. Der Untersuchungsabschnitt zum Projekt Ausbau des Knotens Frankfurt(M)-Sportfeld, 2. Ausbaustufe ist entsprechend Ril 836.0501, Bild 3 dem Frosteinwirkungsgebiet I zuzuordnen. Gemäß Modul 836.0501 Bild 3 und Bild A 1.9 ergeben sich die in Tabelle 4 dargestellten Anforderungen an das Tragschichtsystem.

Tabelle 4: Regelanforderungen an den Unterbau unter Gleisen

| Streckenkat Oberbau | Neubau P 160 Schotter |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OKTS = Oberkante Tragschicht (alt: Planum) | $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ $D_{Pr} \geq 1,00$ |
| Planum (alt: Erdplanum) | $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ $E_{vd} \geq 35 / 30 \text{ MN/m}^2$ *) $D_{Pr} \geq 0,97$ **) |
| Regeldicke der Schutzschicht für Frosteinwirkungsgebiet I | 40 cm |

*) 1. Wert bei grobkörnigen Böden / 2. Wert bei gemischt- und feinkörnigen Böden

**) Empfehlung $D_{Pr} \geq 0,98$, siehe Gutachten zu Dammverbreiterungen gemäß Abschnitt 1.2

3.2.2 Bemessung des Tragschichtsystem

Ausgehend von dem Regelquerschnitt

- 0,20 m Schiene
- 0,20 m Schwelle
- 0,30 m Schotter

liegt die Oberkante der Tragschicht = Unterkante (UK) Schotter bei 0,7 m unter SO. Die für die Bemessung des Tragschichtsystems maßgebende Bodenart ist der unter dem Schotter anstehende bzw. aufgefüllte Boden. Ausgehend von den Gutachten zu den Dammverbreiterungen

- km 77,750 - km 77,870,
- km 77,900 - km 77,980,
- km 78,050 - km 78,450,

besteht dieser im vorliegenden Fall aus den empfohlenen grobkörnigen Dammschüttmaterialien GW, GI, GE, SE, SW, SI in Anlehnung an die Ril 836.0501 Bild A 1.9, mit einem empfohlenen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 0,98$ (abweichend zu Tabelle 4 von 0,97).

Bei den nachfolgenden Bemessungen des Tragschichtsystems sind wir von der Beibehaltung der jetzigen Höhenlage der Gleisgradienten ausgegangen. Sollten sich im Zuge der Planung Gradientenänderungen oder Abweichungen von der angenommenen Streckenkategorie ergeben, müssen die folgenden Angaben überprüft und ggf. präzisiert werden.

3.2.2.1 Teilabschnitt 1 km 77,750 – km 77,870

Der Teilabschnitt km 77,750 bis km 77,870 beginnt am nördlichen Widerlager der neuen EÜ Mainbrücke und endet am südlichen Widerlager der EÜ Gutleutstraße. Die Regelanforderungen an das Planum werden durch die im Gutachten „Dammverbreiterung km 77,750 - km 77,870, Strecke 4010“ vom 18.02.2011, Abschnitt 3.1.2 und 3.1.3 beschriebene Dammverbreiterung sichergestellt.

Ausgangssituation:

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| maßgebende Bodenart | Kies, Sand |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | GW, GI, GE, SE, SW, SI |
| Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94 | F 1 |
| Hydrologischer Fall nach Ril 836.0503 | 1 |
| Streckenkategorie | P160 |
| Berechnungsmodul E_H [MN/m²] nach Ril 836.0503, Bild A1.1 | 60 MN/m² |

Bemessung:

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| angesetzter Berechnungsmodul E_H | 60 MN/m ² |
| Schutzschicht auf Frostsicherheit nach Ril 836.0501, Bild 2 | 0,40 m |
| Schutzschicht auf Tragfähigkeit in Anlehnung an Ril 836.0503, Bild A 1.2 und Erfahrungen | 0,40 m |

Folgerung:

Da in Höhe Planum frostsicherer Boden ansteht, ist aus geotechnischer Sicht die Dimensionierung der Schutzschicht auf Frostsicherheit nicht maßgebend. Die Schutzschicht wird nur bezogen auf die Tragfähigkeit bemessen und mit 40 cm als ausreichend angesehen, was unsere Erfahrungen bestätigen. Aus geotechnischer Sicht sind folgende weitere Maßnahmen erforderlich:

- Prüfung der Tragfähigkeit und Verdichtung des Planums nach Tabelle 4
- Einbau einer 0,40 m dicken Schutzschicht aus KG 2, zweilagiger Einbau
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte auf der OKTS gemäß Tabelle 4
- Einbau des neuen Schotteroberbaues

3.2.2.2 Teilabschnitt 2 km 77,900 – km 77,980

Der Teilabschnitt km 77,900 bis km 77,980 beginnt am nördlichen Widerlager der neuen EÜ Gutleutstraße und endet am südlichen Widerlager der EÜ Gutleuthof. Die Regelanforderungen an das Planum werden durch die im Gutachten „Stützwand und Dammverbreiterung km 77,900 – km 77,980“ vom 25.02.2011, Abschnitt 3.7 beschriebene Dammverbreiterung sichergestellt.

Ausgangssituation:

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| maßgebende Bodenart | Kies, Sand |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | GW, GI, GE, SE, SW, SI |
| Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94 | F 1 |
| Hydrologischer Fall nach Ril 836.0503 | 1 |
| Streckenategorie | P160 |
| Berechnungsmodul E_H [MN/m²] nach Ril 836.0503, Bild A1.1 | 60 MN/m² |

Bemessung:

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| angesetzter Berechnungsmodul E_H | 60 MN/m ² |
| Schutzschicht auf Frostsicherheit nach Ril 836.0501, Bild 2 | 0,40 m |
| Schutzschicht auf Tragfähigkeit in Anlehnung an Ril 836.0503, Bild A 1.2 und Erfahrungen | 0,40 m |

Folgerung:

Da in Höhe Planum frostsicherer Boden ansteht ist aus geotechnischer Sicht die Dimensionierung der Schutzschicht auf Frostsicherheit nicht maßgebend. Die Schutzschicht wird nur bezogen auf die Tragfähigkeit bemessen und mit 40 cm als ausreichend angesehen, was unsere Erfahrungen bestätigen. Aus geotechnischer Sicht sind folgende weitere Maßnahmen erforderlich:

- Prüfung der Tragfähigkeit und Verdichtung des Planums nach Tabelle 4
- Einbau einer 0,40 m dicken Schutzschicht aus KG 2, zweilagiger Einbau
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte auf der OKTS gemäß Tabelle 4
- Einbau des neuen Schotteroberbaues

3.2.2.3 Teilabschnitt 3 km 78,050 – km 78,500

Der Teilabschnitt 3 zwischen km 78,050 bis km 78,500 beginnt am nördlichen Widerlager der neuen EÜ Gutleuthof und endet am Planungsende bei km 78,500. Ab dem Kilometer 78,050 bis ca. km 78,370 liegen die beiden neuen Gleise der Strecke 4010 gemäß /U 2/ auf der neuen Dammverbreiterung. Von km 78,370 bis km 78,500 werden die neuen Gleise in die Bestandsgleise der Strecke 3620 über Weichenverbindungen eingebunden.

Für den Teilabschnitt 3 wird aufgrund unterschiedlicher Lagerungsbedingungen für die Gleise und Weichen - zum einen neue Dammschüttung, zum anderen Bestandsdamm - eine Unterteilung in Homogenbereiche vorgenommen.

Homogenbereich I

Der Homogenbereich I umfasst den Gleisneubau zwischen km 78,050 bis km 78,370. Die neuen Gleise der Strecke 4010 liegen hier auf der neuen Dammschüttung. Die Regelanforderungen an das Planum werden durch die im Gutachten „Stützwand und Dammverbreiterung km 78,050 - km 78,450“ vom 03.03.2011, Abschnitt 3.7 beschriebene Dammverbreiterung sichergestellt.

Ausgangssituation:

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| maßgebende Bodenart | Kies, Sand |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | GW, GI, GE, SE, SW, SI |
| Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94 | F 1 |
| Hydrologischer Fall nach Ril 836.0503 | 1 |
| Streckenkatgorie | P160 |
| Berechnungsmodul E_H [MN/m²] nach Ril 836.0503, Bild A1.1 | 60 MN/m² |

Bemessung:

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| angesetzter Berechnungsmodul E_H | 60 MN/m ² |
| Schutzschicht auf Frostsicherheit nach Ril 836.0501, Bild 2 | 0,40 m |
| Schutzschicht auf Tragfähigkeit in Anlehnung an Ril 836.0503, Bild A 1.2 und Erfahrungen | 0,40 m |

Folgerung:

Da in Höhe Planum frostsicherer Boden ansteht ist aus geotechnischer Sicht die Dimensionierung der Schutzschicht auf Frostsicherheit nicht maßgebend. Die Schutzschicht wird nur bezogen auf die Tragfähigkeit bemessen und mit 40 cm als ausreichend angesehen, was unsere Erfahrungen bestätigen. Aus geotechnischer Sicht sind folgende weitere Maßnahmen erforderlich:

- Prüfung der Tragfähigkeit und Verdichtung des Planums nach Tabelle 4
- Einbau einer 0,40 m dicken Schutzschicht aus KG 2, zweilagiger Einbau
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte auf der OKTS gemäß Tabelle 4
- Einbau des neuen Schotteroberbaues

Homogenbereich II

Der Homogenbereich II umfasst den Gleis- und Weichenneubau zwischen km 78,370 bis km 78,500. Die neuen Gleise liegen hier auf dem Bestandsdamm. Größere Tragfähigkeitsunterschiede zwischen neuen Dammschüttmaterialien (Homogenbereich I) und den sandigen, kiesigen Auffüllungen des Bestandsdamms (Homogenbereich II) in Höhe Planum können durch eine Schutzschicht nicht mehr gleichmäßig ausgeglichen werden. Höchste Priorität muss darauf gerichtet sein, auf dem Planum ein möglichst gleichmäßiges Tragverhalten sicherzustellen.

Die nachfolgende Bemessung berücksichtigt eine Homogenisierung im Bereich unter dem Planum zwischen Boden des Bestandsdamms und Boden der neuen Dammverbreiterung. Hierbei geht es insbesondere um die Vermeidung eines Planumshorizontes, der zum einen aus hochwertigem neuem Anschüttmaterial besteht und zum anderen aus den derzeit im Bestandsdamm in diesem Horizont befindlichen kiesigen Auffüllungen. Die Herstellung einer einheitlichen Planumsschicht mit einer definierten Dicke entspricht im Wesentlichen einer Übergangsschicht im Sinne der Ril 836.0503. Damit wird das Erreichen der Anforderungen an die OK Planum relativ gleichmäßig gewährleistet und ein Regelaufbau für die Schutzschicht für P160 kann vorgenommen werden.

Ausgangssituation:

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| maßgebende Bodenart | Auffüllung, Kies |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | [GI] |
| Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94 | F 1 |
| Hydrologischer Fall nach Ril 836.0503 | 1 |
| Streckenategorie | P160 |
| Berechnungsmodul E_H [MN/m²] nach Ril 836.0503, Bild A1.1 und Erfahrungen | 40-50 MN/m² |

Einschätzung:

Die erkundeten kiesigen Auffüllungen der Bodengruppe [GI] sind ausreichend frostsicher, erfüllen jedoch nicht die Tragfähigkeitsanforderungen an die OK Tragschicht gemäß Ril 836.0503, Anhang 1, Bild A1.1 (gefordert für OK TS = 100 MN/m², siehe Tabelle 4). Es ist der Einbau einer Schutzschicht erforderlich.

Bemessung:

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| angesetzter Berechnungsmodul E_H | 40-50 MN/m ² |
| Schutzschicht auf Frostsicherheit nach Ril 836.0501, Bild 2 | 0,40 m |
| Schutzschicht auf Tragfähigkeit in Anlehnung an Ril 836.0503, Bild A 1.2 und Erfahrungen | 0,60 m |

Folgerung:

Aus geotechnischer Sicht sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Vollständiger Ausbau des Schotters und des Bodens bis mindestens 1,3 m unter SO
- Einbau einer 0,60 m dicken Schutzschicht aus KG 2, zweilagiger Einbau
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte auf der OKTS gemäß Tabelle 4
- Einbau des neuen Schotteroberbaues

Zusammenstellung der Ergebnisse – Übersicht Tragschichteinbau

Tabelle 5: Zusammenstellung der Ergebnisse

| Teilbereich | km von ... bis | Schutzschichtdicke KG 2 | Bemerkung |
|-------------------|----------------|----------------------------|-------------------|
| Teilbereich 1 | 77,750-77,870 | 0,40 m | auf Tragfähigkeit |
| Teilbereich 2 | 77,900-77,980 | 0,40 m | auf Tragfähigkeit |
| Teilbereich 3 | | | |
| Homogenbereich I | 78,050-78,370 | 0,40 m | auf Tragfähigkeit |
| Homogenbereich II | 78,370-78,500 | 0,60 m | auf Tragfähigkeit |

3.2.3 Materialanforderungen

Bei Verwendung der o. g. Dammschüttstoffe (Abschn. 3.2.2) für die Dammverbreiterung ist von einer guten Durchlässigkeit auszugehen. Der Einbau eines Korngemisches KG 2 als Schutzschicht wird empfohlen. Das Korngemisch muss die Güteanforderungen der DBS 918 062 /U 9/ erfüllen.

3.2.4 Abnahmekriterien

Die für die Bauausführung erforderlichen Abnahmekriterien an die Oberkante Tragschicht und das Planum in den Teilbereichen 1 und 2 sowie Teilbereich 3 - Homogenbereich I ergeben sich aus den Regelanforderungen der Ril 836.0501, Bild A1.9 (Abschnitt 3.2.1).

Aufgrund der im Teilbereich 3 - Homogenbereich II vorgeschlagenen Bemessung der Schutzschicht (ohne Übergangsschicht), ist hier die Prüfung des Planums nach Tabelle 4 nicht anwendbar. Die Abnahmen beschränken sich daher im Wesentlichen auf die Oberkante Tragschicht entsprechend Tabelle 4. Eine Tragfähigkeits- oder Dichtepfung auf dem Planum erfolgt hier nicht.

3.3 Entwässerung / Versickerungsfähigkeit

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 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ /U 11/ sind Böden versickerungsfähig, deren k_f -Werte im Bereich von 10^{-3} bis 10^{-6} m/s liegen. Ferner sollte die Mächtigkeit des Sickertraumes (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.

Die Versickerungsfähigkeit der Schichten ist in Abhängigkeit der aus Kornverteilungskurven ermittelten k_f -Werte (siehe Tabelle 3) und unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors von 0,2 nach DWA-A 138 wie folgt einzuschätzen:

Tabelle 6: Versickerungsfähigkeit von Böden nach DWA-A 138

| Boden | Bodengruppe | k_f -Werte [m/s] | $k_{f,korr}$ -Werte [m/s] | Versickerungsfähigkeit |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Auffüllung, (Sand/Kies), rollig | [SE, SW, SU, ST, GI, GW] | $8,5 \dots 7,8 \cdot 10^{-4}$ [GI] | $1,7 \dots 1,5 \cdot 10^{-4}$ [GI] | versickerungsfähig |
| | | $4,8 \dots 4,1 \cdot 10^{-5}$ [SU] | $9,6 \dots 8,2 \cdot 10^{-6}$ [SU] | |
| Auffüllung, Sand), gemischtkörnig | [SU*] | $1,2 \cdot 10^{-6} \dots 1,1 \cdot 10^{-5}$ | $2,4 \cdot 10^{-7} \dots 2,2 \cdot 10^{-6}$ | versickerungsfähig bis nicht versickerungsfähig |
| Hochflutsand, rollig | SE | $10^{-3} \dots 10^{-5}$ | $10^{-3} \dots 10^{-5}$ | versickerungsfähig |
| Hochflutsand, gemischtkörnig | SU* | $10^{-5} \dots 10^{-7}$ | $10^{-5} \dots 10^{-7}$ | versickerungsfähig bis nicht versickerungsfähig |
| | ST* | $10^{-6} \dots 10^{-8}$ | $10^{-6} \dots 10^{-8}$ | nicht versickerungsfähig |
| Hochflutlehm | TM | $10^{-7} \dots 10^{-9}$ | $< 10^{-6}$ | nicht versickerungsfähig |

Mit den ausgeführten Aufschlüssen wurden im Untergrund aufgefüllte und anstehende Böden mit unterschiedlich hohem Feinkornanteil erkundet. Die Versickerungsfähigkeit der einzelnen Schichten kann der Tabelle 6 entnommen werden.

Im vorliegenden Fall besitzen die über dem Grundwasser erkundeten, aufgefüllten Sande und Kiese sowie die enggestuften Hochflutsande der Bodengruppen [SE, SW, SU, ST, GI, GW] und SE k_f -Werte $> 10^{-6}$ m/s und sind gemäß DWA-A138 ausreichend versickerungsfähig. Die rolligen schluffigen Auffüllungen [SU*] und die schluffigen Hochflutsande SU* sind bedingt versickerungsfähig, da ihre k_f -Werte im Grenzbereich von 10^{-6} m/s liegen. Die tonigen Hochflutsande (ST*) und die Hochflutlehme (TM) sind nach DWA-A138 nicht versickerungsfähig.

Fazit:

Im Bereich der Bohrpunkte ist eine Versickerung von nicht belastetem Niederschlagswasser gemäß DWA-A 138 möglich.

3.4 Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Die im Zuge des Einbaus einer Tragschicht anfallenden Erdmassen des Teilbereichs 3 - Homogenbereich II stellen sandige und kiesige Auffüllungen dar. Diese Böden sind für eine Wiederverwendung (z. B. Hinterfüllmaterial) bedingt geeignet. Die Eignung ist nachzuweisen!

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.

3.5 Geotechnische Hinweise zur Bauausführung

- Das Befahren von Planien sollte bis auf ein Minimum beschränkt werden.
- Es ist darauf zu achten, dass bei Herstellung von Quer-/Längsgefällen auf den jeweiligen Planums-Ebenen diese bis an die Entwässerungsanlagen (oder auch Böschungsschulter) heran hergestellt werden, um ein ungehindertes Abfließen von Oberflächenwasser zu ermöglichen.
- Die Herstellung möglicher Entwässerungsanlagen sollte nach Möglichkeit vor der eigentlichen Umbaumaßnahme erfolgen.
- Die Bemessung des Tragschichtsystems wurde anhand der vorliegenden Aufschlüsse festgelegt. Im Zuge der Gleisumbauarbeiten sollten die Verhältnisse vor Ort nach Freilegen des Planums mit den Baugrunderkundungen verglichen werden. Bei abweichenden Verhältnissen, ist der Baugrundgutachter heranzuziehen.
- Die Eignung der als Schutzschicht vorgesehenen Materialien ist im Vorfeld der Baumaßnahme nachzuweisen (Ungleichförmigkeit, Filterstabilität, Frostsicherheit, Wasserdurchlässigkeit u. ä. /U 9/).
- Für alle Erdarbeiten sind die Qualitätsanforderungen an Tragfähigkeit und Verdichtung nachzuweisen. Die Verdichtungsarbeiten sind so auszuführen, dass im Hinblick auf ein gleichmäßiges Tragverhalten eine möglichst hohe Homogenität erzielt wird.
- Aushubmaterialien (Boden, Schotter, Bausubstanz) sind getrennt zu lagern.
- Eine geotechnische Fremdüberwachung durch ein sachkundiges Ingenieurbüro wird empfohlen. Die DB International Baugrund ist gerne bereit, beim weiteren Vorgehen beratend zur Seite zu stehen und fachliche Entscheidungshilfe zu leisten.

4 Zusammenfassung / Schlussbemerkungen

Im vorliegenden geotechnischen Bericht sind die Baugrundverhältnisse und deren Bewertung für den Gleis- und Weichenumbau von km 77,750 bis km 78,500 im Rahmen des Projektes Ausbau des Knotens Frankfurt(M)-Sportfeld, 2. Ausbaustufe dargestellt. Die Untersuchungen beziehen sich auf die Ermittlung der Eigenschaften der anstehenden bzw. aufgefüllten Böden zur Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Tragfähigkeit des Planums für Gleisanlagen und die Bemessung eines notwendigen Tragschichtsystems.

Des Weiteren wurden abfallanalytische Untersuchungen des Bodens vorgenommen, deren Auswertung in einem separaten Bericht erfolgt.

Der Baugrund besteht im Dammbereich aus dem Gleisschotter und den darunter folgenden rolligen Auffüllungen in Form von Sanden und Kiesen mit unterschiedlich hohem Feinkornanteil. Im Dammbereich weisen die Auffüllungen Mächtigkeiten bis zu 7,9 m auf. Die Lagerungsdichte der Auffüllungen variiert zwischen locker und dicht. Darunter folgen mitteldicht und dicht gelagerte Hochflutsande und weiche Hochflutlehme.

Grund- und Schichtenwasser wurde aufgrund der Lage der Kleinbohrungen im Damm nicht angetroffen.

Das Untersuchungsgebiet wird in diesem geotechnischen Bericht aufgrund der Lage der planerischen Anforderungen in Teilbereiche und Homogenbereiche unterteilt.

Ausgehend von den Erkundungsergebnissen und den getroffenen Annahmen ist für den Teilbereich 1 und 2 sowie den Teilbereich 3 - Homogenbereich I der Einbau einer 40 cm dicken Schutzschicht mit einem KG 2 Material auf dem neuen Dammschüttmaterial vorzunehmen. Für den Teilbereich 3 - Homogenbereich II ist aufgrund der hohen Anforderungen für den Neubau von Gleisen der Einbau einer 60 cm dicken Schutzschicht mit einem KG 2 Material auf den vorhandenen Auffüllungen erforderlich. Das Schutzschichtmaterial ist lagenweise einzubauen und zu verdichten.

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 das Tragschichtsystem der Gleis- und Weichenabschnitte haben können.

aufgestellt:

Dipl.-Ing. Ch. Sielisch