



Anlage 17.13a
(geändert)

Nur zur Information

DE Engineering & Consulting GmbH
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
Bereich West / Südwest
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 QM

Geotechnischer Bericht

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

Teilobjekt: ~~Dammverbreiterung km 77,750 – km 77,870, Strecke 4010~~
Dammverbreiterung km 34,330 – km 34,445; Str. 3520
Bauwerksnummer 1.7 (Erdbauwerk)
Bauwerksnummer 1.2 (Gleise und Weichen)

Leistungsphase: ~~Entwurfsplanung~~ Genehmigungsplanung

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

Auftragsnummer: ~~PF 3-0368-01~~ BG 00217 P

Bearbeiter: ~~Dipl. Ing. Ch. Sielisch~~
Dipl.-Geol. ~~Ch. Josenhans~~ Uwe Tang

Dieser geotechnische Bericht umfasst ~~30~~ 30 Seiten und 6 Anlagen und darf auszugsweise nicht veröffentlicht werden.

Frankfurt, ~~18.02.2011~~ 05.08.2016

.....
Dipl.-Ing. Ch. ~~Sielisch~~ Josenhans

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



Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Einleitung	4
1.1	Unterlagen	4
1.2	Vorgang / Aufgabenstellung	6
1.3	Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen	6
2	Darstellung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	8
2.1	Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	8
2.2	Geologische Situation	8
2.3	Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau und Kennwerte	9
2.4	Hydrologische Verhältnisse	14
2.5	Baugrundmodell	15
2.6	Bodenrechenwerte	17
2.7	Rammfähigkeit des Untergrundes	19
3	Gründungstechnische Schlussfolgerungen / Empfehlungen	21
3.1	Dammverbreiterung	21
3.1.1	Allgemeines	21
3.1.2	Dammschüttmaterialien nach Ril 836	22
3.1.3	Herstellung Erdbauwerk bis OK Planum	22
3.1.4	Standsicherheit	23
3.1.5	Schwingstabilität	23
3.2	Tragschichtsystem	24
3.2.1	Anforderungen an das Tragschichtsystem	24
3.2.2	Bemessung des Tragschichtsystem	25
3.2.3	Materialanforderungen	27
3.2.4	Abnahmekriterien	27
3.3	Entwässerung / Versickerungsfähigkeit	27
3.4	Ausbildung der Hinterfüllung der Kunstbauwerke	29
3.5	Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	29
4	Zusammenfassung / Schlussbemerkungen	30



Anlagenverzeichnis

Anlage 17.13.1	Abkürzungsverzeichnis	1 Blatt
Anlage 17.13.2	Lage- und Aufschlusspläne	1 Blatt
Anlage 17.13.3	Bohr-/Sondierprofile und Rammdiagramme	1 Blatt
Anlage 17.13.4	Bodenmechanische Laborergebnisse	
Anlage 17.13.4.1	Körnungslinien	7 Blatt
Anlage 17.13.4.2	Zustandsgrenzen	4 Blatt
Anlage 17.13.4.3	Glühverlust	1 Blatt
Anlage 17.13.5	Kampfmittelfreimessung	6 Blatt
Anlage 17.13.6	Fotodokumentation	9 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.
- /U 2/ Genehmigungsplanung Lageplan GP-0303-VA-LP-03-0 und GP-0404-VA-LP-04-0 von DB ProjektBau GmbH, Stand: März 2012 mit Erläuterungen
- /U 3/ Geotechnischer Bericht; Ausbau des Knotens Frankfurt(M)-Sportfeld, 2. Ausbaustufe; Dammverbreiterung km 77,750 - km 77,870, Strecke 4010; Entwurfsplanung; DB International GmbH vom 18.02.2011
- /U 4/ Email von Herrn Büchse, DB ProjektBau GmbH, Frankfurt, bzgl. Radsatzlasten im Untersuchungsgebiet Knoten Frankfurt vom 19.03.2014.
- /U 5/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der Fa. Umweltgeotechnik GmbH, Nov. 2010 bis Jan. 2011.
- /U 6/ Laborergebnisse der DB International GmbH, Baugrund, Nov. 2010 bis Jan. 2011.
- /U 7/ Geologische Karte von Hessen, Blatt 5917 Kelsterbach, 3. neu bearbeitete Auflage, Maßstab 1:25.000; Herausgeber: Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden 1980.
- /U 8/ Hydrologisches Kartenwerk, Hessische Rhein- und Mainebene, Grundwasserhöhengleichenplan vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Maßstab 1:50.000, Stand: 10/2009.
- /U 9/ Datenauszug zu Grundwassermessstellen vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie und der HESSENWASSER GMBH & CO. KG - MONITORING UND GRUNDWASSERMESSSTELLEN, Stand: Sept. 2010.
- /U 10/ Ril 836 Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, 3. Aktualisierung, 01.03.2014.
- /U 11/ EAB 2012 - Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 4. Auflage; Verlag Ernst & Sohn, 2012.
- /U 12/ Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, Stand: 05/2005.
- /U 13/ DBS 918 062 Technische Lieferbedingungen Korngemische für Trag- und Schutzschichten zur Herstellung von Eisenbahnfahrwegen, Juli 2007.
- /U 14/ 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 15/ Handbuch der Erdbauwerke der Bahnen, 1. Auflage 2004, Verfasser: Göbel, C., Lieberenz, K.
- /U 16/ Email von Herrn Kauck, DB ProjektBau GmbH, Frankfurt, bzgl. Gleislagefehler, Geschwindigkeit und Instandhaltungsaufwand vom 13.01.2011.
- /U 17/ ZTVE-StB 09 Zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Fassung 2009.



- /U 18/ Grundbau-Taschenbuch, Teil 2: Geotechnische Verfahren, 7. Auflage, Witt, K. J., Verlag Ernst & Sohn, 2009.
- ~~/U 19/ 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 20/ Vorplanung Lagepläne LP21A, 22A, 23A, 04A und 05A, von DB ProjektBau GmbH, Stand: Juli 2004 / Okt. 2009 / Aug. 2010:~~
- ~~/U 21/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der Fa. Umweltgeotechnik GmbH, Nov. 2010 bis Jan. 2011:~~
- ~~/U 22/ Laborergebnisse der DB International GmbH, Baugrund, Nov. 2010 bis Jan. 2011:~~
- ~~/U 23/ Geologische Karte von Hessen, Blatt 5917 Kelsterbach, 3. neu bearbeitete Auflage, Maßstab 1:25.000; Herausgeber: Hessisches Landesamt für Bodenforschung; Wiesbaden 1980:~~
- ~~/U 24/ Hydrologisches Kartenwerk, Hessische Rhein und Mainebene, Grundwasserhöhengleichenplan vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Maßstab 1:50.000, Stand: 10/2009:~~
- ~~/U 25/ Datenauszug zu Grundwassermessstellen vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie und der HESSENWASSER GMBH & Co. KG MONITORING UND GRUNDWASSERMESSSTELLEN, Stand: Sept. 2010:~~
- ~~/U 26/ Ril 836 Erdbauwerke planen, bauen und instand halten, Fassung vom 01.10.2008:~~
- ~~/U 27/ EAB Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V., 4. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 2006:~~
- ~~/U 28/ Arbeitsblatt DWA A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, Stand: 05/2005:~~
- ~~/U 29/ DBS 918 062 Technische Lieferbedingungen Korngemische für Trag- und Schutzschichten zur Herstellung von Eisenbahnfahrwegen, Juli 2007:~~
- ~~/U 30/ 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 31/ Handbuch der Erdbauwerke der Bahnen, 1. Auflage 2004, Verfasser: Göbel, C., Lieberenz, K.~~
- ~~/U 32/ 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 zwischen Frankfurt(Main)-Sportfeld und Frankfurt(Main)-Gutleuthof durch zwei zusätzliche Fernverkehrsgleise ausgebaut werden.

Für den Neubau der Strecke ~~4010~~ im Bereich zwischen ~~km 77,750 (EÜ Mainbrücke) bis km 77,870 (EÜ Gutleutstraße)~~ km 34,340 (EÜ Mainbrücke) bis km 34,445 (EÜ Gutleutstraße), bezogen auf die Strecke 3520, ist eine Trassenverbreiterung der bestehenden Gleisanlagen in Form einer Dammanschüttung geplant. Im Bereich der EÜ Gutleutstraße verschwenken die neuen Gleise der Strecke 3657 wieder zurück in den Bereich der bestehenden Gleise der Strecke 3620.

Die Die DB ~~International~~ Engineering & Consulting GmbH, Baugrund wurde auf der Grundlage der Bestellung 0 mit der Erkundung, Darstellung und Bewertung der Baugrundverhältnisse im Untersuchungsbereich der geplanten Dammverbreiterung, einschließlich Angabe bodenmechanischer Kennwerte und baugrundtechnischer Empfehlungen beauftragt.

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

Nachfolgend werden die Untersuchungsergebnisse für die Dammverbreiterung dargestellt und bewertet. Die abfalltechnische Beurteilung erfolgt in einem separaten Bericht.

1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen

Während des Streckenbegangs durch Mitarbeiter der DB ~~International~~ Engineering & Consulting GmbH vom 06.-08.10.2010 wurden durch die Fa. Geolog 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 17.13.5 beigefügt.

Die Aufschlussarbeiten im Bereich der Dammverbreiterung wurden durch die Firma Umweltgeotechnik GmbH vom 20.10.2010 bis 07.01.2011 ausgeführt.

Unter Berücksichtigung der neuen Trassenführung wurde im Bereich der geplanten Dammverbreiterung eine Kleinbohrung (RKS; $\varnothing = 60$ mm) bis 8,0 m unter Geländeoberkante (GOK) ausgeführt und durch eine schwere Rammsondierung (DPH) bis 8,0 m unter GOK



ergänzt. Durch die unmittelbare Nähe der Erkundungsstandorte zum Neubau EÜ Mainbrücke und zum Neubau EÜ Gutleutstraße werden die Ergebnisse aus den Aufschlüssen zu diesen beiden Brückenbauwerken ebenfalls zur Bewertung der Bodenverhältnisse im Bereich der Dammverbreiterung herangezogen.

Die schweren Rammsondierungen im Dammbereich/Böschungsschulter (Nr. 123, 125) konnten aufgrund unzureichender Platzverhältnisse bzw. schlechter Zugangsmöglichkeiten nicht ausgeführt werden. Nach Rücksprache mit dem AG sind diese durch leichte Rammsondierungen (DPL-5) ersetzt worden.

Für die Klärung der Kabel- und Leitungsfreiheit wurden vor Bohrbeginn Schürfe je Ansatzpunkt ausgeführt.

Die Aufschlüsse DPH 122, 126 und S/RKS/DPL-5 125 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	Aufschluss	Lage	Ansatzhöhe [m NHN]	Endtiefe [m NHN]	Aufschlusstiefe [m]
34,328 ²⁾	S/B 122	22,0 m r.d.GA	95,73	64,73	31,00
34,328 ²⁾	DPH 122	22,0 m r.d.GA	95,73	79,73	16,00 ³⁾
34,340 ¹⁾	S/RKS 123	5,0 m r.d.GA	101,42	90,92	10,50
34,340 ¹⁾	DPL-5 123	5,0 m r.d.GA	101,42	90,42	11,00
34,396 ¹⁾	S/RKS 124	16,5 m r.d.GA	95,43	87,43	8,00
34,396 ¹⁾	DPH 124	16,5 m r.d.GA	95,43	87,43	8,00
34,445 ¹⁾	S/RKS 125	3,3 m r.d.GA	101,60	92,50	9,10 ³⁾
34,445 ¹⁾	DPL-5 125	3,3 m r.d.GA	101,60	92,70	8,90 ³⁾
34,461 ¹⁾	S/B 126	12,0 m r.d.GA	95,32	75,32	20,00
34,461 ¹⁾	DPH 126	12,0 m r.d.GA	95,32	84,02	11,30 ³⁾

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⁾ bezogen auf Streckengleis 3520

³⁾ vorzeitiger Abbruch, zu hoher Eindringwiderstand

Alle Ansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe auf m NHN des DB Referenznetzes und die Gleisachse des nächstgelegenen Streckengleises eingemessen. Die Entnahme von Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei Schichtenwechsel. Die einzelnen, auf

Anlage_17_13a_Dammverbreiterung_km_34,4_34,445_Endfassung_Blaudruck.docx

NUR ZUR INFORMATION



Bohrmeisterangaben beruhenden, handschriftlichen Schichtenverzeichnisse /U 21/ können bei Bedarf im Archiv der DB [International Engineering & Consulting GmbH](#), Baugrund eingesehen werden. Die Lage der Aufschlüsse ist aus Anlage 17.13.2 ersichtlich. Die Baugrundprofile sind bezogen auf m NN in der Anlage 17.13.3 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 und chemischen Untersuchungen unterzogen worden. Im Einzelnen wurden insgesamt ausgeführt:

- 5x Nass-/Trockensiebung nach DIN 18123,
- 2x kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123,
- 4x Bestimmung der Atterberg'schen Zustandsgrenzen nach DIN 18122,
- 2x Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128.

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen können der Anlage 17.13.4 entnommen werden.

Weiterhin sind chemische Laboruntersuchungen an Bodenproben aus dem Bereich der Dammverbreiterung und der beiden Brückenbauwerke 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

Der Untersuchungsbereich befindet sich im Bereich zwischen den bestehenden Eisenbahnüberführungen über den Main und der Eisenbahnüberführung über die Gutleutstraße, bahnrechts der Bestandsstrecken 3520/3620. Der gesamte Untersuchungsbereich liegt in Dammlage und befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Main. Die Böschungen des Bestandsdammes sind stark bewachsen. Am nördlichen Mainufer wird das Hafengelände hauptsächlich industriell genutzt. Das Freigelände am Bestandsdamm wird durch die Südhessischen Asphalt-Mischwerke als Abladeplatz von Asphalt genutzt.

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 Nor-

den 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

Unter Auffüllungen folgen Hochflutablagerungen, quartäre Sande und Kiese sowie tertiäre Sande. Durch die Umlagerungsprozesse, bedingt durch den Main, ist eine klare Abgrenzung zwi-

schen Quartär und Tertiär nur bedingt möglich. In den quartären und tertiären Schichten sind immer wieder bindige Tonschichten linsenförmig eingelagert. Ein ausgeprägter Horizont ist hier nicht feststellbar.

Gleisschotter

Mit den im Gleisbereich ausgeführten Erkundungen S/RKS 123 und 125 wurde zunächst der Gleisschotter mit einer Gesamtschotterstärke von 0,2 m und 1,0 m angetroffen. Der Schotter ist stark verschmutzt, durchsetzt mit sandigen, schluffigen und humosen Anteilen sowie Ziegelresten. Der Feinanteil des Schotters am Ansatz der S/RKS 125 wurde vom Bohrmeister mit ungefähr 30 % abgeschätzt. Der Schotter selbst als reinigungsfähig eingestuft.

Die Einschätzung der mechanischen Reinigungsfähigkeit gilt vorbehaltlich einer abfalltechnischen Einstufung des Schotters.

Auffüllungen

Mit den ausgeführten Bohrungen und Kleinbohrungen sind beginnend ab Geländeoberkante (Dammschulter und Dammfuss) rollige Auffüllungen erkundet worden.

Die rolligen Auffüllungen stellen sich als grob- bis gemischtkörnige enggestufte und schwach schluffige bis schluffige **Fein- und Mittelsande**, mit kiesigen und steinigen Bestandteilen dar. Am Ansatz der S/B 122 und S/RKS 124 wurde auch ein schluffiger, sandiger bis stark sandiger, zum Teil humoser **Kies** erkundet. Darüber hinaus sind die aufgefüllten Sande und Kiese mit Sandsteinstücken, Bauschutt und Schlacke sowie mit Schotter durchsetzt. Nach DIN 18196 werden die Auffüllungen den Bodengruppen [SE, SU, SU*, GU*, OH] zugeordnet. Die Schichtdicke in den Bohrungen am Dammfuss schwankt zwischen 2,2-3,4 m. Die im Damm ausgeführten Kleinbohrungen weisen Mächtigkeiten der Auffüllungen (ohne Schotter) zwischen 7,8-7,9 m auf. Die Lagerungsdichte der rolligen Auffüllungen im Damm ist gemäß den Ergebnissen der leichten Rammsondierungen als locker und mitteldicht einzuschätzen. Die am Dammfuss ausgeführten schweren Rammsondierungen weisen ebenfalls auf eine lockere bis mitteldichte Lagerung hin.

An den Ansatzpunkten der Bohrungen S/B 122 und S/B 126 sind eine Oberflächenbefestigung in Form eines abgelagerten Straßenaufbruchs (Asphalt, Splitt-Sand) mit einer Dicke von 50 cm und eine 10 cm dicke Grasnarbe aufgenommen worden.

Anstehender Boden

Unterhalb der Auffüllungen folgen die quartären Hochflutablagerungen, die Mainterrassen und die tertiären Ablagerungen als anstehende Böden.



Hierbei handelt es sich zuerst um **Hochflutsande** und **Hochflutlehme**. Die Hochflutsande sind schwach schluffige bis schluffige, tonige Fein- und Mittelsande, mit schwach kiesigen bis kiesigen Anteilen der Bodengruppen SU-SU*, SU* und ST*. Die Lagerungsdichte dieser rolligen Böden ist im Ergebnis der Rammsondierungen als locker und mitteldicht zu bewerten.

Die Hochflutlehme wurden mit der Kleinbohrung S/RKS 124 und der Bohrung S/B 126 in Form von leicht- bis mittelplastischen sandigen bis stark sandigen, schwach schluffigen Tonen der Bodengruppen TL und TM erkundet. Die Konsistenz dieser bindigen Schichten ist gemäß Handspezifizierung und Laborversuch als breiig bis steif einzuschätzen. Die breiigen und weichen Hochflutlehme sind nicht tragfähig. Die Tone sind bei Entlastung und Wasseraufnahme quellfähig, einhergehend mit einer Abnahme der Scherfestigkeit. Die Schichtmächtigkeit der Hochflutablagerungen liegt zwischen 1,6-2,8 m. Die Kleinbohrungen S/RKS 123 und 125 enden in den Hochflutsanden bei 10,5 m bzw. 9,1 m unter GOK (90,92...92,5 m NN). Die Unterkante liegt zwischen 89,23...91,02 m NN.

Die **Mainterrassen** stellen sich im Untersuchungsgebiet als eng- und intermittierend gestufte und schwach schluffige, kiesige, schwach steinige Fein- bis Grobsande und im Übergang zu den Hochflutlehmten auch als schluffige, kiesige Mittelsande dar. Vielfach sind in den Sanden Sandsteinstücke eingelagert. Gemäß DIN 18186 können diese Böden im Untersuchungsgebiet den Bodengruppen SE, SI, SU und SU* zugeordnet werden. Die Lagerungsdichte der Sande ist gemäß der schweren Rammsondierungen als mitteldicht bis dicht zu bewerten. Die Schichtmächtigkeit der Terrassenablagerungen ist mit den Erkundungen zwischen 5,0-7,6 m eingemessen worden, die Unterkante liegt zwischen 9,3 m – 13,2 unter GOK (82,53...86,02 m NN). Die Kleinbohrung 124 endet in den Terrassensanden bei 8 m unter GOK (87,43 m NN).

Unter den quartären Schichten folgen bis Endtiefe der Bohrungen S/B 122 (31 m unter GOK = 64,73 m NN) und S/B 126 (20 m u. GOK = 75,32 m NN) die **Sedimente des Tertiärs**. Das sind vorwiegend enggestufte graue Fein- bis Mittelsande der Bodengruppe SE. Die Lagerungsdichte ist gemäß der Angaben des Bohrmeisters zum Bohrfortschritt als dicht einzuschätzen.

In diese rolligen tertiären Sedimente sind bindige Ablagerungen in unterschiedlichen Tiefen eingelagert. Das sind graue mittel- bis ausgeprägt plastische, schwach sandige Tone der Bodengruppe TM und TM-TA. Die Konsistenz war zum Zeitpunkt der Erkundung und aus Handspezifizierung und Laborversuch weich/steif bis steif/halbfest. Die Schichtdicke liegt in den Bohrungen bei 1,0 m bis 1,9 m.



Den erkundeten Böden lassen sich die in nachfolgende Tabelle 2a und 2b enthaltenen Kennwerte (Laboruntersuchung an repräsentativen Einzelproben - Einzel- bzw. Mittelwerte - sowie regionale Erfahrungswerte) zuordnen.

Tabelle 2a: Bodenkennwerte und Zuordnungen

	Auffüllung	Anstehender Boden	
		Hochflut	
Bezeichnung	Sand/Kies	Sand	Ton
Bodengruppe nach DIN 18196	[SE, SU, SU*, GU*, OH], A	SU-SU*, SU*, ST*	TL, TM
Kornanteil d ≤ 0,063 mm [%]	20...24,4 [SU*, OH]	32,1	48,5...48,6
Kornanteil d > 2,0 mm [%]	16,1...30,5 [SU*] 42,6 [OH]	---	---
Ungleichförmigkeitszahl U [-]	262 [SU*], 537 [OH]	---	---
Glühverlust V _{Gl} [%]	7,5 [OH]	---	2,0
natürl. Wassergehalt w _n [%]	---	15,7	15,2...22,7
korr. Wassergehalt w _k [%]	---	23,8	16,4...22,9
Fließgrenze w _L [%]	---	---	26,6...29,9
Ausrollgrenze w _P [%]	---	---	13,6...14,6
Plastizitätszahl I _P [%]	---	---	13,1...15,3
Konsistenzzahl I _C [-] bez. auf Gesamtprobe	---	---	0,47...0,88
Konsistenz handspezifiziert	---	---	breiig...steif
Lagerungsdichte	locker...mitteldicht	locker...mitteldicht	---
Durchlässigkeitswert k _f [m/s]			
nach Beyer, USBR/Bialas	1,2*10 ⁻⁶ ...7,0*10 ⁻⁶ [SU*, OH]	---	---
Erfahrungswerte	10 ⁻³ ...10 ⁻⁷	10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁶ (SU) 10 ⁻⁵ ...10 ⁻⁸ (SU*, ST*)	10 ⁻⁷ ...10 ⁻¹⁰
Durchlässigkeit nach DIN 18 130	stark bis schwach durchlässig	stark bis schwach durchlässig	schwach bis sehr schwach durchlässig
Bodenklasse nach DIN 18 300 *)	3 [SE, SU] 4 [GU*, SU*, OH] 3-5 A	3 (SU) 4 (SU*,ST*)	4 (TL, TM) 2 (breiig)
Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 09	F1 [SE] F2 [SU] F3 [SU*, GU*, OH]	F2 (SU) F3 (SU*, ST*)	F3 (TL, TM)



Die Tabellenwerte sind Einzelergebnisse, keine Mittelwerte.

*) in Abhängigkeit vom Steinanteil auch höher.

Tabelle 2b: Bodenkennwerte und Zuordnungen

	Anstehender Boden		
	Terrasse	Tertiär	
Bezeichnung	Sand	Sand	Ton
Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SI, SU, SU*	SE	TM, TM-TA
Kornanteil $d \leq 0,063$ mm [%]	0,9...4,7	---	71,8
Kornanteil $d > 2,0$ mm [%]	0...39,6	---	---
Ungleichförmigkeitszahl U [-]	2,0...10,5	---	---
natürl. Wassergehalt w_n [%]	---	---	21,4
korr. Wassergehalt w_k [%]	---	---	21,6
Fließgrenze w_L [%]	---	---	41,1
Ausrollgrenze w_P [%]	---	---	14,8
Plastizitätszahl I_P [%]	---	---	26,3
Konsistenzzahl I_C [-] bez. auf Gesamtprobe	---	---	0,75
Konsistenz handspezifiziert	---	---	weich/stEIF... steif/halbfest
Lagerungsdichte	mitteldicht...dicht	dicht	---
Durchlässigkeitswert k_f [m/s]			
nach Beyer, USBR/Bialas	$1,2 \cdot 10^{-4} \dots 1,0 \cdot 10^{-3}$	---	---
Erfahrungswerte	$10^{-3} \dots 10^{-5}$ (SE, SI, SU) $10^{-5} \dots 10^{-7}$ (SU*)	$10^{-3} \dots 10^{-5}$	$10^{-8} \dots 10^{-10}$
Durchlässigkeit nach DIN 18 130	stark bis schwach durchlässig	stark durchlässig bis durchlässig	sehr schwach durchlässig
Bodenklasse nach DIN 18 300	3 (SE, SI, SU) 4 (SU*)	3	4 (TM) 5 (TA)
Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 09	F1 (SE, SI) F2 (SU) F3 (SU*)	F1	F3 (TM) F2 (TA)

2.4 Hydrologische Verhältnisse

Die Aufschlussarbeiten wurden von November 2010 bis Januar 2011 durchgeführt. Mit den ausgeführten Erkundungen sind die in Tabelle 3 aufgezeigten Wasserstände eingemessen worden.

Tabelle 3: Wasserstände

Aufschluss	Wasseranschnitt [m u. GOK]	Wasseranschnitt nach Bohrende [m u. GOK]	Wasseranschnitt nach Bohrende [m NN]	Datum
B 122	3,40	---	92,33	04.11.2010
RKS 124	3,96	---	91,47	03.12.2010
B 126	---	3,70	91,62	04.11.2010

Mit den Kernbohrungen S/B 122 und 126 und der Kleinbohrung S/RKS 124 sind die Wasserstände zwischen 91,47...92,33 m NN eingemessen worden.

Die erkundeten aufgefüllten grobkörnigen Sande sind überwiegend gut wasserdurchlässig. Die aufgefüllten gemischtkörnigen schluffigen Sande und Kiese weisen geringere Durchlässigkeiten auf. Die schluffigen, tonigen Hochflutsande und die Hochflutlehme sind schwach bis sehr schwach durchlässig. Auf diesen Schichten ist mit Stau- bzw. Schichtenwasser zu rechnen. Die mit den Kernbohrungen angetroffenen Mainterrassen und tertiären Sande weisen eine gute Durchlässigkeit auf, die Tone sind schwach bis sehr schwach durchlässig.

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 GRUNDWASSERMESSTELLEN die Wasserstände zu Grundwassermessstellen entlang der Bahntrasse abgefragt (~~(U 24/ und /U 25/)~~ (U 24/ und /U 25/)). 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 24~~ /U 24/ 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 aus der Kernbohrung S/B 122 zuzüglich eines Sicherheitszuschlages vom 1 m bei 93,3 m NN anzusetzen.

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: 1,9-7,8 m

- Splitt, Sand, Schotter, Asphalt, Ziegelreste, schwach schluffig
- Fein-/Mittelsand, enggestuft, schwach schluffig, schwach tonig, schwach bis stark kiesig, schwach steinig bis steinig, Wurzelwerk, Beton-/Ziegelreste, Sandsteinstücke, Schotter
- lockere Lagerung (**Schicht 1.1.1, 1.2.1**)
mitteldichte Lagerung (**Schicht 1.2.2**)
- Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ A, [SE, SU]

Auffüllung, rollig, gemischtkörnig Mächtigkeit: 0,3-3,4 m

- Mittelsand, kiesig, schwach steinig, schluffig, schwach tonig, schwach humos, Wurzelreste, Ziegelreste, Schlacke
- Kies, sandig, schluffig, schwach tonig, schwach steinig, organisch, Ziegelreste, Asphalt
- lockere Lagerung (**Schicht 1.3.1, 1.5.1**)
mitteldichte Lagerung (**Schicht 1.3.2, 1.5.2a**)
- Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ [SU*, GU*, OH]

- Schicht 5:** **Hochflutsande** Mächtigkeit: 0,5-3,3 m
- Fein- und Mittelsand, schwach schluffig bis schluffig, tonig, schwach kiesig bis kiesig, Sandsteinstücke
 - lockere Lagerung (**Schicht 5.2.1**)
mitteldichte Lagerung (**Schicht 5.2.2**)
 - Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **SU-SU*, SU*, ST***
- Schicht 6:** **Hochflutlehm** Mächtigkeit: 1,6-2,8 m
- Ton, leicht- bis mittelpastisch, schwach schluffig, sandig bis stark sandig
 - breiige Konsistenz (**Schicht 6.1.1**)
weiche und weich/steife Konsistenz (**Schicht 6.1.2**)
steife Konsistenz (**Schicht 6.1.3**)
 - Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **TL, TM**
- Schicht 10:** **Terrassensande** Mächtigkeit: 5,0-7,6 m
- Fein- bis Grobsand, eng- und intermittierend gestuft, kiesig, schwach steinig, schwach schluffig bis schluffig, Sandsteinstücke
 - mitteldichte Lagerung (**Schicht 10.1.2, 10.1.5**)
dichte Lagerung (**Schicht 10.1.3, 10.2.3**)
 - Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **SE, SI, SU, SU***
- Schicht 15:** **Tertiäre Sande** Mächtigkeit: bis Endtiefe erkundet,
mit tonigen Zwischenlagen
- Fein- bis Mittelsand, enggestuft
 - dichte Lagerung (**Schicht 15.1.3**)
 - Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **SE**
- Schicht 16:** **Tertiäre Tone** Mächtigkeit: 1,0-1,9 m, als
Zwischenlagen in tertiären Sanden
- Ton, mittel- bis ausgeprägt plastisch, schwach schluffig, schwach sandig
 - weich/steife Konsistenz (**Schicht 16.1.2**)
steife und steif/halbfeste Konsistenz (**Schicht 16.1.3**)
 - Klassifikation lt. DIN 18196 ⇒ **TM, TM-TA**

2.6 Bodenrechenwerte

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

Tabelle 5a: Bodenrechenwerte

Bodenart	Auffüllung, rollig						
	A	[SE, SU]	[SE, SU]	[SU*]		[GU*]	[OH]
Bodengruppe nach DIN 18196							
Schicht-Nr.	1.1.1	1.2.1	1.2.2	1.3.1	1.3.2	1.5.1	1.5.2a
Konsistenz, Lagerungsdichte	locker	locker	mittel-dicht	locker	mittel-dicht	locker	mittel-dicht
wirks. Reibungswinkel φ_k' [Grad]	30,0	30,0	32,5	29,0	30,0	30,0	29,0
wirks. Kohäsion c_k' [kN/m ²]	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Wichte des feuchten Bodens γ_k [kN/m ³]	18,0	16,5	17,5	17,0	18,0	17,0	18,0
Wichte des Bodens unter Auftrieb γ_k' [kN/m ³]	9,0	9,0	10,0	9,0	10,0	9,0	9,0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	10,0	10,0	20,0	8,0	15,0	10,0	15,0

Tabelle 5b: Bodenrechenwerte

Bodenart	Hochflutablagerungen				
	SU-SU*	SU*, ST*	TL	TL, TM	TL
Bodengruppe nach DIN 18196					
Schicht-Nr.	5.2.1	5.2.2	6.1.1	6.1.2	6.1.3
Konsistenz, Lagerungsdichte	locker	mitteldicht	breiig	weich, weich-steif	steif
wirks. Reibungswinkel φ_k' [Grad]	29,0	30,0	15,0	17,5	20,0
wirks. Kohäsion c_k' [kN/m ²] ¹⁾	1,0	1,0	3,0	5,0	10,0
undrainierte Kohäsion c_u [kN/m ²] ²⁾	0,0	0,0	2,0	10,0	30,0
Wichte des feuchten Bodens γ_k [kN/m ³]	17,0	18,0	16,5	17,5	18,5
Wichte des Bodens unter Auftrieb γ_k' [kN/m ³]	9,0	10,0	6,5	7,5	8,5
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	8,0	15,0	1,0	5,0	9,0

¹⁾ Bei bindigen Böden im konsolidierten Zustand.

²⁾ Der zugehörige innere Reibungswinkel beträgt $\varphi_u = 0$.

Tabelle 5c: Bodenrechenwerte

Bodenart	Terrassenablagerungen			
	SE, SU	SE	SU*	SI
Bodengruppe nach DIN 18196				
Schicht-Nr.	10.1.2	10.1.3	10.1.5	10.2.3
Konsistenz, Lagerungsdichte	mitteldicht	dicht	mitteldicht	dicht
wirks. Reibungswinkel φ_k' [Grad]	32,5	35,0	30,0	37,5
wirks. Kohäsion c_k' [kN/m ²]	0,0	0,0	1,0	0,0
Wichte des feuchten Bodens γ_k [kN/m ³]	17,0	18,0	18,0	19,5
Wichte des Bodens unter Auftrieb γ_k' [kN/m ³]	9,5	10,5	10,0	12,0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	45,0 ab 5 m ¹⁾ : 70	75,0 ab 5 m ¹⁾ : 120	35,0	80,0

¹⁾ bezogen auf OK anstehender Boden (= UK Auffüllung)

Tabelle 5d: Bodenrechenwerte

Bodenart	Tertiäre Sande	Tertiäre Tone	
	SE	TM, TM-TA	
Bodengruppe nach DIN 18196			
Schicht-Nr.	15.1.3	16.1.2	16.1.3
Konsistenz, Lagerungsdichte	dicht	weich/steif	steif, steif/ halbfest
wirks. Reibungswinkel φ_k' [Grad]	35,0	17,5	20,0
wirks. Kohäsion c_k' [kN/m ²] ¹⁾	0,0	2,0	5,0
undrainierte Kohäsion c_u [kN/m ²] ²⁾	0,0	0,0	15,0
Wichte des feuchten Bodens γ_k [kN/m ³]	18,0	17,0	18,0
Wichte des Bodens unter Auftrieb γ_k' [kN/m ³]	10,0	7,0	8,0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	90 ab 5 m ³⁾ : 120 ab 10 m ³⁾ : 190	6,0	10,0

¹⁾ Bei bindigen Böden im konsolidierten Zustand.

²⁾ Der zugehörige innere Reibungswinkel beträgt $\varphi_u = 0$.

³⁾ bezogen auf OK anstehender Boden (= UK Auffüllung).

2.7 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 6: Rammfähigkeit

Schicht	Bodenart	Rammfähigkeit
1.1.1, 1.2.1, 1.3.1, 1.5.1	Auffüllung (Sand, Kies), locker	leicht bis mittelschwer
1.2.2, 1.3.2, 1.5.2a	Auffüllung (Sand, Kies), mitteldicht	mittelschwer
5.2.1	Hochflut: Sand, locker	leicht
5.2.2	Hochflut: Sand, mitteldicht	mittelschwer bis schwer
6.1.1	Hochflut: Ton, breiig	leicht
6.1.2	Hochflut: Ton, weich, weich/steif	leicht bis mittelschwer
6.1.3	Hochflut: Ton, steif	mittelschwer bis schwer
10.1.2, 10.1.5	Terrasse: Sand, mitteldicht	mittelschwer bis schwer
10.1.3, 10.2.3	Terrasse: Sand, dicht	schwer bis sehr schwer
15.1.3	Tertiär: Sand, dicht	schwer bis sehr schwer
16.1.2	Tertiär: weich/steif	leicht bis mittelschwer
16.1.3	Tertiär: Ton, steif, steif/halbfest	mittelschwer bis 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 Ergebnisse der Rammsondierungen werden die Auffüllungen bei lockerer Lagerung (Schicht 1.1.1, 1.2.1, 1.3.1, 1.5.1) als leicht bis mittelschwer und bei mitteldichter Lagerung (Schicht 1.2.2, 1.3.2, 1.5.2a) als mittelschwer rammfähig eingeschätzt.

Hochflutablagerungen:

Die Sande werden in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, bei lockerer Lagerung (Schicht 5.2.1) als leicht und bei mitteldichter Lagerung (Schicht 5.2.2) als mittelschwer bis schwer rammfähig eingeschätzt. In Abhängigkeit der Konsistenz ist der breiige Ton (Schicht 6.1.1) leicht, der weiche und weich/steife Ton (Schicht 6.1.2) leicht bis mittelschwer und der steife Ton (Schicht 6.1.3) als mittelschwer bis schwer rammfähig zu bewerten.

Terrassenablagerungen / Tertiär:

Die Sande werden in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte bei mitteldichter Lagerung (Schicht 10.1.2, 10.1.5) als mittelschwer bis schwer und bei dichter Lagerung (Schicht 10.1.3, 10.2.3, 15.1.3) als schwer bis sehr schwer rammfähig eingeschätzt.

In Abhängigkeit der Konsistenz ist der weich/steife Ton (Schicht 16.1.2) leicht bis mittelschwer und der steife bzw. steif/halbfeste Ton (Schicht 16.1.3) als mittelschwer bis schwer rammfähig zu bewerten.

Insgesamt ist der Baugrund unter den Auffüllungen vorwiegend als mittelschwer bis schwer rammfähig einzuschätzen. Insbesondere in den dicht gelagerten tertiären Sanden und den steifen bis steif/halbfesten Tönen sind Rammhilfen wie Spülen oder Vorbohren einzuplanen.

In aufgefüllten, locker gelagerten Sanden sowie locker gelagerten Hochflutsanden bzw. Terrassensanden ist mit Verdichtungssetzungen beim Rammen zu rechnen. Ferner ist zu beachten, dass in den pleistozänen Böden der Schicht 10 aufgrund der geologischen Entstehung mit Findlingen (Steine und Blöcke) gerechnet werden muss.

Zu beachten ist außerdem, dass die locker gelagerten Hochflutsande generell sehr verlagerungsempfindlich und im Grundwasser **setzungsfließgefährdet** sind.

Zur Minimierung der Setzungsfließgefahr sollten folgende Grundsätze beachtet werden:

- Zur Verringerung der dynamischen Anregung des Bodens sollten möglichst erschütterungsarme Verfahren angewendet werden.
- Die Bohlen sollten nach Möglichkeit in einem Zug bis zur Endtiefe gerammt werden. Sofern ein Nachrammen vorgesehen ist, muss die Verweilzeit bis zum Rammen auf Endtiefe minimiert werden, um den „Festwachseffekt“ zu vermeiden.
- Es ist ein Rammgerät zu verwenden, das eine ausreichende Größe hat. Wird ein zu kleines Gerät verwendet, so dass kaum ein Rammfortschritt erzielt wird, wird die Rammenergie zum großen Teil in Schwingungsenergie umgesetzt, welche zur Verflüssigung des Bodens führen kann.
- Zur Vermeidung hoher Schwingenergien beim Ziehen der Bohlen sollten diese im Boden verbleiben.

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 Dammverbreiterung

3.1.1 Allgemeines

Zu einem großen Teil verläuft die Bestandstrasse im Untersuchungsabschnitt auf Dämmen. Die Dammhöhe im Bereich von ~~km 77,750-77,870~~ km 34,340 – km 34,445 der Strecke 3620 liegt bei ca. 6 m. Um die neuen Gleise der Strecke ~~4010~~ 3657 herstellen zu können, werden Dammverbreiterungen erforderlich. In Abhängigkeit vom zur Verfügung stehenden Verbreiterungsraum wird hier eine vollständige Dammanschüttung vorgesehen. Stützbauwerke, Stahlspundwände im Bereich der Böschungsschulter oder Böschungsaufsteilungen, z. B. mittels Vernagelung waren in diesem Bereich nicht näher zu untersuchen. Die genauen Anschüttungsbreiten ergeben sich erst nach Fertigstellung der Detailplanung. Die neue Strecke ~~4010~~ 3657 wird in diesem Untersuchungsbereich mit einer Entwurfsgeschwindigkeit $v_e = 100$ km/h geplant (aus /U 20/).

Folgende Randbedingungen sind aus geotechnischer Sicht für seitliche Dammanschüttungen bei der vorhandenen Bestandsstrecke zu beachten. Wir empfehlen eingeschränkende Anforderungen an die Dammbaumaterialien zu berücksichtigen:

- Die Entwässerung muss nach dem Neubau der zwei Fernverkehrsgleise für die Bestandsgleise gewährleistet sein. In der weiteren Planung sollte das Gefälle der neuen Gleise darauf abgestimmt werden.
- Der Bestandsdamm besteht im Untersuchungsabschnitt überwiegend aus durchlässigen Böden und in geringem Maße aus gering durchlässigen Zwischenschichten (schluffige Sande, Schicht 1.3.2). Um sicherstellen zu können, dass in den Dammkörper eindringendes Oberflächenwasser über das bisherige Bestandsgleisnetz nicht am seitlichen Anschüttkörper aufgestaut wird und zu Aufweichungen bzw. einer kapillaren Durchfeuchtungen führt, empfehlen wir, eine Einschränkung der zu verwendenden Anschüttmaterialien zu definieren. Ein seitliches Abfließen von in den Bestandsdamm eingedrungenen Oberflächenwässern nach außen muss sichergestellt werden.
- Die Bildung von Stauwasser zwischen versickerungsfähigen Teilbereichen des Bestandsdammes und neuen nicht versickerungsfähigen bzw. nur bedingt versickerungsfähigen Anschüttbereichen ist zu vermeiden.

3.1.2 Dammschüttmaterialien nach Ril 836

Für die Dammverbreiterung / Anschüttung können formal die Böden gemäß ~~Ril 836.0501 Bild A 1.9~~ Ril 836.4102A01, Bild 1 verwendet werden. Wir empfehlen, aus vorgenannten Gründen grobkörnige Böden als Dammschüttmaterial zu verwenden.

- GW, GI, GE, SE, SW, SI
- empfohlener Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 0,98$

Gemischtkörnige Böden gemäß Ril 836 können ebenfalls genutzt werden. Diese sollte jedoch nur in Dammbereichen Anwendung finden, die selbstständig für sich neben dem Bestandsdamm hergestellt werden, so dass kein Wasser aus dem Bestandsdamm in die Neuschüttung zufließen kann.

3.1.3 Herstellung Erdbauwerk bis OK Planum

Die nachfolgend definierte Ausführung der Dammverbreiterung stellt eine seitliche Anschüttung und Verzahnung mit dem Bestandsdamm dar. Damit wird das Erreichen der Anforderungen an OK Planum gleichmäßig gewährleistet und ein Regelaufbau für die Schutzschicht kann vorgenommen werden (Details zum Tragschichtaufbau siehe Abschn. 3.2.1).

Ablaufschema

- Bewuchsbeseitigung und Abtragung Oberboden
- Herstellung einer abgetrepten Böschungsfäche am Bestandsdamm, die Stufen der Abtreppungen sollten eine Höhe von ca. 60 cm haben und ein nach außen geneigtes Gefälle von 5 % aufweisen
- Herstellung Untergrundplanum / Dammaufstandsfläche
 - Die in Höhe Untergrundplanum anstehenden Auffüllungen Schichten 1.2.1, 1.3.1 und 1.5.1 sind aufgrund ihrer lockeren Lagerung und der Inhomogenität gegen ein mind. 0,5 m dickes Kiessandgemisch auszutauschen; der mit der Bohrung S/B 122 beschriebene Straßenaufbruch ist ebenfalls auszubauen und auszutauschen
 - Die Aushubsohle ist tiefenwirksam nach zu verdichten.
 - Der Bodenaushub, die Nachverdichtung und der Wiedereinbau sind zeitnah durchzuführen. Eine Durchfeuchtung, insbesondere der Aushubsohle ist unbedingt zu vermeiden.
 - Mit dem Einbau eines grobkörnigen Materials als Bodenaustausch und im weiteren für die Dammverbreiterung selbst ist eine kapillarbrechende Wirkung im Hochwasserfall gegeben.

- Anschüttbereich bis OK Planum:
 - Lagenweiser Einbau und Verdichtung des Dammschüttmaterials ab UK Dammaufstandsfläche ~~gemäß Ril 836.0501 Bild 2 und Bild A1.9, abweichend von dem in Bild A1.9 geforderten Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 0,97$~~ empfehlen wir ein $D_{Pr} \geq 0,98$.
 - Prüfung des Verdichtungsgrades, Prüfmethode und Prüfumfang analog ZTVE-StB bzw. ~~Ril 836.0501 Bild 1~~ Ril 836.4102A01, Bild 1; Ril 836.4103.

3.1.4 Standsicherheit

Die Standsicherheiten von Böschungen sind im Wesentlichen von den Schüttmaterialien, der Damm-/Böschungshöhe und der Böschungsneigung abhängig.

Bei Einhaltung der Regelböschungsneigungen nach Ril ~~836.0506~~ 836.4102A01 Bild 1, der Verwendung der darin vorgegebenen Bodengruppen (siehe auch Abschn. 3.1.2) und funktionstüchtigen Entwässerungsanlagen gilt der Nachweis der Standsicherheit von Lockergesteinsböschungen als erbracht. Der Untergrund wird nach Herstellung des Untergrundplanums, wie oben beschrieben, als ausreichend tragfähig eingeschätzt.

Standsicherheits- und Verformungsberechnungen sind zurzeit nicht Untersuchungsgegenstand. In weiteren Planungsphasen können diese ggf. notwendig werden. Hierfür werden zusätzliche Planungsdetails und Querprofilaufnahmen benötigt.

3.1.5 Schwingstabilität

Die Untersuchung der Schwingstabilität für das Erdbauwerk ist nach ~~U 31~~ /U 31/ aufgrund der vorgesehenen Fahrgeschwindigkeiten von < 200 km/h nicht gesondert zu untersuchen.

Die neue Dammverbreiterung / Anschüttung wird nach den Neubaukriterien hergestellt, so dass die Schwingstabilität hierfür gegeben ist.

3.2 Tragschichtsystem

3.2.1 Anforderungen an das Tragschichtsystem

Die Dammverbreiterung wird von uns in das Kriterium „Neubau“ und die Streckenkategorie P160, R120 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 7 dargestellten Anforderungen an das Tragschichtsystem:

Tabelle 7: Regelanforderungen an den Unterbau unter Gleisen

Streckenkategorie Oberbau	Neubau P-160, R-120 Schotter
OKTS = Oberkante Tragschicht (alt: Planum)	$E_{vd} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ $D_{pr} \geq 1,00$
Planum (alt: Erdplanum)	$E_{vd} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ $E_{vd} \geq 35 / 30 \text{ MN/m}^2$ ^{*)} $D_{pr} \geq 0,97$ ^{**)}
Regeldicke der Schutzschicht für Frosteinwirkungsgebiet I	40 cm

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

**) Empfehlung $D_{pr} \geq 0,98$

Die neuen Fernverkehrsgleise der Strecke 3657 werden gemäß /U 32/ in das Kriterium „Neubau“ und die Streckenkategorie P160 (VzG: 80km/h < v ≤ 160 km/h) gemäß Ril 836.4101A01 Tabelle 1 und 2 eingeordnet. Die zukünftigen Radsatzlasten betragen gemäß Planerangaben ≤ 25 Tonnen. Der Untersuchungsabschnitt zum Projekt Umbau des Knotens Frankfurt(M)-Sportfeld, 2. Ausbaustufe ist entsprechend Ril 836.4101A04 dem Frosteinwirkungsgebiet I zuzuordnen. Gemäß Modul 836.4101A01 Tabelle 1 und Tabelle 2 ergeben sich die in Tabelle 7 dargestellten Anforderungen an das Tragschichtsystem.

Tabelle 8: Regelanforderungen an den Unterbau unter Gleisen Neubau auf Erdkörpern gemäß Frosteinwirkungsgebiet I: bis 160 km/h; Pkt.

Neubau - Schotteroberbau	
max. Geschwindigkeit	ab 80 km/h bis einschließlich 160 km/h
max. Gleisbelastung	≤ 25
Frosteinwirkungsgebiet	I



abzusichernder Tragbereich	2,0 m unter SO		
Anforderungen an die Verdichtung nach Anhang 01 Modul 836.4101	$I_c \geq 0,75$ (steife Konsistenz) $D \geq 0,3$ bei $U < 3$ bzw. $D \geq 0,45$ bei $U \geq 3$ (mitteldichte Lagerung)		
Frostempfindlichkeitsklasse	F1	F2	F3
Dicke frostsicherer Aufbau	-	60	70
Dicke der Schutzschicht	35	35	40
Anforderungen an die Verformungs- module nach Anhang 01 Modul 836.4101 ²⁾		OFTS	OK Planum / Untergrund
	E_{v2}	100	45
	E_{vd} ¹⁾	45	30
	D_{Pr}	1,0	0,97 / 0,95 ^{**)}

1) E_{vd} Werte gelten für gemischt- und feinkörnigen Böden, bei grobkörnigen Böden sind die Werte um jeweils 5 MN/m² zu erhöhen.

2) Die geforderten Werte sind bei gleisgebundenen Umbau, bzw. bei Verwendung von Geotextil entsprechend den Moduln Ril 836.4105A02 Bild 1, bzw. Ril 836.4101A02 Pkt. 12 anzupassen

3) 1. Wert bei GW, GI, SE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST / 2. Wert bei GU*, GT*, SU*, ST*, U, T

***) Empfehlung $D_{Pr} \geq 0,98$

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 dem Vorgesagten besteht dieser im vorliegenden Fall aus den zu verwendenden grobkörnigen Dammschüttmaterialien.

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.

Neubau Fernverkehrsgleise Strecke ~~4010, km 77,750-77,870~~ 3657, km 34,340 – 34,445

Die Regelanforderungen an das Planum werden durch die oben 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

Bewertung der OK Tragschicht nach Ril 836.4101A01

Anforderung an die Verdichtung: Mindestens steif (mit $I_c \geq 0,75$) bzw. mitteldicht ($D \geq 0,45$ bei $U \geq 3$)	Eingehalten*
Anforderung an das Verformungsmodul: $E_{v2}=100$ MN/m ² ; $E_{vd}=45$ MN/m ²	Eingehalten*

* Bei Neubau der Dammschüttung, siehe unter Punkt 3.1.3.

Bewertung vorhandenes OK Planum nach Ril 836.4101A01

Anforderung an die Verdichtung: Mindestens weich (mit $I_c \geq 0,75$) bzw. mitteldicht ($D \geq 0,45$ bei $U \geq 3$)	eingehalten, nach Nachverdichtung
Anforderung an das Verformungsmodul: $E_{v2}=45$ MN/m ² ; $E_{vd}=30$ MN/m ²	eingehalten, nach Nachverdichtung

Bemessung hinsichtlich Tragfähigkeit nach Ril 836.4101A05, Bild A5.2

Mindestdicke Schutzschicht	0,30 m
----------------------------	--------

Bewertung hinsichtlich Filterstabilität nach Ril 836.4101A06

Bei Verwendung von KG 1 Material oder KG 2 kann dieser Nachweis entfallen, gemäß Ril 836.4101A6, Seite 1, Abschnitt 2.

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 ausreichend angesehen, was unsere Erfahrungen bestätigen. Aus geotechnischer Sicht sind folgende weitere Maßnahmen erforderlich:

- Prüfung der Tragfähigkeit und Verdichtung des Planums nach Tabelle 7
- Einbau einer ~~0,40~~ 0,30 m dicken Schutzschicht aus KG 2, **zweilagiger** Einbau
- Prüfung der Tragfähigkeit und Dichte auf der OKTS gemäß Tabelle 7
- Einbau des neuen Schotteroberbaues (0,3 m Grundsotter)

3.2.3 Materialanforderungen

Bei Verwendung der o. g. Dammschüttstoffe für die Dammverbreiterung ist von einer guten Durchlässigkeit auszugehen. Der Einbau eines Korngemisches KG 2 als Schutzschicht wird empfohlen. Das Korngemisch muss die Güteforderungen der DBS 918 062 ~~/U 29/~~ /U 29/ erfüllen.

3.2.4 Abnahmekriterien

Die für die Bauausführung erforderlichen Abnahmekriterien an die Oberkante Tragschicht und das Planum ergeben sich aus den Regelanforderungen der ~~Ril 836.0501, Bild A1.9~~ Ril 836.4101A01 Tabelle 2 (Abschnitt 3.2.1).

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 28/~~ /U 28/ 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 Grund-

wasserstand, 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 2) und unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors von 0,2 nach DWA-A 138 wie folgt einzuschätzen:

Tabelle 9: Versickerungsfähigkeit von Böden nach DWA-A 138

Boden	Schicht	k_f -Werte [m/s]	$k_{f,korr}$ -Werte [m/s]	Versickerungsfähigkeit
Auffüllung, (Sand), rollig	1.1.1, 1.2.1, 1.2.2	$10^{-3} \dots 10^{-5}$	$10^{-3} \dots 10^{-5}$	versickerungsfähig
Auffüllung, (Sand, Kies), gemischtkörnig	1.3.1, 1.3.2, 1.5.1, 1.5.2a	$1,2 \cdot 10^{-6} \dots 7,0 \cdot 10^{-6}$ [SU*, OH]	$2,4 \cdot 10^{-7} \dots 1,4 \cdot 10^{-7}$ [SU*, OH]	nicht versickerungsfähig
Hochflutsand, gemischtkörnig	5.2.1, 5.2.2	$10^{-4} \dots 10^{-6}$ (SU) $10^{-5} \dots 10^{-8}$ (SU*, ST*)	$10^{-4} \dots 10^{-6}$ (SU) $10^{-5} \dots 10^{-8}$ (SU*, ST*)	versickerungsfähig bis nicht versickerungsfähig
Hochflutlehm	6.1.1, 6.1.2, 6.1.3	$10^{-7} \dots 10^{-10}$	$10^{-7} \dots 10^{-10}$	nicht versickerungsfähig
Terrasse: Sand, rollig	10.1.2, 10.1.3, 10.2.3	$1,2 \cdot 10^{-4} \dots 1,0 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-5} \dots 2,0 \cdot 10^{-4}$	versickerungsfähig
Terrasse: Sand, gemischtkörnig	10.1.5	$10^{-5} \dots 10^{-7}$ (SU*)	$10^{-5} \dots 10^{-7}$ (SU*)	versickerungsfähig bis nicht versickerungsfähig
Tertiär: Sand, rollig	15.1.3	$10^{-3} \dots 10^{-5}$	$10^{-3} \dots 10^{-5}$	versickerungsfähig
Tertiär: Ton	16.1.2, 16.1.3	$10^{-8} \dots 10^{-10}$	$10^{-8} \dots 10^{-10}$	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 8 entnommen werden.

Im vorliegenden Fall besitzen die über dem Grundwasser erkundeten, aufgefüllten und anstehenden Sande der Bodengruppen [SE, SU] und SU k_f -Werte $>10^{-6}$ m/s und sind gemäß DWA-A138 ausreichend versickerungsfähig. Die gemischtkörnigen Auffüllungen der Bodengruppe [SU*, GU*, OH] und die schluffigen, tonigen Hochflutsande SU*, ST* sind nur bedingt versickerungsfähig, da ihre k_f -Werte im Grenzbereich von 10^{-6} m/s liegen. Die Hochflutlehme sind nach DWA-A138 nicht versickerungsfähig, ebenso die tertiären Tone. Die Terrassensande sowie die tertiären Sande sind prinzipiell versickerungsfähig.

Fazit:

Im Bereich der Bohrpunkte ist eine Versickerung von nicht belastetem Niederschlagswasser gemäß DWA-A 138 in den rolligen Auffüllungen oberhalb des Grundwassers möglich.

3.4 Ausbildung der Hinterfüllung der Kunstbauwerke

Die Dammverbreiterung von ~~km 77,750 bis km 77,870~~ km 34,340 bis km 34,445 liegt zwischen den beiden Eisenbahnüberführungen Mainbrücke und Gutleutstraße. Die Dammverbreiterung ist mit den Widerlagerhinterfüllungen der beiden Brücken abzustimmen, siehe gesonderte Gutachten zu den Brückenbauwerken und auch ~~Ril 836, Modul 836.0504, Bild 2~~ Ril 836.4101A01 Tabelle 1.

3.5 Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Die bei der Dammverbreiterung anfallenden Erdmassen stellen sandige, kiesige Auffüllungen, Oberboden und Straßenaufbruch sowie die anstehenden Hochflutablagerungen dar.

Diese Böden sind gemäß Ril 836, Modul 836.0504, Bild 1 / Bild 2 als Hinterfüllmaterial der Widerlager nicht geeignet. Bis auf den Oberboden und den Straßenaufbruch können sie jedoch in Bereichen ohne besondere Anforderungen an Durchlässigkeit, Verdichtungsgrad, Frostempfindlichkeit usw. als Auffüllmaterial o.ä. eingesetzt werden. Fremdbestandteile wie Wurzeln, Bauschutt, Schlacke o.ä. sowie der Oberboden sind vor einer Wiederverwendung der Böden auszusondern.

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 die Dammverbreiterung von ~~km 77,750-77,870~~ der Strecke ~~4010~~ km 34,340 - km 34,445 der Strecke 3657 im Rahmen des Projektes Ausbau des Knotens Frankfurt(M)-Sportfeld, 2. Ausbaustufe dargestellt. Die Untersuchungen beziehen sich auf die Ermittlung der Eigenschaften der aufgefüllten und anstehenden Böden zur Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Ausführung der Dammverbreiterung.

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

Der Baugrund besteht ab Geländeoberkante bzw. im Dammbereich aus rolligen Auffüllungen in Form von enggestuften und schwach schluffigen bis schluffigen Sanden/Kiesen sowie humosen Kiesen. Darunter folgen locker bis mitteldicht gelagerte Hochflutsande und breiige bis steife Hochflutlehme. Unter diesen Sedimenten stehen die mitteldichten und dichten Terrassensande und die dicht gelagerten tertiären Sande an. In den tertiären Sanden finden sich immer wieder in unterschiedlichen Horizonten bindige Zwischenlagen mit weich/steifer bis steif/halbfester Konsistenz.

Das Grundwasser wurde mit den Erkundungen S/B 122, S/RKS 124 und S/B 126 zwischen 91,47...92,33 m NN eingemessen. Wir empfehlen, den Bemessungswasserstand zuzüglich eines Sicherheitszuschlages von 1 m bei ca. 93,3 m NN anzusetzen.

Ausgehend von den Erkundungsergebnissen kann die Dammverbreiterung auf einem ca. 0,5 m dicken Bodenaustausch ausgeführt werden. Der Dammaufbau ist entsprechend den Vorgaben zu prüfen. Auf Oberkante Planum ist der Einbau einer ~~40~~ 30 cm dicken Schutzschicht mit einem KG 2 Material vorzunehmen.

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.

aufgestellt:

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

Dipl.-Geol. U. Tang