



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTECHNIK MBH

DB ProjektBau GmbH  
Regionalbereich Mitte  
Nahverkehrsvorhaben Süd (I.BV-MI-P (5))  
Hahnstraße 52  
60528 Frankfurt am Main

Projekt-Nr. 28.2288	Datei P2288BHydroStrecke100408.docx	Diktat CSp/Fe	Büro Witten	Datum 08.04.2010
------------------------	--	------------------	----------------	---------------------

## **S-Bahn Rhein-Main / Nordmainische S-Bahn**

**Strecke km 54,310 – km 71,900**

**Hydrogeologisches Gutachten**

### **ANLAGE 12.6.0.1**

Auftrag vom 20.08.2008

**Gesellschaft:** HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, Geschäftsführer Dipl.-Ing. Christian Spang

**Zentrale Witten:** Westfalenstraße 5 - 9, D-58455 Witten, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de  
<http://www.dr-spang.de>

**Niederlassungen:** 09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Str. 34, Tel. (03731) 798789-0, Fax 798789-20, freiberg@dr-spang.de  
73734 Esslingen/Neckar, Weilstr. 29, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de  
06618 Naumburg, Jakobsring 4a, Tel. (03445) 762-153, Fax (03445) 762-162, naumburg@dr-spang.de  
90441 Nürnberg, Waldaustraße 13, Tel. (0911) 964 5665-0, Fax (0911) 964 5665-5, nuernberg@dr-spang.de

**Banken:** Stadtparkasse Witten, BLZ 452 500 35, Kto. 4911, Deutsche Bank AG, Witten, BLZ 430 700 24, Kto. 8139511



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 2

05.04.2010

---

**INHALT**

**SEITE**

<b>1. ALLGEMEINES</b>	<b>6</b>
1.1 Projekt	6
1.2 Auftrag	7
1.3 Unterlagen	7
<b>2. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE</b>	<b>10</b>
2.1 Morphologie und Vegetation	10
2.2 Allgemeine geologische Beschreibung	11
2.3 Allgemeine Tektonik	18
<b>3. UNTERSUCHUNGSPROGRAMM</b>	<b>19</b>
3.1 Pegelmessungen	20
3.2 Pumpversuche	20
3.3 Chemische Untersuchungen	24
<b>4. GRUNDWASSER</b>	<b>24</b>
4.1 Allgemeines	24
4.2 Durchlässigkeiten und Schichtaufbau	25
4.3 Grundwasserstand und Bemessungswasserstand	27
<b>5. BEEINFLUSSUNGEN DES GRUNDWASSERREGIMES DURCH BAUWERKE</b>	<b>31</b>
5.1 Allgemeine Randbedingungen aus der Konstruktion der Bauwerke	31
5.2 Dauerhafte Auswirkungen der Bauwerke	33
5.2.1 Stützwand, km 54,63 – 54,97	33
5.2.2 KRWB Hafenbahn, km 56,58	34
5.2.3 EÜ Verlängerung Ernst-Heinkel Straße, km 57,51	34
5.2.4 HP Fechenheim und Zugang West, km 57,65	35
5.2.5 EÜ Bahnsteigzugang Cassellastraße, km 57,65	35
5.2.6 Durchlass – Ersatzneubau, km 60,62	36





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 3

05.04.2010

5.2.7	HP Maintal West, km 61,76	36
5.2.8	EÜ Bahnsteigzugang (Bf. Maintal-West), km 61,87	36
5.2.9	ESTW Maintal, ca. km 61,56	37
5.2.10	SÜ Bruno-Dreßler Straße, km 62,35	37
5.2.11	EÜ Gewölbebrücke Braubach, km 62,89	38
5.2.12	EÜ Gewölbebrücke Braubach, km 63,30	38
5.2.13	EÜ Bahnsteigzugang (Bf. Maintal-Ost), km 63,77	39
5.2.14	HP Maintal Ost, km 63,77	39
5.2.15	Durchlass – Ersatzneubau, km 64,75	40
5.2.16	Durchlass – Ersatzneubau, km 65,05	40
5.2.17	FÜ Buchenheege, km 66,03	41
5.2.18	Durchlass – Ersatzneubau, ca. km 66,33	41
5.2.19	Durchlass Schneidlache, km 66,49	41
5.2.20	Station Wilhelmsbad, km 67,20	42
5.2.21	EÜ Burgallee, km 67,21	42
5.2.22	SÜ L 3268 / Maintaler Straße, km 67,62	42
5.2.23	EÜ Frankfurter Landstraße, km 68,24	43
5.2.24	Stützwand, km 68,55 – 68,75	43
5.2.25	EÜ Salisweg, km 68,65	44
5.2.26	EÜ Salisbach, km 68,92	44
5.2.27	EÜ Kinzig, km 69,17	45
5.2.28	EÜ Philippsruher Allee / Bahnsteigzugang, km 69,45	45
5.2.29	Station Hanau West, km 69,30	46
5.2.30	Hanau Hbf, km 71,17 – 71,57	46
5.3	Temporäre Auswirkungen der Bauwerke	47
5.3.1	Stützwand, km 54,63 – 54,97	47
5.3.2	KRWB Hafenbahn, km 56,58	48
5.3.3	EÜ Verlängerung Ernst-Heinkel Straße, km 57,51	48
5.3.4	HP Fechenheim und Zugang West, km 57,65	49
5.3.5	EÜ Bahnsteigzugang Cassellastraße, km 57,65	49
5.3.6	Durchlass – Ersatzneubau, km 60,62	50



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 4

05.04.2010

5.3.7	HP Maintal West, km 61,76	50
5.3.8	EÜ Bahnsteigzugang (Bf. Maintal-West), km 61,87	51
5.3.9	ESTW Maintal, ca. km 61,56	51
5.3.10	SÜ Bruno-Dreßler Straße, km 62,35	52
5.3.11	EÜ Gewölbebrücke Braubach, km 62,89	52
5.3.12	EÜ Gewölbebrücke Braubach, km 63,30	52
5.3.13	EÜ Bahnsteigzugang (Bf. Maintal-Ost), km 63,77	53
5.3.14	HP Maintal Ost, km 63,77	54
5.3.15	Durchlass – Ersatzneubau, km 64,75	54
5.3.16	Durchlass – Ersatzneubau, km 65,05	55
5.3.17	FÜ Buchenheege, km 66,03	55
5.3.18	Durchlass – Ersatzneubau, ca. km 66,33	55
5.3.19	Durchlass Schneidlache, km 66,49	56
5.3.20	Station Wilhelmsbad, km 67,20	57
5.3.21	EÜ Burgallee, km 67,21	57
5.3.22	SÜ L 3268 / Maintaler Straße, km 67,62	58
5.3.23	EÜ Frankfurter Landstraße, km 68,24	58
5.3.24	Stützwand, km 68,55 – 68,71	59
5.3.25	EÜ Salisweg, km 68,65	60
5.3.26	EÜ Salisbach, km 68,92	60
5.3.27	EÜ Kinzig, km 69,17	61
5.3.28	EÜ Philippsruher Allee / Bahnsteigzugang, km 69,45	61
5.3.29	Station Hanau West, km 69,30	62
5.3.30	Hanau Hbf, km 71,17 – 71,57	62
5.4	Strecke	63
5.4.1	Dauerhafte Auswirkungen der Streckenbauwerks auf das Grundwasser	63
5.4.2	Temporäre Auswirkungen des Streckenbauwerks auf das Grundwasser	68
5.4.3	Möglichkeiten der Niederschlagswasserversickerung	69
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>75</b>



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 5

05.04.2010

## 7. ANLAGEN

- Anlage 12.6.1: Übersichtslageplan, 1 : 25.000
- Anlage 12.6.2: Amtliche Karten
- Anlage 12.6.2.1: Geologische Karte, 1 : 25.000
- Anlage 12.6.2.2: Hydrogeologische Karte, 1 : 25.000
- Anlage 12.6.3: Lageplan Erkundung, 1 : 1.000
- Anlage 12.6.4: Längsschnitt mit Bohrungen, 1 : 1.000/100
- Anlage 12.6.5: Bohrprofile
- Anlage 12.6.6: Pumpversuche; Protokolle und Auswertungen
- Anlage 12.6.7: Grundwasserpegel Messungen
- Anlage 12.6.7.1: Tabellarische Übersicht
- Anlage 12.6.7.2: Ganglinien
- Anlage 12.6.7.3: Schnitt entlang Trasse
- Anlage 12.6.7.4: Schwankungsbreite der Grundwasserstände entlang Trasse
- Anlage 12.6.8: Chemische Analyseergebnisse
- Anlage 12.6.8.1: Übersicht Probenzusammenstellung
- Anlage 12.6.8.2: Grundwasseranalysen nach DIN 4030 und DIN 50 929





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 6

05.04.2010

## 1. ALLGEMEINES

### 1.1 Projekt

Die DB Netz AG, vertreten durch die DB ProjektBau GmbH, plant den Neubau der „Nordmainischen S-Bahn“. Die Nordmainische S-Bahn soll an das Bestandsnetz der Frankfurter S-Bahn in der Nähe der Station Konstablerwache anschließen und über den Bahnhof Frankfurt/Main – Ost zum HBF Hanau führen. Dabei soll die Streckenführung auf der nördlichen Mainseite, im Wesentlichen in Bündelung mit der bestehenden Schnellbahnstrecke Frankfurt – Fulda, erfolgen. Mit der Nordmainischen S-Bahn soll somit das Frankfurter S-Bahn-Netz mit der neuen, nördlich des Mains geführten S-Bahn-Strecke, ergänzt werden.

Die geplante Strecke 3685 soll im Anschluss an eine bestehende S-Bahn-Strecke in der Nähe der Station Konstablerwache, etwa im Bereich der „Grünen Straße“ zunächst unterirdisch geführt werden. In einem bogenförmigen Verlauf soll die unterirdische Strecke zum Bahnhof Frankfurt/Main – Ost in zwei Tunnelröhren geführt werden. Östlich der Station Frankfurt/Main – Ost soll die S-Bahn-Strecke wiederum in zwei Tunnelröhren mit langsam ansteigender Gradienten zur Geländeoberfläche geführt werden. Bei etwa km 54+245 enden die derzeit vorgesehenen Tunnelröhren und gehen in ein Trogbauwerk über. Für die hydrogeologische Beurteilung dieses Abschnitts wird auf [U 18] verwiesen.

Ab dem Ende des Trogbauwerks soll die Strecke 3685 bis zum HBF Hanau (km 71+900) oberirdisch zunächst in nordöstlicher Richtung geführt werden. Südwestlich der Ortschaft Bischofsheim schwenkt die Trasse nach Osten. Südlich von Wilhelmsbad ändert sich die Trassenführung erneut und führt nach Südosten auf den HBF Hanau zu. Im Bereich der oberirdischen Strecke sollen 5 S-Bahn-Stationen errichtet werden sowie 3 niveaugleiche Bahnübergänge aufgehoben und durch 2 Kunstbauwerke ersetzt werden. Außerdem sollen mehrere Überführungsbauwerke für querende Straßen errichtet werden.

Das vorliegende Gutachten behandelt die hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich der oberirdisch geführten Strecke östlich der beiden Tunnelabschnitte bis zum HBF Hanau.



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 7

05.04.2010

## 1.2 Auftrag

Die DB ProjektBau GmbH hat am 20.08.2009 der Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH den Auftrag erteilt, ein hydrogeologisches Gutachten auf Basis der im Jahr 2008 ausgeführten Baugrunderkundung und von Archivunterlagen zu erstellen.

## 1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten, vom AG zur Verfügung gestellten Unterlagen verwendet:

- [U 1] **Deutsche Bahn AG, S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Strecke Frankfurt/M Ost – Hanau, Los 12, 95/220, Bericht No. 1, Baugrundgutachten;** Prof. Dr.-Ing. P. Amann Consult GmbH, Mühlthal, April 1997.
- [U 2] **Deutsche Bahn AG, S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Strecke Frankfurt/M Ost – Hanau Baulos 13, 95/220; Bericht No. 1, Baugrundgutachten;** Prof.-Ing. P. Amann Consult GmbH, Mühlthal, 28.04.1997.
- [U 3] **Deutsche Bahn AG, S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Strecke Frankfurt/M Ost – Hanau Baulos 14, 95/220; Bericht No. 1, Baugrundgutachten;** Prof.-Ing. P. Amann Consult GmbH, Mühlthal, 13.05.1997.
- [U 4] **Deutsche Bahn AG, S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Strecke Frankfurt/M Ost – Hanau Baulos 15, 95/220; Bericht No. 1, Baugrundgutachten;** Prof.-Ing. P. Amann Consult GmbH, Mühlthal, 22.08.1997.
- [U 5] **Deutsche Bahn AG, S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Strecke Frankfurt/M Ost – Hanau Baulos 16, 95/220; Bericht No. 1, Baugrundgutachten;** Prof.-Ing. P. Amann Consult GmbH, Mühlthal, 25.08.1997.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 8

03.04.2010

- 
- [U 6] **Magistrat der Stadt Hanau, S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Beseitigung BÜ Frankfurter Landstraße, 97/122; Bericht No. 2 (Schlussbericht), Beurteilung der Grundwassersituation;** Prof.-Ing. P. Amann Consult GmbH, Mühlthal, 07.09.1998.
- [U 7] **Nordmainische S-Bahn, Strecke Frankfurt/Main – Hanau, Baumaßnahme Bahnübergang Frankfurter Landstraße in Hanau, Projekt 158010059, Bericht-Nr. 1, Einfluss auf die Hydrogeologie;** Prof.-Ing. P. Amann Consult GmbH, Mühlthal, 09.07.2001.
- [U 8] **Nordmainische S-Bahn, Strecke Frankfurt/Main – Hanau, Baumaßnahme Bahnübergang Salisweg in Hanau, Projekt 158010059, Bericht-Nr. 2, Einfluss auf die Hydrogeologie;** Prof.-Ing. P. Amann Consult GmbH, Mühlthal, 09.07.2001.
- [U 9] **Nordmainische S-Bahn, Strecke Frankfurt/Main – Hanau, Baumaßnahme Bahnübergang Burgallee, Einfluss auf die Hydrogeologie;** Prof.-Ing. P. Amann Consult GmbH, Mühlthal, 30.08.2001.
- [U 10] **Nordmainische S-Bahn, Strecke Frankfurt/Main – Hanau, Baumaßnahme Bahnübergang Burgallee in Hanau, Projekt 158010059, Bericht-Nr. 3, Einfluss auf die Hydrogeologie;** Prof.-Ing. P. Amann Infutec Consult AG & Co. KG, Mühlthal, 30.08.2001.
- [U 11] **Machbarkeitsuntersuchung S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn;** DB Projekt-Bau GmbH, Niederlassung Mitte, I.B – MI –TP FFM 2 G01, Frankfurt am Main, Oktober 2006.
- [U 11] **S-Bahn Rhein-Main, Auszüge aus dem Erläuterungsbericht zur Vorplanung Lph 1 – 2;** DB ProjektBau GmbH, Berlin, Dezember 2008.

Des Weiteren wurden folgende Unterlagen zur Erstellung des Gutachtens herangezogen:



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 9

05.04.2010

- 
- [U 12] **Geologische Karte von Hessen, Blatt Frankfurt a. M. Ost (5818), Karte 1 : 25.000 und Erläuterungen**; Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1993.
- [U 13] **Geologische Karte von Hessen, Blatt Hanau (5819), Karte 1 : 25.000 und Erläuterungen**; Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1998.
- [U 14] **Bohrprofile aus dem Bohrprofilarchiv**; Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), Wiesbaden, 2008.
- [U 15] **Planung und Bemessung einer komplexen Grundwasser-Kommunikations-Anlage für den City-Tunnel Leipzig**; Spang, C. et al., Proc. Christian Veder Kolloquium, Graz, 2007.
- [U 16] **Innerstädtische Tunnelbauwerke als Strömungshindernis für das Grundwasser, Grundwasserkommunikationsanlagen zur Beherrschung von Aufstau und Sunk am Beispiel des City Tunnel Leipzig**; Spang, C., Glitsch, W., Taschenbuch für den Tunnelbau 2009, Essen, 2008.
- [U 17] **Hydrogeologische Methoden**; Langguth, Voigt, 2. Auflage, 2004
- [U 18] **Hydrogeologisches Gutachten, S-Bahn Rhein-Main / Nordmainische S-Bahn, Tunnelstrecke km 52,9 – km 54,3, Station Ostbahnhof**; Dr. Spang GmbH, Witten, 12.12.2008.
- [U 19] **Hydrogeologisches Gutachten, S-Bahn Rhein-Main / Nordmainische S-Bahn, Strecke km 54,310 – 71,900, 2. Ergänzung zum Hydrogeologischen Gutachten - zementverfestigte Bodensäulen -**; Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, Witten, 30.03.2010.
- [U 20] **Geotechnisches Gutachten, S-Bahn Rhein-Main / Nordmainische S-Bahn, Strecke km 54,310 - km 71,900**; Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, Witten, 19.02.2009.



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 10

03.04.2010

**[U 21] Geotechnisches Gutachten – Lph 3, S-Bahn Rhein-Main / Nordmainische S-Bahn, Strecke km 54,310 - km 71,900;** Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, Witten, 09.10.2009.

**[U 22] Geotechnisches Gutachten – Lph 3 – Ergänzende Angaben zur Baugrundverbesserung –, S-Bahn Rhein-Main / Nordmainische S-Bahn, Strecke km 54,310 - km 71,900;** Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, Witten, 30.03.2010.

Außerdem werden die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung eingeführten technischen Regelwerke und alle relevanten bahninternen Regelwerke verwendet, insbesondere die in Ril 836.0100 aufgeführten Regelwerke.

## 2. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

### 2.1 Morphologie und Vegetation

Die Trasse durchläuft im Wesentlichen ebenes Gelände. Ein nennenswertes Relief des Geländes beschränkt sich auf Straßendämme. Südlich der geplanten S-Bahnstrecke befinden sich im gesamten Verlauf der geplanten Strecke die Bestandsgleise der Verbindung Frankfurt (Main) – Hanau (Strecke 3660). Ebenfalls südlich der Strecke verläuft mit wechselnden Abständen der Main. Eine Übersicht über die Abstände des Mains zur Strecke ist für einige Stationen der Tabelle 2.1-1 zu entnehmen.

Station	ca. km	Abstand der Strecke zum Main
Danziger Platz	53,8	625 m
Ostarkstraße	54,0	515 m zum Hafenbecken
K/Bw Hafenbahn	56,6	550 m
Mainschleife Fechenheim	56,6 – 58,2	2.700 m – 60 m





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 11

03.04.2010

Station	ca. km	Abstand der Strecke zum Main
Burgallee	67,2	2.100 m
Philippsruher Allee – Hanau HBF	69,4 – 70,4	420 – 480 m

**Tabelle 2.1-1:** Abstand des Mains zur Strecke

Im Bereich der geplanten S-Bahntrasse bzw. in der unmittelbaren nördlichen Umgebung der geplanten Trasse werden die in Tabelle 2.1-2 dargestellten Vegetations- und Nutzungsbereiche durchfahren.

Streckenabschnitt von ca. km bis ca. km		Aktuelle Nutzung / ggf. Vegetation
54+310	56+500	Ostpark FFM, (Grünflächen, Bäume, Sträucher) vereinzelte Gebäude
56+500	58+500	Wohn- und Gewerbebebauung
58+500	59+500	vereinzelt Wohn- und Gewerbebebauung, Strauchbewuchs, vereinzelt Bäume
59+500	60+600	Landwirtschaft
60+600	61+900	Gewerbebebauung
61+900	63+100	Landwirtschaft
63+100	64+500	Wohnbebauung / Gewerbe
64+500	67+000	Wald
67+000	67+800	Wald und vereinzelte Gebäude
67+800	71+600	städtischer Siedlungsraum (Hanau)

**Tabelle 2.1-2:** Vegetation und aktuelle Nutzung

## 2.2 Allgemeine geologische Beschreibung

Nach den vorliegenden Unterlagen ([U 1] - [U 10]) sowie der aktuellen Erkundung ([U 20]) ist im Bereich der geplanten S-Bahn-Strecke im Wesentlichen mit den nachfolgend beschriebenen und nach ihrem Entstehungsalter geordneten Schichten zu rechnen.



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 12

05.04.2010

Mit der Einsenkung des Mainzer Beckens im **Tertiär** wurde das Projektgebiet zum Sedimentationsraum. Paläogeographisch stellt das Mainzer Becken einen östlichen Sporn des Oberrheingrabens dar. Bei dem Mainzer Becken handelte es sich um einen mit ca. 50 m tiefe flachen Sedimentationsraum.

Im Mainzer Becken kam es zu zwei langandauernden Meeresbildungen, dem Oligozänmeer und dem Miozänmeer mit dazwischen liegenden Intervallen der Verlandung und limnischen Sedimentationscyclen.

Die oligozäne Transgression sedimentierte im Mainzer Becken die Schichten **Rupelton** und **Cyrenenmergelgruppe** (grau-grüne Mergel aus blackig werdendem Wasser) ab.

Nach vorübergehender Verlandung im Oberoligozän setzte mit dem Miozän wieder eine Senkung und damit Transgression in das Mainzer Becken ein. Im Gegensatz zu den sandig-mergeligen Ablagerungen des Oligozänmeeres bildeten sich nun harte, kalkige Ablagerungen, die den heutigen Plateaus und Hügeln mit ihrer typischen Kalkflora das Gepräge geben. Das Miozänmeer lagerte die **Cerithienschichten** (Grenze Oligozän / Miozän), **Inflatenschichten** und die **Hydrobienschichten** ab.

In den pleistozänen Kaltzeiten lagerten der Main und seine Nebenflüsse weiträumig mehrere Schotterterrassen ab, in die sich der Main in den zwischenzeitlichen Warmzeiten immer wieder eingeschnitten hat. Im Projektgebiet findet sich als oberste, natürlich gewachsene Schicht vielfach die Niederterrasse des Mains. Flugsand, Dünen sand und Löß wurden als Anwehungen sedimentiert und liegen aufgrund von Verwitterungsprozessen teilweise verlehmt vor.

Die holozänen Hochflutlehme und Auesedimente des Mains und der Nebenflüsse sowie die Verlandung von Flussaltarmen und örtliche Moorbereiche bilden die erdgeschichtlich jüngsten Ablagerungen.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 13

08.04.2010

Das Projektgebiet ist weitgehend anthropogen überprägt. Es finden sich durch die rege Bautätigkeit im Stadtgebiet Frankfurt und entlang der Strecke in Maintal und Hanau, sowie in den Kiesgewinnungsgebieten fast durchgängig künstliche Auffüllungen, z. T. aus natürlichen, umgelagerten Böden, z. T. aus Schotter, Bauschutt u. Ä. an der Geländeoberfläche.

Grundlage für die nachfolgende Beschreibung des Untergrunds sind frühere Gutachten, Archivunterlagen von Baugrundaufschlüssen des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie (HLUG) [U 14] sowie die aktuellen Aufschlüsse.

Die digitalen Bohrprofile wurden in einen Längsschnitt (siehe Anlage 12.6.4) eingetragen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Bohrungen in der Regel nicht unmittelbar im Schnitt liegen, sondern in diesen projiziert wurden.

Der Untergrund besteht bis in relevante Tiefe aus einer Wechselfolge von rolligen und bindigen quartären und tertiären Sedimenten. Für eine bessere Abgrenzung der Sedimente wurden die nachfolgend aufgeführten Schichten ausgewiesen. Die Reihenfolge gibt gleichzeitig die zu erwartende Schichtenfolge von oben nach unten an. Durch das nordwestlich gerichtete Einfallen der Schichten sind allerdings in östlicher Richtung des Projektgebiets nicht mehr alle Schichten vorhanden. Die Schichten I.2 (Aue/Hochflutlehm) werden lokal begrenzt angetroffen.

**Schicht I.1    Auffüllungen**

**Schicht I.2a    Füllung der Flussaltläufe**

**Schicht I.2b    Auesedimente/ Hochflutlehm**

**Schicht I.3    Flugsand**

**Schicht I.4    Sande und Kiese der Mainterrasse**

**Schicht II.1    Pliozän: bindige und rollige Schichtglieder mit Braunkohleeinlagerungen**

**Schicht II.2    Vulkanite**

**Schicht II.3    Hydrobienschichten**

**Schicht II.4    Inflatenschichten**

**Schicht II.5    Cerithienschichten**

**Schicht II.6    Rupelton**



### **Schicht III.1 Sedimente des Rotliegenden**

Der allgemeine Schichtaufbau wird nachfolgend beschrieben.

#### **Schicht I.1 – Auffüllungen**

In vielen Bohrungen sind Auffüllungen als oberste Schicht unter der Geländeoberfläche angetroffen worden. Die Auffüllungen umfassen i. d. R. überwiegend Bauschutt aus Schotter, Ziegelresten, Schlacken, etc. und z. T. rollige und gemischtkörnige Böden, die als Sande bzw. Kiese mit wechselndem Anteil von Ton, Schluff und Steinen angesprochen wurden (Bodenaushub). Die Mächtigkeit der Auffüllungen schwankt etwa zwischen 1 m und ca. 10 m, wobei die höchsten Auffüllmächtigkeiten im Bereich von Dämmen der Verkehrswege und der Verfüllung ehemaliger Kiesgruben festgestellt wurden.

#### **2.2.1 Quartär**

##### **Füllung der Flussaltläufe (Schicht I.2a)**

Typische Verlandungsablagerungen von Flussaltarmen wurden bei der Erkundung der Baugrundverhältnisse im Bereich der geplanten S-Bahntrasse insbesondere bei querenden Bach- und Flussläufen angetroffen. Bei den Altlaufsedimenten handelt es sich um meist bindiges Material (Schluff, tonig, sandig) mit maßgeblichen organischen Anteilen bzw. Torf.

Die Mächtigkeit der Altlauffüllungen schwankt an den Bohrpunkten zwischen 0,4 m und 3,2 m. Die Konsistenz der Altlaufsedimente ist meist weich.

##### **Auesedimente und Hochflutlehm (Schicht I.2b)**

Aueablagerungen und Hochflutlehme wurden in 39 Bohrungen und Bohrsondierungen aufgeschlossen. An den Bohrungen wurde das Material im Wesentlichen als schluffiger Feinsand bzw.



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 15

03.04.2010

sandiger Schluff, örtlich mit geringen organischen Bestandteilen angesprochen. Die Konsistenz ist überwiegend weich bis steif, z. T. auch halbfest.

Die Mächtigkeit der Aue- und Hochflutablagerungen schwankt an den Bohrpunkten zwischen 0,3 m und 4,0 m.

### **Flugsand (Schicht I.3)**

Stellenweise wurden im Bereich der geplanten S-Bahntrasse Flugsande angetroffen. Sie wurden im Wesentlichen als Feinsande, z. T. schluffig, z. T. mittelsandig angesprochen. Die Mächtigkeit der Flugsande schwankt an den Bohrpunkten zwischen 0,4 m und 3,1 m. Die Lagerungsdichte wurde an den Bohrpunkten überwiegend locker bis mitteldicht angetroffen.

### **Schicht I.4 – Sande und Kiese der Mainterrasse**

Terrassenablagerungen des Mains und der Kinzig wurden in allen Bohrungen aufgeschlossen. Sie bestehen überwiegend aus Fein- bis Grobsand und Fein- bis Grobkies, seltener mit geringen Schluffanteilen oder Geröllen > 60 mm Durchmesser. Die Kiesanteile sind in der Regel gerundet. Die Terrassensedimente sind im Projektgebiet meist von Auffüllungen, Aue- oder Hochflutlehm, Altaufsedimenten und / oder Flugsand in meist geringer Mächtigkeit überdeckt. Die Mächtigkeit der Terrassenablagerungen beträgt in den Bohrungen minimal 0,7 m bis über 9,2 m. Die Lagerungsdichte der Terrassensedimente wurde in der Erkundung überwiegend mitteldicht bis sehr dicht angetroffen, in den oberen Lagen z. T. auch locker.

## **2.2.2 Tertiär**

### **Pliozän (lössisch-fluviatile Wechselfolge) (Schicht II.1)**

Die lössisch fluviatil abgelagerten Schichten des Pliozäns wurden in dem Streckenabschnitt in einigen Aufschlüssen angetroffen. Z. T. wurden die Schichten des Pliozäns aufgrund der geringen Endteufen der Bohrungen nicht erreicht. Nach [U 12] und [U 13] kann davon ausgegangen werden,





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 16

08.04.2010

dass im Bereich der geplanten S-Bahn-Strecke östlich bzw. südöstlich der Überführung der Kreisstraße K 850 im Liegenden der Terrassensedimente durchgängig mit den Schichten des Pliozäns gerechnet werden muss. Die Gesamtmächtigkeit der Schichten des Pliozäns wurde nicht erkundet. In den Bohrungen, in denen das Pliozän angetroffen wurde, konnte eine Mindestschichtmächtigkeit von 16,4 m ermittelt werden. Die Liegendgrenze wurde an keinem Aufschlusspunkt erreicht.

In den Bohrungen wurden die pliozänen Sedimente als **Wechselagerung von bindigen und rolligen Schichtgliedern** aufgeschlossen.

Die bindigen Teile der Pliozänschichten bestehen meist aus feinsandigem bis sandigem, grauem, graugrünem und grünem Schluff. Die rolligen Schichtglieder bestehen hingegen aus Feinsanden mit wechselnden Mengenanteilen von Schluff, teilweise mit organischen Beimengungen. Sie sind ebenfalls meist grau, graugrün oder grün. Die Mächtigkeit der einzelnen Schichtglieder schwankt den Aufschlüssen nach, liegt aber in der Regel im Meterbereich. Sowohl bindige wie auch nicht-bindige Schichtglieder wurden kalkfrei angetroffen. Örtlich können Einlagerungen von **Braunkohle** auftreten (BK 08/76, BK 08/77).

### **Vulkanite (Schicht II.2)**

In den Bohrungen BK 08/70 bis BK 08/72 (km 66+100 – 66+600) wurden Vulkanite erbohrt. Es handelt sich um schwarzgrauen Basalt. Das zutage geförderte Bohrgut zeigt eine oberflächliche Verwitterung des Gesteins. Die Liegendgrenze des Basaltes wurde aufgrund der Endteufe der Bohrungen (6,0 m bis 10,0 m) nicht erreicht.

### **Schicht II.3 – Hydrobienschichten**

Die Hydrobienschichten wurden im Rahmen der Bodenerkundung in den Bohrungen BK 08/60 bis BK 08/63 (km 64+100 – 64+600) als dunkelgrauer, z. T. olivgrüner, kalkführender, teilweise organisches Material führender schluffiger Ton oder toniger Schluff aufgeschlossen. In den bindigen Schichten wurden bis zu ca. 0,5 m mächtige sandig-schluffige, z. T. Feinkies führende Zwischenlagen erbohrt. Örtlich sind den bindigen Schichten auch dünne Dolomitbänkchen eingelagert.



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 17

05.04.2010

In BK 08/60 wurde die Mächtigkeit der Hydrobienschichten mit 8,90 m aufgeschlossen. In den übrigen o. g. Bohrungen wurde die Liegendgrenze der Hydrobienschichten nicht durchörtet.

Im westlich des gegenständlichen Streckenabschnitts liegenden Frankfurter Stadtgebiet werden größere Mächtigkeiten der Hydrobienschichten aufgeschlossen. Siehe hierzu das Gutachten für die Tunnelstrecke [U 18].

#### **Schicht II.4 – Inflatenschichten**

Die Inflatenschichten wurden in Bohrungen zwischen BK 08/57 und BK 08/60 (km 63+000 – 64+200) aufgeschlossen. In den BK 08/57 und BK 08/58 wurden die Inflatenschichten unmittelbar im Liegenden der Terrassensedimente als weißgraues bzw. hellgelbgrünes, kalkiges Sand-Schluff-Gemisch bzw. Sand-Ton-Gemisch erbohrt. In der BK 08/60 wurden die Inflatenschichten als grüngrauer, kalkiger Fein- bis Mittelsand erkundet. An den genannten Bohrungen wurde die Liegendgrenze der Inflatenschichten nicht erreicht.

Größere Vorkommen der Inflatenschichten wurden in der westlich des gegenständlichen Streckenabschnitts liegenden Tunnelstrecke erkundet. Siehe hierzu das Gutachten für die Tunnelstrecke [U 18].

#### **Schicht II.5 – Cerithienschichten**

Die Cerithienschichten wurde lediglich in BK 08/15 am westlichen Beginn des freien Streckenabschnitts aufgeschlossen. Ab 7,2 m unter GOF bis zur Endteufe der Bohrung (30 m) wurden die Cerithienschichten als eine Wechsellagerung von sandigen, z. T. tonigen Schluffen, schluffigen, z. T. kiesigen Sanden, Kalkstein, Kalkmergelstein-, Mergelstein und vereinzelt Kalksandsteinbänken angetroffen. Die Mächtigkeit der einzelnen Schichtglieder bewegt sich im Dezimeterbereich, Mächtigkeiten von 1 m werden selten überschritten.

Die Liegendgrenze der Cerithienschichten wurde mit der Bohrung BK 08/15 nicht erreicht.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 18

03.04.2010

Die Cerithienschichten nehmen nach Westen in Ihrer Mächtigkeit zu. Aufgrund des nach Westen gerichteten Schichteinfallens tauchen sie in Richtung Stadtgebiet der Stadt Frankfurt langsam ab. Näheres zur Verbreitung der Cerithienschichten im Bereich der Tunnelstrecke ist [U 20] zu entnehmen.

### **Schicht II.6 - Rupelton**

Rupelton wurde bei der Erkundung der geplanten Trasse in den Streckenabschnitten zwischen km 55+300 und 60+400 aufgeschlossen. Ein Durchhalten des unmittelbar im Liegenden der Terrassenablagerungen erbohrten Rupeltone ist im gesamten Streckenabschnitt zwischen km 55+300 bis km 60+400 anzunehmen. Aufgrund der Tiefenlage des Rupeltons wurde diese Schicht nicht mit allen Erkundungen in diesem Abschnitt erreicht. Die Liegendgrenze des Rupeltons wurde im Rahmen der Erkundung nicht erreicht.

In den Bohrungen wurde der Rupelton als überwiegend dunkelgrauer, schwach schluffiger, stark kalkhaltiger Ton bzw. toniger, stark kalkhaltiger Schluff angetroffen. Örtlich wurden geringmächtige braungraue, kalkige Feinsandeinlagerungen erbohrt. Die Konsistenz schwankt in den Sondierungen zwischen weich und halbfest.

### **2.2.3 Rotliegendes**

#### **Schicht III.1 - Sedimentgesteine des Rotliegenden**

Gesteine des Rotliegenden wurden bei der Erkundung der geplanten Trasse im Streckenabschnitt von km 61+500 bis km 63+000 aufgeschlossen.

Das Rotliegende wurde in den Bohrungen überwiegend als roter oder grauer, toniger, oft feinsandiger Schluff (entfestigtes Festgestein) oder dunkelroter, grobstückiger Schluffstein (Verwitterungshorizont) angetroffen.



### 2.3 Allgemeine Tektonik

Das Projektgebiet befindet sich im Mainzer Becken / in der südlichen Wetterau und damit im Bereich einer tertiären und rezent aktiven Senkungsstruktur, die großtektonisch als Ausläufer des Oberrheintalgrabens zu betrachten ist. Infolge der intensiven Bruchtektonik innerhalb des Oberrheingrabens und insbesondere innerhalb des Mainzer Beckens und der Wetterau ist auch das Projektgebiet tektonisch stark zerlegt. Im Streckenabschnitt sind einige Störungszonen zu beobachten, an denen die anstehenden Schichten vertikal gegeneinander versetzt sind. Eine Übersicht über die wichtigsten die Strecke kreuzenden Störungszonen ist Tabelle 2.3-1 zu entnehmen.

Strecken-km	Störung
54,5	nachgewiesen
55,1	vermutet nach [U 12]
56,1	nachgewiesen nach [U 12]
56,35	nachgewiesen nach [U 12]
61,4	vermutet nach [U 12]
61,5	vermutet nach [U 12]
62,45	vermutet
62,85	nachgewiesen
62,95	nachgewiesen
66,9	vermutet

**Tabelle 2.3-1:** Störungszonen im Streckenverlauf



### 3. UNTERSUCHUNGSPROGRAMM

#### 3.1 Pegelmessungen

Ab dem 03.07.2008 wurden in 22 Grundwassermessstellen entlang der Strecke wöchentlich Grundwasserpegelstände gemessen.

Innerhalb des Zeitraums vom 03.07.2008 bis zum 03.07.2009 wurden Schwankungsbreiten der Grundwasserstände zwischen 0,16 m und 1,41 m gemessen. Der Grundwasserspiegel im oberen Grundwasserleiter (quartäre Sande und Kiese) fällt generell von Ost nach West leicht ab. Zusätzlich ist ein Einfluss der Vorfluter zu beobachten, wobei der Main und die Kinzig einen übergeordneten Einfluss auf die Grundwasserstände und die Grundwasserfließrichtung aufweisen. Die restlichen Vorfluter (Braubach, etc.) weisen einen nur jeweils lokal eng begrenzten Einfluss auf.

Die geologische Karte von Hessen [U 12] und [U 13] weist für das Projektgebiet einen hohen Grundwasserstand von etwa 95 bis 101 m NN aus.

#### 3.2 Pumpversuche

Im Bereich der Strecke wurden in insgesamt 5 Grundwassermessstellen Kurzzeitpumpversuche und in einer Grundwassermessstelle ein Langzeitpumpversuch durchgeführt. Der Kurzpumpversuch wurde mit einer Pumpdauer von 3 Stunden ausgeführt. Der Wiederanstieg wurde über 12 Stunden beobachtet. Bei dem Langzeitpumpversuch wurde über ca. 24 Stunden gepumpt. Die Beobachtung des Wiederanstiegs mit wiederum ca. 24 Stunden reichte zum Erreichen des Ausgangswasserpegels aus.

Bei allen Pumpversuchen wurden benachbarte Grundwassermessstellen mit beobachtet. Da die zusätzlichen Beobachtungsmessstellen meist einen größeren Abstand von der Entnahmestelle aufweisen, bewegen sich die Absenkungen in der Regel nur im cm-Bereich. Für die Ermittlung der K-Werte spielen die Beobachtungen zwar eine untergeordnete Rolle, es lassen sich aber wertvolle





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 21

08.04.2010

Rückschlüsse auf das Verhalten des Aquifers ziehen, insbesondere auch über die vertikalen Wegsamkeiten zwischen den geologischen Formationen und damit unterschiedlichen Aquiferen.

Zusätzlich wurde in den anderen Grundwassermessstellen (13 Stück) das Klarpumpen und der Wiederanstieg messtechnisch erfasst und ausgewertet. Die Grundwassermessstelle wurde jeweils 1 Stunde lang klar gepumpt. Der Wiederanstieg wurde i. d. R. während einer Dauer von 2 Stunden erfasst.

Die Auswertung der Absenkungs- bzw. Pumpphase erfolgte nach dem Gradlinienverfahren von COOPER/JACOB. Die verbleibende Absenkung wird gegen den Logarithmus der Zeit aufgetragen. Anhand der Geradensteigung lässt sich der Koeffizient der Transmissivität bestimmen. Im Falle eines mehrstufigen Pumpversuchs muss die Absenkung als Summe der Einzel-Absenkungen der einzelnen Pumpstufen unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Anfangszeit in die Berechnung eingeführt werden. Die Umkehrung der Gleichung lässt sich ohne Weiteres vollziehen, nur müssen statt einer logarithmischen Dekade für die Zeit die aktuellen Zeiten seit Beginn der einzelnen Pumpstufen eingesetzt werden.

Die Auswertung der Wiederanstiegsphase erfolgte für die einstufigen Pumpversuche nach dem Gradlinienverfahren nach THEIS/JACOB. Für die mehrstufigen Pumpversuche wird eine Abwandlung bzw. Erweiterung des Verfahrens nach BIRSOY/SUMMERS verwendet. Hierbei wird die verbleibende Absenkung im Gegensatz zum üblichen Verhältnis  $t/t'$  gegen den Logarithmus einer dimensionslosen Zeit, der Dauer und Förderung der einzelnen Pumpstufen berücksichtigt. Alle hier verwendeten Verfahren sind zum Beispiel in [U 17] beschrieben.

Die Auswertungen der Pumpphasen und der Wiederanstiegsphasen ergaben in allen Grundwassermessstellen nur geringfügig gegeneinander abweichende Werte. Nicht überall folgte die Absenkkurve während der Pumpphase der theoretisch zu erwartenden Ganglinie, wie sie sich nach der Theorie von THEIS mit einer asymptotischen Annäherung an den Quasibeharrungszustand einstellen sollte. In einigen Messstellen wurde die Absenkung sehr schnell erreicht, ohne eine nennenswerte bzw. erkennbare Krümmung der Ganglinie, um dann auf annähernd gleichem Niveau zu verharren oder sogar wieder leicht anzusteigen. Die Pumpphase dieser Messstellen wurde abweichend von dem oben beschriebenen Auswerteverfahren anhand der stationären Gleichung



chung nach DUPUIT/THIEM ausgewertet, unter Iteration der Reichweite nach SICHARDT. Aufgrund der Annahme des stationären Zustands konnten hier die einzelnen Pumpstufen unabhängig voneinander behandelt werden.

Die Reichweiten der Absenkungen liegen rein rechnerisch in einer Größenordnung zwischen 60 bis 130 Meter. Diese Werte wurden aus den Daten der Absenkung und der ermittelten  $k_f$ -Werte nach der Formel von SICHARDT gebildet. Diese theoretischen Werte decken sich mit den Beobachtungen aus den benachbarten Pegeln, die während der Pump- und Wiederanstiegsphase gemessen wurden. Diese liegen in Entfernungen 60 und 200 Meter von der jeweiligen Entnahmestelle und weisen allenfalls Absenkungen im engeren Bereich als Reaktion auf die Entnahme auf.

Eine Zusammenstellung aller Pumpversuche mit den wesentlichen Grund- und Eingangsdaten findet sich in Anlage 12.6.6.1. Die Protokolle der Pumpversuche mit der Auflistung aller Messdaten, die Darstellung der Ganglinien, sowie die Auswertungen mit den zugehörigen Grafiken sind in den Anlagen 12.6.6.2 bis 12.6.6.6 zusammengestellt.

In der Tabelle 3.2-1 sind die Ergebnisse der ausgeführten Pumpversuche und Beobachtungen der Wiederanstiege zusammengestellt.

Grundwasser- messstelle	Versuchsart	Strecken- km	$k_f$ -Wert aus Absenkung [m/s]	$k_f$ -Wert aus Wiederanstieg [m/s]	Boden- schicht
BK/GWM 08/15	Kurzpump- versuch	54,404	$3,8 \times 10^{-5}$	$3,8 \times 10^{-5}$	II.5
BK/GWM 08/24	Klarpumpen	56,510	$4,5 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-3}$	I.4
BK/GWM 08/25	Klarpumpen	57,355	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$	I.4
BK/GWM 08/28	Kurzpump- versuch	57,954	$1,3 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	I.4
BK 19 (G)	Klarpumpen	58,540	$3,6 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$	I.4
BK/GWM 08/36	Klarpumpen	59,446	$1,7 \times 10^{-3}$	$3,5 \times 10^{-3}$	I.4
BK/GWM 08/41	Klarpumpen	60,386	$2,8 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$	I.4
BK/GWM 08/46	Kurzpump- versuch	61,544	$9,8 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-3}$	I.4
BK 22 (G)	Klarpumpen	62,330	$4,1 \times 10^{-3}$	$5,5 \times 10^{-4}$	I.4





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 23

03.04.2010

Grundwasser- messstelle	Versuchsart	Strecken- km	$k_F$ -Wert aus Absenkung [m/s]	$k_F$ -Wert aus Wiederanstieg [m/s]	Boden- schicht
BK/GWM 08/62	Klarpumpen	64,450	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$	I.4
BK/GWM 08/68	Kurzpump- versuch	65,700	$2,1 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-3}$	I.4
BK 26 (G)	Klarpumpen	66,030	$2,0 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-4}$	I.4
BK/GWM 08/72	Klarpumpen	66,516	$3,0 \times 10^{-3}$	$3,2 \times 10^{-3}$	I.4
BK/GWM 08/85	Klarpumpen	68,437	$1,0 \times 10^{-3}$	$3,2 \times 10^{-3}$	I.4
BK 30 G	Klarpumpen	68,900	$1,9 \times 10^{-5}$	-	I.4
BK/GWM 08/89	Langzeit- pumpversuch	69,079	$2,9 \times 10^{-5}$	$4,2 \times 10^{-5}$	I.4
BK/GWM 08/92	Kurzpump- versuch	69,160	$2,5 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-4}$	I.2b / I.4
B 7	Klarpumpen	69,330	$1,8 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-6}$	I.4
BK/GWM 08/98	Klarpumpen	70,242	$8,6 \times 10^{-4}$	$7,4 \times 10^{-4}$	I.4

**Tabelle 3.2-1:** Ermittelte Durchlässigkeiten in den GWM

Nach Tabelle 3.2-1 liegt ein Pumpversuch in den Cerithienschichten (Schicht II.5) vor. Die anderen Pumpversuche wurden in den quartären Sanden und Kiesen (Schicht I.4) ausgeführt. Zur Ermittlung des resultierenden und für hydraulische Berechnungen zu verwendenden  $k_F$ -Werts wurden die Mittelwerte der Auswertungen in der jeweiligen geologischen Formation gebildet, wobei die Mittelwertbildung sowohl für die Auswertung aus der Absenkungsphase als auch aus der Wiederanstiegsphase erfolgte.

Geologische Forma- tion	k-Wert			Anzahl der Auswertungen
	min.	max.	mittel	
Quartär, Schicht I.4	$5,4 \times 10^{-6}$ m/s	$4,1 \times 10^{-3}$ m/s	$1,3 \times 10^{-3}$ m/s	35
Cerithienschichten, Schicht II.5	$3,8 \times 10^{-5}$ m/s	$3,8 \times 10^{-5}$ m/s	$3,8 \times 10^{-5}$ m/s	2

**Tabelle 3.2-2** mittlere  $k_F$ -Werte



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 24

05.04.2010

Die Durchlässigkeiten der Sande und Kiese liegen im Wesentlichen im Bereich  $10^{-4}$  bis  $10^{-3}$  m/s. In den Cerithienschichten ist die Datenbasis gering. Es ist zunächst von einer Durchlässigkeit im Bereich von  $10^{-5}$  m/s auszugehen. In den Kalksand und den Kalkbänken ist von einer deutlich höheren Durchlässigkeit auszugehen und in den Tonen ist eine wesentlich geringere Durchlässigkeit anzusetzen. Die festgestellten Durchlässigkeiten werden durch die aus der Literatur bekannten Bandbreiten für die Durchlässigkeiten der einzelnen geologischen Formationen bestätigt. Die hier ermittelten und angegebenen Durchlässigkeiten entsprechen dem mittleren horizontalen  $k_f$ -Wert für das gesamte jeweils von der Filterstrecke erfasste Schichtpaket.

### 3.3 Chemische Untersuchungen

Aus 19 Grundwassermessstellen wurden nach dem Klarpumpen insgesamt 19 Wasserproben zur Feststellung des Betonangriffsgrads nach DIN 4030 gezogen. Eine Gegenüberstellung der Messwerte und der Grenzwerte der DIN 4030 ist in der Anlage 12.6.8.1.1 enthalten. Die Messprotokolle sind in Anlage 12.6.8.2 enthalten. Die Ergebnisse sind weitgehend einheitlich. In fast allen Grundwassermessstellen bzw. Proben war das Grundwasser „nicht Beton angreifend“. In den Messstellen BK 08/41 und BK 22 ist das Grundwasser aufgrund eines leicht erhöhten Sulfat-Gehalts als schwach Beton angreifend (XA 1) einzustufen.

Ebenfalls aus 19 Grundwassermessstellen wurden nach dem Klarpumpen zur Feststellung des Metallangriffsgrads des Grundwassers nach DIN 50 929 insgesamt 19 Wasserproben gezogen, die auf die nach der DIN 50 929 geforderten Analysenparameter untersucht wurden. Eine Gegenüberstellung der Messwerte und der Grenzwerte der DIN 50 929 ist in der Anlage 12.6.8.1.2 enthalten. Die Messprotokolle sind in Anlage 12.6.8.2 enthalten. Nach Anlage 12.6.8.1.2 ist bei den untersuchten Grundwässern im Wesentlichen von einer sehr geringen Gefahr von Mulden- / Lochkorrosion und Flächenkorrosion an unlegiertem Stahl gegeben. In den Grundwassermessstellen BK 08/36, BK 08/41 und BK 08/78 ist aufgrund einer leicht erhöhten Sulfat- und Chloridgehalts von einer geringen Mulden- und Lochkorrosion sowie einer sehr geringen Flächenkorrosion an unlegiertem Stahl auszugehen.





## 4. GRUNDWASSER

### 4.1 Allgemeines

Der obere Grundwasserleiter wird im Projektgebiet im Wesentlichen von den relativ gering mächtigen quartären Mainablagerungen (im Mittel  $< 10$  m), insbesondere den Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4), gebildet. Trotz der geringen Mächtigkeit der Sande und Kiese ist diese Schicht aufgrund ihrer sehr guten Wasserwegsamkeit (hohe Durchlässigkeit) und der hohen Speicherkapazität der maßgebliche Grundwasserleiter für die zu errichtenden Bauwerke. Unter dem quartären Grundwasserleiter findet sich in weiten Teilen des Projektgebiets der pliozäne Grundwasserleiter (Schicht II.1). Innerhalb des Pliozäns ist ein rascher Wechsel von Grundwasserleitern und -hemmern festzustellen.

Der untere, im Projektgebiet stellenweise noch relevante Grundwasserleiter, wird durch die tertiären Tone und Kalke (Hydrobien - II.3, Inflaten - II.4, Cerithien - II.5) und die Sedimente des Rotliegenden (Schicht III.1) gebildet, die im Wesentlichen als Karst- und Kluftgrundwasserleiter vorliegen.

Zwischen den einzelnen Grundwasserleitern, sowohl des Quartärs als auch des Tertiärs, sind bindige, wasserstauende Schichten eingelagert, die jedoch nicht flächig vorhanden sind, so dass die beiden Grundwasserleiter großräumig hydraulisch in Verbindung stehen. Unter bindigen Schichten, die über größere Flächen durchhalten, kann das Grundwasser aufgrund der schwach nach Nordwesten geneigten Schichten ggf. subartesisch gespannt sein. In den quartären Sedimenten und auch in den Auffüllungen können einzelne schwebende Grundwasserhorizonte vorkommen.

Der natürliche Hauptvorfluter für das Untersuchungsgebiet ist der Main und die ca. bei km 69,15 querende Kinzig. Da der Main staugeregelt ist, sind die Spiegelschwankungen des Mains begrenzt. Der Einfluss von Spiegelschwankungen des Mains auf den Grundwasserstand ist zeitlich versetzt und gedämpft, sodass insgesamt von einem eher untergeordneten Einfluss auf den Grundwasserhaushalt auszugehen ist.





#### 4.2 Durchlässigkeiten und Schichtaufbau

Die Durchlässigkeiten der Grundwasserleiter können als Bandbreiten nach [U 1] bis [U 10] und den aktuellen Untersuchungsergebnissen gemäß Tabelle 4.2-1 angesetzt werden. Es ist insbesondere in den Wechselfolgen mit Tonen und Mergeln von einer ausgeprägten Anisotropie der Durchlässigkeiten auszugehen, d. h. sie sind parallel der Schichtung durchlässiger als senkrecht dazu. Für die Frankfurter Tone (Schicht II.3 bis II.6) kann angenommen werden, dass die senkrechte Durchlässigkeit um etwa den Faktor 10 undurchlässiger ist als die horizontale Durchlässigkeit.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit $k_f$ [m/s]
I.1	Auffüllungen	-
I.2	Aue-/ Hochflutlehm	$1 \times 10^{-7}$ bis $5 \times 10^{-4}$
I.3	Flugsand	$1 \times 10^{-5}$ bis $5 \times 10^{-3}$
I.4	Terrassen des Mains	$1 \times 10^{-5}$ bis $1 \times 10^{-2}$
II.1	Pliozän bindig rollig	$1 \times 10^{-7}$ bis $5 \times 10^{-4}$ $1 \times 10^{-5}$ bis $5 \times 10^{-3}$
II.2	Vulkanite	Karstgrundwasserleiter
II.3 / II.4 / II.5	Hydrobienschichten Inflatenschichten Cerithienschichten a) Tone u. Schluffe b) Sande c) Kalkbanke	$1 \times 10^{-9}$ bis $1 \times 10^{-6}$ $1 \times 10^{-5}$ bis $5 \times 10^{-3}$ $1 \times 10^{-5}$ bis $> 1 \times 10^{-4}$
II.6	Rupelton	$1 \times 10^{-5}$ bis $5 \times 10^{-6}$
III.1	Rotliegende Sedimente	$1 \times 10^{-8}$ – $1 \times 10^{-5}$

**Tabelle 4.2-1:** horizontale Durchlässigkeiten

Die generelle Grundwasserfließrichtung verläuft im Wesentlichen zum Main hin gerichtet von Nord nach Süd. Das Gefälle variiert stark entsprechend der Entfernung zum Main hin und liegt in weiten Bereichen des Projektgebiets zwischen ca. 0,25 % und 1,5 %. Im Osten Frankfurts, etwa ab der Kreuzung der Strecke mit der L 3001, tritt aufgrund der Nähe zum Main das größte Gefälle mit et-



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 27

03.04.2010

wa 3 % auf. Im Mittel beträgt es ca. 0,5 %. Bei einer geschätzten Porosität von 20 % errechnen sich Grundwasserfließgeschwindigkeiten bzw. Abstandsgeschwindigkeiten von  $2,2 \times 10^{-7}$  m/s bis  $4,3 \times 10^{-6}$  m/s; entsprechend 2 cm/Tag und 36 cm/Tag.

### 4.3 Grundwasserstand und Bemessungswasserstand

Zur Beurteilung und Bewertung der gemessenen und dokumentierten Grundwasserstände in Bezug auf Extremzustände wird hier die klimatische Entwicklung im Frankfurter Raum dargelegt. Die Aufzeichnungen beginnen mit zwei klimatischen Nassjahren Mitte der 60er Jahre. Ab 1967 bis 1980 sind sowohl die Jahres- als auch die Winterniederschläge eher unterdurchschnittlich. Besonders ausgeprägt sind die Trockenjahre 1971 - 1973 sowie 1976 und 1978. Von 1980 bis 1983 schließen sich drei überdurchschnittlich nasse Jahre an, die ab 1984 bis 1990 in eher mittlere klimatische Verhältnisse übergehen. Eine zweite ausgeprägte Trockenperiode ist 1991 - 1993 zu beobachten. 1994 und 1995 sind wiederum eher zu nass, 1996 ist hingegen als Trockenjahr einzustufen.

Eine aktuelle Nassperiode wurde im Herbst 1998 eingeleitet. 1999/2000 war nur geringfügig nasser als im Mittel. Es folgte jedoch ein überdurchschnittlich nasses Sommerhalbjahr 2000. Im Frühjahr 2001 wurden großräumig die höchsten Grundwasserstände seit den 60er Jahren erreicht – in Verbindung mit zudem ergiebigen Niederschlägen. Erst ab Mai 2001 lagen die monatlichen Niederschlagssummen wieder deutlich unter den langjährigen Mittelwerten, sodass die Versickerungsmenge zurückging und im Juni 2001 aussetzte. Der Winter 2001/2002 war wieder überdurchschnittlich nass (November und Februar), somit setzte die Grundwasserneubildung zwar erst spät (März), aber mit hohen Mengen ein. In den Folgejahren ab 2003 waren die Niederschlagsmengen stark unterdurchschnittlich.

Die vorliegenden Ganglinien der Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet folgen dieser klimatischen und Niederschlagsentwicklung nicht sondern sind in hohem Masse anthropogen überprägt. Das Maximum der Grundwasserstände trat in den seit 1976 beobachteten Pegeln im Laufe des Jahres 1978 auf, welches nicht unbedingt als besonders ergiebiges Jahr in Bezug auf Grundwasserneubildung einzustufen war. Die Grundwassertiefstände in den Messstellen verteilen sich über





die achtziger Jahre bis Anfang der neunziger Jahre. Hier ist eindeutig der Einfluss verschiedener Wasserhaltungsmaßnahme, die über die Zeit zum Beispiel am Bau von U-Bahn Tunneln betrieben wurden, zu sehen (vgl. Kap. 4.4). Damit sind die natürlichen Extremzustände, also Hochstände und Tiefstände des Grundwasserspiegels, nicht dokumentiert. Durch die Absenkung übersteigen die Schwankungsbreiten der gemessenen Grundwasserstände die unter natürlichen Bedingungen zu erwartenden Schwankungsbreiten erheblich.

Zur Festlegung von Bemessungswasserständen kann nur ein relativ pauschaler Aufschlag auf die seit 1976 gemessenen Wasserstände erfolgen, der dann entsprechend auf die Grundwassermessstellen, welche innerhalb der Periode Mai 2008 bis heute gemessen wurden, angewendet wird.

Tabelle 4.3-1 zeigt für die Grundwassermessstellen den maximalen und minimalen Wasserstand für die Periode Juli 2008 bis Juli 2009 sowie die Grundwasserstände aus [U 1] bis [U 10]. Zur Ermittlung eines Hochwasserstands, der als Bemessungswasserstand Verwendung finden soll, wurden die höchsten Grundwasserstände für die seit 1976 gemessenen Grundwassermessstellen ermittelt und zusätzlich ein Sicherheitszuschlag von 1,0 m addiert. Für die im Jahr 2008 neu errichteten Grundwassermessstellen, wurde der mittlere Unterschied des Grundwasserstands in der aktuellen Messperiode zu dem Jahr 1978 der benachbarten Bestandsgrundwassermessstellen ermittelt und als zusätzlicher Korrekturwert auf die gemessenen Höchststände addiert.

<b>Bezeichnung der Grundwassermessstelle</b>	<b>Strecke 7685</b>	<b>niedrigster gemessener Grundwasserspiegel nach [U 1] bis [U 10]</b>	<b>höchster gemessener Grundwasserspiegel nach [U 1] bis [U 10]</b>	<b>niedrigster seit Juli 2008 gemessener Grundwasserspiegel</b>	<b>höchster seit Juli 2008 gemessener Grundwasserspiegel</b>
	<b>[km]</b>	<b>[m NHN]</b>	<b>[m NHN]</b>	<b>[m NHN]</b>	<b>[m NHN]</b>
BK/GWM 08/15	54,41	-	-	93,32	94,36
BK 15 (G)	54,475	-	-	92,98	94,30
BK/GWM 08/19	55,29	-	-	95,02	95,51
BK/GWM 08/24	56,51	-	-	95,76	96,01
BK 17 (G)	56,56	95,5	95,65	-	-
BK/GWM 08/26	57,36	-	-	96,04	96,21





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 29

08.04.2010

Bezeichnung der Grundwas- sermessstelle	Strecke 3685  [km]	niedrigster gemessener Grundwas- erspiegel nach [U 1] bis [U 10] [m NHN]	höchster gemessener Grundwas- erspiegel nach [U 1] bis [U 10] [m NHN]	niedrigster seit Juli 2008 gemessener Grundwas- erspiegel [m NHN]	höchster seit Juli 2008 gemessener Grundwas- erspiegel [m NHN]
BK/GWM 08/28	57,96	-	-	96,34	96,60
BK 19 (G)	58,54	96,45	96,55	96,39	96,63
BK/GWM 08/36	59,44	-	-	96,43	96,60
BK 20 (G)	59,675	96,5	96,75	-	-
BK/GWM 08/41	60,4	-	-	97,07	97,62
BK/GWM 08/46	61,55	-	-	98,00	98,38
BK 22 (G)	62,33	98,2	98,3	97,91	98,37
BK 23 (G)	63,31	97,0	98,0	-	-
BK/GWM 08/62	64,45	-	-	98,59	98,94
BK-GWM 08/ 68	65,71	-	-	98,73	99,28
BK 26 (G)	66,03	99,55	100,05	97,73	100,14
BK/GWM 08 /72	66,525	-	-	99,49	100,35
BK/GWM 08/78	67,41	-	-	99,58	100,10
BK 27 (G)	67,64	99,7	100,1	-	-
BK/GWM 08/85	68,44	-	-	99,62	100,36
BK 30 (G)	68,90	99,6	99,8	99,13	99,77
BK/GWM 08/89	69,05	-	-	99,53	100,22
BK/GWM 08/92	69,17	-	-	98,85	99,27
B 7	69,33	-	-	98,53	98,92
BK 33 (G)	69,33	99,2	99,4	-	-
BK/GWM 08/98	70,24	-	-	100,10	100,26
BK 59.8 D (G)	70,95	99,85	100,0	-	-

**Tabelle 4.3-1:** Zusammenstellung der gemessenen Grundwasserstände

Entlang der Streckenachse wurde der Bemessungswasserstand über Stützstellen je Kilometer festgelegt. An diesen Punkten wurden die Bemessungswasserstände aus den vorliegenden Messergebnissen rechnerisch ermittelt (siehe Tabelle 4.3-2). Zwischen den angegebenen Punkten kön-



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 30

03.04.2010

nen die maßgeblichen Bemessungswasserstände durch lineare Interpolation gewonnen werden. Die Bemessungswasserstände sind im Zuge der weiteren Planung anhand der laufenden Grundwasserstandsmessungen noch zu überprüfen und ggf. anzupassen. Der vorläufige Bemessungswasserspiegel für den Endzustand ist in die Längsschnitte (Anlage 12.6.4) eingetragen.

<b>Strecke 3685</b> <b>[km]</b>	<b>Bauzeitiger Bemessungswasser- stand</b> <b>[m NHN]</b>	<b>Bemessungswasserstand Endzu- stand</b> <b>[m NHN]</b>
54,0	94,4	95,4
55,0	95,9	96,1
56,0	96,2	96,7
57,0	96,5	97,0
58,0	97,0	97,5
59,0	97,2	97,7
60,0	97,6	98,1
61,0	98,5	99,0
62,0	98,9	99,4
63,0	98,75	99,25
64,0	99,0	99,5
65,0	99,5	100,0
66,0	100,5	101,0
67,0	100,75	101,25
68,0	100,75	101,25
69,0	100,75	101,25
70,0	100,75	101,25
71,0	100,5	101,0
72,0	100,5	101,0

**Tabelle 4.2-2:** Zusammenstellung der Bemessungswasserstände

Aufgrund der erläuterten Unsicherheiten bei der Interpretation der Zeitreihen der Grundwasserstände werden für den Bauzustand die höchsten bislang gemessenen Grundwasserstände zuzüglich einem Zuschlag von wenigen Zentimetern bis Dezimetern zum Ausgleich von lokalen



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 31

05.04.2010

Unstetigkeiten und anthropogenen Beeinflussungen zugrunde gelegt. Die Bemessungswasserstände für den Endzustand werden auf ca. 0,5 m über denen des Bauzustands festgelegt.

Der bauzeitige Bemessungswasserspiegel entspricht somit im Wesentlichen einem Grundwasserstand mit einer 1-jährigen Eintrittswahrscheinlichkeit. Der Bemessungswasserspiegel für den Endzustand kann als Grundwasserstand mit einer 100-jährigen Eintrittswahrscheinlichkeit angesehen werden.

Der Main ist im Projektgebiet staugeregelt. Das Projektgebiet liegt im Wesentlichen im Bereich der Staustufe Offenbach (Main-km 38,51), z. T. auch bereits im Einflussbereich der Staustufe Mühlheim (Main-km 53,19). Das reguläre Stauziel und somit der Normalwasserstand im Oberwasser der Staustufe Offenbach liegt bei 95,2 m NN und im Oberwasser der Staustufe Mühlheim bei 98,97 m NN. Im Unterwasser der Staustufe Offenbach liegt der Pegel Frankfurt am Main / Osthafen. Für diesen Pegel gibt das Wasser- und Schifffahrtsamt die Wasserstandsangaben für den Beobachtungszeitraum 1993 bis 2002 gemäß Tabelle 4.3-3 an.

Hauptwert	Abkürzung	Wasserstand [m NN]
niedrigstes Tagesmittel im Beobachtungszeitraum	NW	92,11
Mittel der NW im Beobachtungszeitraum	MNW	92,17
Mittelwert im Beobachtungszeitraum	MW	92,40
Mittel der HW im Beobachtungszeitraum	MHW	94,38
Höchster Wert im Beobachtungszeitraum	HW	96,11

**Tabelle 4.3-3:** Hauptwerte des Mainpegels Frankfurt a.M. Osthafen, 1993 - 2002





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 32

08.04.2010

## 5. BEEINFLUSSUNGEN DES GRUNDWASSERREGIMES DURCH BAUWERKE

### 5.1 Allgemeine Randbedingungen aus der Konstruktion der Bauwerke

In der Tabelle 5.1-1 sind alle nach derzeitigem Planungsstand bekannten Bauwerke zusammengestellt. Einige Stützwände werden ggf. noch hinzukommen. Einige der aufgeführten Bauwerke greifen tlw. aufgrund ihrer Tiefenlage dauerhaft wesentlich in das Grundwasser ein.

Station km (Strecke 3685)	Bauwerk gemäß Vorplanung (Stand 12/2008)	Gründungstiefe [m NHN]	Bemessungswasser Endzustand [m NHN]
54,63 – 54,97	Stützwand	94,77 (UK Fundament) 92,26 (Bodenaustausch)	95,60
56,58	KRBW Hafenbahn	96,95 (Bodenaustausch)	96,85
57,51	EÜ Verlängerung Ernst Heinkel-Straße	92,8 (Trogbauwerk)	97,25
57,65	HP Fechenheim + Zugang West	99,25 (Bahnsteig) 95,87 (Zugang) 94,22 (Aufzug)	97,32
57,65	EÜ Bahnsteigzugang Cassellastraße	94,94 (Personentunnel)	97,48
60,62	Durchlass - Ersatzneubau	99,43 (UK Rohr) 99,33 (Bodenaustausch)	98,8
61,87	EÜ Bahnsteigzugang (Bf. Maintal-West)	95,8	99,36
61,76	HP Maintal West	99,40 (Bahnsteig)	99,30
ca. 61,56	ESTW Maintal	ca. 100,03	ca. 99,40
62,35	SÜ Bruno-Dreßler-Straße	99,18	99,55
62,89	EÜ Gewölbebrücke Braubach	97,2 (Pfahlkopfplatte) 96,7 (Bodenaustausch)	99,75
63,30	EÜ Gewölbebrücke Braubach	97,35 (Pfahlkopfplatte) 96,3 (Bodenaustausch) 95,1 (Flachgründung)	99,80
63,77	EÜ Bahnsteigzugang (Bf. Maintal-Ost)	95,82 (Personentunnel und Aufzüge)	99,94
63,77	HP Maintal Ost	99,3 (Bahnsteig)	99,95



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 33

03.04.2010

Station km (Strecke 3685)	Bauwerk gemäß Vorplanung (Stand 12/2008)	Gründungstiefe [m NHN]	Bemessungswasser Endzustand [m NHN]
64,75	Durchlass - Ersatzneubau	100,55 (UK Rohr)	99,88 99,38
65,05	Durchlass - Ersatzneubau	100,71 (UK Rohr) 100,61 (Bodenaustausch)	100,04
66,03	FÜ Buchenheege	100,3	101,00
ca. 66,33	Durchlass - Ersatzneubau	100,5 (UK Rohr) 100,4 (Bodenaustausch)	101,00
66,49	Durchlass Schneidlache	100,7 (UK Rohr) 100,6 (Bodenaustausch)	101,12
67,20	Station Wilhelmsbad	102,1 (Gründung)	101,25
67,21	BÜ Burgallee	94,6	101,25
67,62	SÜ L 3268 / Maintaler Straße	100,8 (Fundamente) 99,9 (Bodenaustausch)	101,25 100,75
68,24	EÜ Frankfurter Landstraße	95,30	101,25
68,55 – 68,7	Stützwand	100,92	101,25
68,65	EÜ Salisweg	95,30	101,25
68,92	EÜ Salisbach	97,90	101,25 100
69,17	EÜ Kinzig	98,5 - 99,5 (Pfahlkopfplatten)	101,25
69,30	Station Hanau West	102,2 (Bahnsteig) 97,96 (Zugang / Aufzug)	101,25
69,45	EÜ Philippsruher Allee / Bahnsteigzugang	98,0 (Pfahlkopfplatten)	101,25
71,17 – 71,57	Hanau Hbf	105,24 (Bahnsteig) 97,45 (Zugang, Aufzug)	101,0

**Tabelle 5.1-1:** Bauwerke mit Gründungstiefe und Bemessungswasserstand Endzustand



## 5.2 Dauerhafte Auswirkungen der Bauwerke

### 5.2.1 Stützwand, km 54,63 – 54,97

Für die Stützwand ist für den Bemessungswasserstand im Endzustand eine Höhe von 95,90 m NHN und für den bauzeitigen Bemessungswasserstand von 95,60 m NHN anzusetzen. Die Gründungssohle der Stützmauer liegt am tiefsten Punkt mit ca. 94,77 m NHN ca. 1,13 m bzw. 0,63 m unter den Bemessungswasserspiegeln. Unter der Gründung stehen nicht tragfähige Schichten (Schicht I.2a) an, die bis in eine Tiefe von ca. 92,26 m NHN durch ein verdichtungsfähiges Material (z.B. HKS 0/45) ausgetauscht werden. Damit reichen die Baumaßnahmen bis zu 3,64 m unter den Bemessungswasserstand Endzustand bzw. ca. 3,14 m unter den bauzeitigen Bemessungswasserstand. Alternativ zu Flachgründung auf dem Bodenaustausch ist eine Tiefgründung in den Sanden und Kiesen möglich.

Das Bauwerk liegt oberhalb des Aquifers (Mainterrasse – Schicht I.4). Mit dem Bodenaustausch aus gut verdichtungsfähigen Erdbaustoffen wird nur der nicht tragfähige bindige Boden mit einer geringen Durchlässigkeit entfernt. Eine Beeinträchtigung des Aquifers erfolgt hierdurch nicht. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist daher derzeit nicht zu besorgen. Die natürlichen Grundwasserverhältnisse werden nicht nennenswert verändert.

### 5.2.2 KRWB Hafenbahn, km 56,58

Das bestehende Kreuzungsbauwerk soll umgebaut und erweitert werden. Es soll flach über die Widerlager gegründet werden. Die anzusetzende Gründungssohle bzw. UK Bodenaustausch liegt mit ca. 96,95 m NHN ca. 0,10 m über dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 96,85 m NHN und ca. 0,6 m über dem bauzeitigen Bemessungswasserstand.

Aufgrund dieser Randbedingungen muss nicht in das Grundwasser eingegriffen werden. Eine Beeinträchtigung der natürlichen Grundwasserverhältnisse ist daher nach derzeitiger Planung nicht zu besorgen.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 35

08.04.2010

### 5.2.3 EÜ Verlängerung Ernst-Heinkel Straße, km 57,51

Der Trog unter den Gleisen ist ca. 19,0 m lang und wird eine lichte Weite von ca. 16,2 m und eine lichte Höhe von ca. 4,8 m erhalten. Die Gründungssohle wird bei 92,8 m NHN liegen und reicht damit bis zu 4,45 m in das Grundwasser, bezogen auf den Bemessungswasserspiegel Endzustand von 97,25 m NHN bzw. ca. 3,95 m unter den bauzeitlichen Bemessungswasserspiegel. Nach Norden schließen sich eine ca. 60 m lange und nach Süden eine ca. 80 m lange Zufahrtsrampen an. Die Gesamtabmessungen des Bauwerks betragen somit ca. 16,2 m x 159 m.

Das Bauwerk verläuft mit seiner Längsachse in etwa senkrecht zur Strömungsrichtung und ist somit als ca. 16,2 m breites Strömungshindernis in den wasserführenden Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) anzusehen. Der Aquifer wird im Bereich des Trogs vollständig abgesperrt, im Bereich der Rampen nimmt der Verbaunungsgrad des Aquifers durch die ansteigenden Rampen entsprechend ab. Aufgrund dieser aus hydrogeologischer Sicht günstigen Lage des Bauwerks im Aquifer wird es nur zu einem geringen Aufstau vor dem Bauwerk kommen. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist daher derzeit nicht zu besorgen.

### 5.2.4 HP Fechenheim und Zugang West, km 57,65

Die Bahnsteige des Haltepunktes liegen mit der Gründung von 99,25 m NHN ca. 1,93 m über dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 97,32 m NHN. Der Zugang (Gründungssohle bei 95,87 m NHN) mit dem darin integrierten Aufzug (Gründungssohle 94,22 m NHN) hat etwa Abmessungen von ca. 27 x 13 m und reicht damit bis zu 3,1 m in das Grundwasser, bezogen auf den Bemessungswasserspiegel Endzustand von 97,32 m NHN.

Das Bauwerk verläuft mit seiner Längsachse in etwa quer zur Strömungsrichtung und ist somit als ca. 27 m breites Strömungshindernis in den wasserführenden Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) anzusehen. Aufgrund der insgesamt als gering anzusehenden Abmessungen des Bauwerks wird es nur zu einem geringen Aufstau vor dem Bauwerk kommen. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist daher derzeit nicht zu besorgen.



### 5.2.5 EÜ Bahnsteigzugang Cassellastraße, km 57,65

Die Zugänge und der Personentunnel (Gründungssohle 94,94 m NHN) haben insgesamt etwa Abmessungen von ca. 70,0 x 54,0 m. Die Gründungssohle des Personentunnels liegt bis zu 2,54 m unter dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 97,48 m NHN und bis ca. 2,04 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserspiegel.

Das Bauwerk verläuft insgesamt mit seiner Längsachse in etwa senkrecht zur Strömungsrichtung und ist somit als ca. 54 m breites Strömungshindernis in den wasserführenden Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) anzusehen. Aufgrund der noch als gering anzusehenden Abmessungen des Bauwerks wird es nur zu einem geringen Aufstau vor dem Bauwerk kommen – auch weil unter dem Bauwerk eine Restmächtigkeit der Terrasse im Meterbereich vorhanden bleibt. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist daher derzeit nicht zu besorgen.

### 5.2.6 Durchlass – Ersatzneubau, km 50,62

Es ist derzeit ein Durchlass vorhanden, der im Rahmen der Gesamtbaumaßnahme erneuert werden soll. Der Neubau soll als Rohrdurchlass DN 500 mit einer Länge von ca. 23 m mit einer UK Rohr bei ca. 99,43 m NHN bzw. der UK der erforderlichen Bettungsschicht von 99,33 m NHN hergestellt werden.

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 98,8 m NHN für den Bemessungswasserstand Endzustand, bzw. 98,3 m NHN für den Bemessungswasserstand Bauzustand anzusetzen. Damit liegt der bauzeitige Bemessungswasserstand ca. 1,03 m unter der geplanten Gründungssohle. Aufgrund dessen ist keine bauzeitige Grundwasserabsenkung notwendig und es sind keine dauerhaften negativen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu besorgen.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 37

08.04.2010

### 5.2.7 HP Maintal West, km 61,76

Der Bahnsteig am Haltepunkt Maintal West wird oberhalb des Grundwasserspiegels errichtet. Es sind daher keine Auswirkungen auf das Grundwasser anzunehmen.

### 5.2.8 EÜ Bahnsteigzugang (Bf. Maintal-West), km 61,87

Der Zugang (Gründungssohle ca. 95,8 m NHN) hat insgesamt etwa Abmessungen von ca. 79,0 x 30,0 m. Die anzunehmende Gründungssohle bzw. UK Bodenaustausch des Zugangsbauwerks Ost liegt bei ca. 95,8 m NHN und somit ca. 3,56 m unter dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 99,36 m NHN und 3,06 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserspiegel.

Das Bauwerk verläuft insgesamt mit seiner Längsachse in etwa quer zur Strömungsrichtung und ist somit als ca. 30 m breites Strömungshindernis in heterogenen, stark unterschiedliche durchlässigen Auffüllungen (Schicht I.1) ehemaliger Auskiesungen, oberhalb der wasserführenden Sande und Kiese der Mainterrasse (Schicht II.4) anzusehen. Aufgrund der insgesamt als gering anzusehenden Abmessungen des Bauwerks und den geringen Durchlässigkeiten wird es nur zu einem geringen Aufstau vor dem Bauwerk kommen. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist daher derzeit nicht zu besorgen.

### 5.2.9 ESTW Maintal ca. km 61,56

Das neu zu errichtende ESTW hat eine Grundfläche von ca. 14,7 m x 6,2 m. Die Flachgründung (Streifenfundamente) liegt 1,0 m unter GOF, einschließlich eines Bodenaustausches unter der Gründung bei ca. 1,5 m u. GOF. Dies entspricht etwa einer Höhe von 100,03 m NHN. Die anzusetzende Gründungssohle (UK Bodenaustausch) liegt damit ca. 0,63 m über dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 99,40 m NHN und ca. 1,03 m über dem bauzeitigen Bemessungswasserstand.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 38

08.04.2010

Aufgrund dieser Randbedingungen muss nicht in das Grundwasser eingegriffen werden. Eine dauerhafte Beeinträchtigung der natürlichen Grundwasserverhältnisse ist daher nach derzeitiger Planung auszuschließen.

#### **5.2.10 SÜ Bruno-Dreßler Straße, km 62,35**

Die bestehende SÜ soll vollständig zurückgebaut und durch einen Neubau ersetzt werden. Die geplante Einfeldbrücke über 5 Bahngleise mit einer Stützweite von 27,80 m soll flach gegründet werden. Es ist eine Gründungssohle von 99,28 m NHN (Ul-Sauberkeitsschicht 99,18 m NHN) vorgesehen. Die Baugrubensohle liegt somit ca. 0,37 m unter dem Bemessungswasserstand Endzustand von 99,5, aber noch 0,13 m über dem bauzeitigen Bemessungswasserstand.

Aufgrund dieser Randbedingungen muss nach derzeitigem Planungsstand bei Ansatz des Bauwasserstands nicht in das Grundwasser eingegriffen werden. Lokal kann bei ungünstigen Wasserständen bei nasser Witterung eine offene Wasserhaltung erforderlich werden. Eine dauerhafte Beeinträchtigung der natürlichen Grundwasserverhältnisse ist auszuschließen.

#### **5.2.11 EÜ Gewölbebrücke Braubach, km 62,89**

Die Baugrubensohle für die Pfahlkopfplatten ist mit 97,2 m NHN geplant. Die Gründung wird dann über Bohrpfähle hergestellt. Bei der alternativ möglichen Flachgründung würde die Gründung des Bodenaustausches bei 96,7 m NHN liegen. Die Baugrubensohlen liegen somit ca. 2,55 m bzw. 3,05 m unter dem Bemessungswasserstand Endzustand von 99,75 sowie ca. 1,55 m bzw. 2,05 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserstand.

Die Pfahlgründung wird voraussichtlich in den hoch tragfähigen Schichten des Rotliegenden (Schicht III.1) abgesetzt. Damit wird der Aquifer der Terrassenablagerungen (Schicht I.4) vollständig durchörtert. Die Pfahlgruppen sperren jedoch diesen nur punktuell ab, so dass nicht mit einem Anstau oder einer sonstigen Veränderung der Grundwasserverhältnisse gerechnet werden muss. Die Flachgründung würde auf der OK der Terrassenablagerungen erfolgen und verringert damit



den Fließquerschnitt in dem Aquifer unwesentlich. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist daher derzeit nicht zu besorgen.

#### **5.2.12 EÜ Gewölbebrücke Braubach, km 63,30**

Die Baugrubensohle für die Pfahlkopfplatten ist mit 97,35 m NHN geplant. Wegen nicht tragfähiger Böden ist aber in jedem Fall ein Bodenaustausch bis 96,3 m NHN erforderlich. Die Gründung wird dann über Bohrpfähle im Tertiär (Inflatenschichten) hergestellt. Bei der alternativ möglichen Flachgründung würde die Gründung des zusätzlichen Bodenaustausches bei 95,1 m NHN liegen. Die Baugrubensohlen liegen somit ca. 3,5 m bzw. 4,7 m unter dem Bemessungswasserstand Endzustand von 99,80 sowie ca. 2,5 m bzw. 3,7 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserstand.

Die Pfahlgründung wird voraussichtlich in den tragfähigen Schichten des Tertiärs (Schicht II.4) abgesetzt. Im vorliegenden Fall fehlt der hoch durchlässige Aquifer aus Terrassenablagerungen – die gering durchlässigen Aue- / Altlaufablagerungen (Schicht I.2) liegen direkt dem Tertiär auf. Die Pfahlgruppen sperren jedoch wasserführende Schichten im Tertiär nur punktuell ab, so dass nicht mit einem Aufstau oder einer sonstigen Veränderung der Grundwasserverhältnisse gerechnet werden muss. Die Flachgründung würde auf der OK der tertiären Schichten erfolgen. Sie verringert damit den Fließquerschnitt in dem ohnehin nur gering durchlässigen Aquifer unwesentlich. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist daher derzeit nicht zu besorgen.

#### **5.2.13 EÜ Bahnsteigzugang (Bf. Maintal-Ost), km 63,77**

Die Zugänge und der Personentunnel mit dem darin integrierten Aufzügen (Gründungssohle 95,82 m NHN) haben insgesamt etwa Abmessungen von ca. 30,0 x 29,0 m (1. BA) und ca. 30,0 x 8,0 m (2. BA). Die Gründungssohlen liegen bis zu 4,12 m unter dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 99,94 m NHN und bis ca. 3,62 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserspiegel.

Das Bauwerk verläuft insgesamt mit seiner Längsachse in etwa senkrecht zur Strömungsrichtung und ist somit als ca. 29 m breites Strömungshindernis in den wasserführenden Sanden und Kiesen





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 40

08.04.2010

der Mainterrasse (Schicht I.4) anzusehen. Aufgrund der insgesamt als gering anzusehenden Abmessungen des Bauwerks wird es nur zu einem geringen Aufstau vor dem Bauwerk kommen – auch weil unter dem Bauwerk eine Restmächtigkeit der Terrasse im Meterbereich vorhanden bleibt. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist daher derzeit nicht zu besorgen.

#### **5.2.14 HP Maintal Ost, km 63,77**

Die Bahnsteige des Haltepunktes liegen mit der Gründung von 99,3 m NHN (UK Bodenaustausch) ca. 0,65 m unter dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 99,95 m NHN. Der Bodenaustausch von ca. 1 m Dicke in den Auffüllungen / Ansablagerungen wird aus rolligen bis gemischtkörnigen und damit durchlässigen Böden hergestellt. Trotz der Länge des Bauwerks von ca. 210 m quer zur Fließrichtung wird es deshalb nicht zu einer nachhaltigen Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse kommen.

#### **5.2.15 Durchlass – Ersatzneubau km 64,75**

Derzeit ist im Baufeld ein Durchlass vorhanden, der im Rahmen der Gesamtbaumaßnahme erneuert werden soll. Der Neubau soll als Rohrdurchlass DN 500 mit einer Länge von ca. 28 m mit einer UK Rohr bei ca. 100,55 m NHN hergestellt werden.

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 96,88 m NHN für den Bemessungswasserstand Endzustand, bzw. 99,38 m NHN für den Bemessungswasserstand Bauzustand anzusetzen. Damit liegt der bauzeitige Bemessungswasserstand ca. 1,12 m unter der geplanten Gründungssohle. Aufgrund dessen ist keine bauzeitige Grundwasserabsenkung notwendig und es sind keine dauerhaften negativen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu besorgen.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 41

08.04.2010

#### **5.2.16 Durchlass – Ersatzneubau, km 65,05**

Der derzeit vorhandene Durchlass soll im Rahmen der Gesamtbaumaßnahme erneuert werden. Der Neubau soll als Rohrdurchlass DN 500 mit einer Länge von ca. 29 m mit einer UK Rohr bei ca. 100,71 m NHN bzw. der UK der erforderlichen Bettungsschicht von 100,61 m NHN hergestellt werden.

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 100,64 m NHN für den Bemessungswasserstand Endzustand, bzw. 99,54 m NHN für den Bemessungswasserstand Bauzustand anzusetzen. Damit liegt der bauzeitige Bemessungswasserstand ca. 1,07 m unter der geplanten Gründungssohle. Aufgrund dessen ist keine bauzeitige Grundwasserabsenkung notwendig und es sind keine dauerhaften negativen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu besorgen.

#### **5.2.17 FÜ Buchenheege, km 66,03**

Aufgrund der geringen Abmessungen (ca. 6 m x 4 m je Widerlager) des in den Aquifer reichenden Bauwerks sowie der nur temporären geringen Eindringtiefe bei sehr hoch stehendem Grundwasser (max. 0,7 m) ist eine Beeinflussung der Strömungsverhältnisse des Grundwassers (Bemessungswasserstand Endzustand) auszuschließen.

#### **5.2.18 Durchlass – Ersatzneubau, ca. km 66,33**

Der derzeit vorhandene Durchlass DN 300 soll im Rahmen der Gesamtbaumaßnahme erneuert werden. Der Neubau soll als Rohrdurchlass im gleichen Durchmesser mit einer Länge von ca. 27 m mit einer UK Rohr bei ca. 100,5 m NHN bzw. der UK der erforderlichen Bettungsschicht von 100,4 m NHN hergestellt werden.

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 101,00 m NHN für den Bemessungswasserstand Endzustand, bzw. 100,60 m NHN für den Bemessungswasserstand Bauzustand anzusetzen. Damit liegt der bauzeitige Bemessungswasserstand ca. 0,2 m über der geplanten Gründungssohle. Der Durchlass liegt noch in den Aue- / Hochflutlehm (Schicht I 2b) und schränkt daher den Aquifer (Schicht I.4) nicht ein – zudem liegt das Bauwerk mehr oder weniger parallel



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 42

03.04.2010

zur Grundwasserfließrichtung. Aufgrund dessen sind keine dauerhaften negativen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu besorgen.

#### **5.2.19 Durchlass Schneidlache, km 66,49**

Der derzeit vorhandene Durchlass soll im Rahmen der Gesamtbaumaßnahme erneuert werden. Der Neubau soll als Doppeldurchlass mit 2 Rohren DN 300 im Achsabstand von 1,4 m und mit einer Länge von ca. 27 m. ausgeführt werden. Die UK Rohr ist bei ca. 100,7 m NHN bzw. der UK der erforderlichen Bettungsschicht von 100,6 m NHN geplant.

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 101,12 m NHN für den Bemessungswasserstand Endzustand, bzw. 100,62 m NHN für den Bemessungswasserstand Bauzustand anzusetzen. Damit liegt der Bemessungswasserstand Endzustand ca. 0,52 m über der geplanten Gründungssohle. Der Durchlass liegt noch in der Schicht 1.2b und schränkt daher den Aquifer aus Terrassenablagerungen (Schicht 1.4) nicht ein. Aufgrund dessen sind keine dauerhaften negativen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu besorgen.

#### **5.2.20 Station Wilhelmsbad, km 67,20**

Die Station Hanau Wilhelmsbad wird im Wesentlichen oberhalb des Grundwasserspiegels errichtet. Es sind daher keine Auswirkungen auf das Grundwasser anzunehmen. Die Station erhält zwei Treppenzugänge und einen Fahrstuhlzugang zur EÜ Burgallee. Die Eingriffe werden mit der EÜ Burgallee bewertet.

#### **5.2.21 EÜ Burgallee, km 67,21**

Die Gesamtabmessungen des Bauwerks betragen ca. 130 m x 23 m. Die Gründungssohle liegt bis zu 6,65 m unter dem Bemessungswasserspiegel Endzustand. Das Bauwerk verläuft mit seiner Längsachse in etwa parallel zur Strömungsrichtung und ist somit als ca. 23 m breites Strömungs-





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 43

03.04.2010

hindernis in den wasserführenden Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) anzusehen. Aufgrund der geringen Breite des Bauwerks wird es nur zu einem geringen Aufstau vor dem Bauwerk kommen. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist daher derzeit nicht zu besorgen.

#### **5.2.22 SÜ L 3268 / Maintaler Straße, km 67,62**

Die derzeit bestehende SÜ der Umgehungsstraße der Maintaler Straße (L 3268) soll durch einen verlängerten Neubau ersetzt werden. Es ist eine lichte Weite zwischen den Widerlagern von ca. 22,85 m, eine lichte Höhe von und mindestens 6,75 m vorgesehen. Es ist eine Flachgründung der Widerlager mit einer planmäßigen Höhe von ca. 100,8 m NHN vorgesehen. Da bereichsweise wenig tragfähige Böden in der Gründungssohle anstehen, ist hier ein Bodenaustausch bis ca. 99,9 m NHN einzuplanen. Die anzusetzende Gründungssohle bzw. UK Bodenaustausch liegt demnach ca. 0,45 m bzw. 1,35 m unter dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 101,25 m NHN und ca. 0,05 m über bzw. 0,85 m unter dem derzeitigen Bemessungswasserstand.

Aufgrund dieser Randbedingungen muss nur dann nicht in das Grundwasser eingegriffen werden, wenn kein zusätzlicher Bodenaustausch erforderlich wird. Es ist jedoch davon auszugehen, dass dies bereichsweise erforderlich werden wird. Der anstehende nicht tragfähige Boden (Schicht I.2a) wird durch nicht bindiges bis gemischtkörniges Material mit einer mittleren bis hohen Durchlässigkeit ausgetauscht. Das Austauschmaterial besitzt damit eine höhere Durchlässigkeit als der anstehende Boden. Eine dauerhafte Beeinträchtigung der natürlichen Grundwasserverhältnisse ist daher nach derzeitiger Planung nicht zu besorgen.

#### **5.2.23 EÜ Frankfurter Landstraße, km 68,24**

Die Gesamtabmessungen des Bauwerks betragen ca. 170 m x 35 m. Die Gründungssohle liegt bis zu 5,95 m unter dem Bemessungswasserspiegel Endzustand. Das Bauwerk verläuft mit seiner Längsachse in etwa parallel zur Strömungsrichtung und ist somit als ca. 35 m breites Strömungshindernis in den wasserführenden Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) angesehen.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 44

03.04.2010

Aufgrund der geringen Breite des Bauwerks wird es nur zu einem geringen Aufstau vor dem Bauwerk kommen. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist daher derzeit nicht zu besorgen.

#### **5.2.24 Stützwand, km 68,55 – 68,7**

Für die Stützwand ist für den Bemessungswasserstand im Endzustand eine Höhe von 101,25 m NHN und für den bauzeitigen Bemessungswasserstand von 100,75 m NHN anzusetzen. Die Gründungssohle der Stützmauer liegt mit ca. 100,92 m NHN ca. 0,33 m unter dem Bemessungswasserstand Endzustand bzw. 0,17 m über dem bauzeitigen Bemessungswasserspiegel.

Das Bauwerk liegt oberhalb des Aquifers (Mainterrasse – Schicht I.4). Eine dauerhafte Beeinträchtigung des Aquifers erfolgt hierdurch nicht. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist nicht zu besorgen. Die natürlichen Grundwasserverhältnisse werden nicht nennenswert verändert.

#### **5.2.25 EÜ Salisweg, km 68,65**

Das Bauwerk hat Abmessungen von ca. 140,0 x 21,0 m. Es liegt mit der Langseite in etwa spitzwinklig zur Fließrichtung des Grundwassers. Wegen der tiefliegenden Gründung liegt die Sohle des Bauwerks ca. 5,95 m unter dem Bemessungswasserstand Endzustand. Bei einer Bauweise mit Grundwasserablenkung verbleibt unter dem Bauwerk ein unbeeinflusster Aquifer der Mainterrasse (Schicht I.4) von mehreren Metern. Daher ist kein dauerhafter, durch das Bauwerk bedingter Grundwasseraufstau zu erwarten. In diesem Falle sind keine dauerhaften negativen Beeinflussungen der Grundwasserfließrichtungen und -spiegellagen zu besorgen. Da aber eine Wasserhaltung aufwändig ist und große zu fördernde Wassermengen und Absenkbeträge nach sich zieht, wird mit großer Wahrscheinlichkeit eine Bauweise mit wasserdichter Baugrube zum Tragen kommen. In diesem Falle wird der Aquifer vollständig verschlossen, da der Verbau in die unterlagernden dichtenden Schichten eingebunden werden muss. Da das Bauwerk aber mit seiner Längserstreckung spitzwinklig zur Fließrichtung liegen wird, werden die sich durch die Absperrung des Aquifers



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 45

08.04.2010

(Schicht I.4) einstellenden Aufstaubeträge im cm-Bereich bewegen. Eine nennenswerte dauerhafte Beeinträchtigung der Grundwasserströmungsverhältnisse ist somit nicht zu besorgen.

#### **5.2.26 EÜ Salisbach, km 68,92**

Die EÜ soll als 2-Feld-Brücke mit einer Stützweite von  $2 \times 11,30$  m, einer lichten Weite von ca. 9,92 m und eine lichte Höhe von ca. 2,5 m errichtet werden. Die Flachgründung ist bei 97,90 m NHN vorgesehen. Die Baugrubensohlen liegen somit ca. 3,35 m unter dem Bemessungswasserstand Endzustand von 101,25 sowie ca. 2,1 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserstand.

Das Bauwerk verläuft mit seiner Längsachse in etwa senkrecht zur Strömungsrichtung. Daher sind die ohnehin nur kleinen Baugruben nur als unerhebliche Strömungshindernisse in den wasserführenden Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) anzusehen. Zudem verbleibt unter der Gründung eine mehrere Meter mächtiges Schichtpaket der Mainterrasse. Aufgrund dieser günstigen hydrogeologischen Randbedingungen wird es praktisch zu keinem Aufstau vor dem Bauwerk kommen. Eine nachhaltige dauerhafte Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist daher nicht zu besorgen.

#### **5.2.27 EÜ Kinzig, km 69,17**

Die Baugrubensohlen für die Pfahlkopfplatten und für Flachgründungen untergeordneter Bauteile werden voraussichtlich 1,0 m bis 2,0 m unter GOF und somit bei ca. 98,5 m NHN bis 99,5 m NHN liegen. Die Baugrubensohlen liegen somit ca. 1,0 m – 2,0 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserstand. Die Gründung wird unmittelbar neben schon bestehenden Fundamenten über Bohrpfähle hergestellt.

Die Pfahlgründung wird voraussichtlich in den tragfähigen tertiären Schichten abgesetzt. Damit wird der Aquifer der Terrassenablagerungen (Schicht I.4) vollständig durchörtert. Die Pfahlgruppen sperren jedoch diesen nur punktuell ab, so dass nicht mit einem Aufstau oder einer sonstigen Ver-





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 46

03.04.2010

änderung der Grundwasserverhältnisse gerechnet werden muss. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist daher derzeit nicht zu besorgen.

#### **5.2.28 EÜ Philippsruher Allee / Bahnsteigzugang, km 69,45**

Die Baugrubensohlen für die Pfahlkopfplatten werden bei ca. 99,0 m NHN liegen. Die Baugrubensohlen liegen somit ca. 3,25 m unter dem Bemessungswasserstand Endzustand von 101,25 m NHN und ca. 2,75 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserstand. Die Gründung wird unmittelbar neben schon bestehenden Fundamenten über Bohrpfähle hergestellt.

Die Pfahlgründung wird voraussichtlich in den tragfähigen tertiären Schichten (Schicht II.1) abgesetzt. Damit wird der Aquifer der Terrassenablagerungen (Schicht I.4) vollständig durchörtert. Die Pfahlgruppen sperren jedoch diesen nur punktuell ab, so dass nicht mit einem Aufstau oder einer sonstigen Veränderung der Grundwasserverhältnisse gerechnet werden muss. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist daher nicht zu besorgen.

#### **5.2.29 Station Hanau West, km 69,30**

Die Bahnsteige des Haltepunkts liegen mit der Gründung von 102,2 m NHN ca. 0,95 m über dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 101,25 m NHN. Der Zugang (Gründungssohle bei 97,96 m NHN) mit dem darin integrierten Aufzug (Gründungssohle 95,74 m NHN) hat etwa Abmessungen von ca. 25 x 9 m und reicht damit bis zu 3,29 m in das Grundwasser, bezogen auf den Bemessungswasserspiegel Endzustand von 101,25 m NHN.

Das Bauwerk verläuft mit seiner Längsachse in etwa quer zur Strömungsrichtung und ist somit als ca. 25 m breites Strömungshindernis in den wasserführenden Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) anzusehen. Aufgrund der insgesamt als gering anzusehenden Abmessungen des Bauwerks wird es nur zu einem geringen Aufstau vor dem Bauwerk kommen. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist daher derzeit nicht zu besorgen.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 47

03.04.2010

### 5.2.30 Hanau Hbf, km 71,17 – 71,57

Die Bahnsteige des Haltepunktes liegen mit der Gründung von 105,24 m NHN ca. 4,24 m über dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 101,0 m NHN. Der Zugang mit den Aufzügen (Gründungssohle bei 97,45 m NHN) hat etwa Abmessungen von ca. 22 x 7 m und reicht damit bis zu 3,55 m in das Grundwasser, bezogen auf den Bemessungswasserspiegel Endzustand von 101,0 m NHN.

Das Bauwerk verläuft mit seiner Längsachse in etwa quer zur Strömungsrichtung und ist somit als ca. 22 m breites Strömungshindernis in den wasserführenden Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) anzusehen. Aufgrund der insgesamt als gering anzusehenden Abmessungen des Bauwerks wird es nur zu einem geringen Aufstau vor dem Bauwerk kommen. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist daher derzeit nicht zu besorgen.

## 5.3 Temporäre Auswirkungen der Bauwerke

### 5.3.1 Stützwand, km 54,63 – 54,97

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 95,9 m NHN für den Endzustand, bzw. 95,6 m NHN für den Bauzustand anzusetzen.

Wenn eine Grundwasserabsenkung geplant werden sollte, ergibt sich für den Bauzustand daraus eine maximale Absenkung des Grundwassers für die Flachgründung (Aushubsohle bzw. UK Bodenaustausch 92,26 m NHN) von ca. 3,84 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle. Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würde bei Zugrundelegung der Abmessungen der Baugrube (ca. 2,0 x 342,0 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (5 m), dem Absenkbetrag von ca. 3,84 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  überschläglich Wassermassen von ca. 250 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 365 m und würde zu einer Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen. Ggf. kann die Baugrube abschnittsweise (Abschnitte mit Baugrubenabmessung 2 x 50 m) hergestellt werden. Dadurch redu-



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 48

03.04.2010

ziert sich die überschlägige Wassermenge auf jeweils ca. 95 m<sup>3</sup>/h. Die Reichweite bleibt davon unbeeinflusst.

Bei einer Tiefgründung liegt die Aushubsohle (Gründungssohle) bei ca. 94,77 m NHN, d.h. es ist eine maximale Absenkung von 1,33 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle notwendig. Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen (DN 500) würde bei Zugrundelegung der Abmessungen je Baugrube (ca. 2,0 x 342,0 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (3 m), dem Absenkbetrag von ca. 1,33 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  überschläglich Wassermassen von jeweils ca. 160 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Eine entsprechend dimensionierte Ableitung zu einer geeigneten Vorflut müsste geschaffen werden. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt etwa 126 m und würde zu einer regional begrenzten Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen. Ggf. kann die Baugrube abschnittsweise (Abschnitte mit Baugrubenabmessung 2 x 50 m) hergestellt werden. Dadurch reduziert sich die überschlägige Wassermenge auf jeweils ca. 38 m<sup>3</sup>/h. Die Reichweite bleibt davon unbeeinflusst.

Alternativ hierzu kann zur Herstellung der Stützwand eine wasserdichte Baugrube ohne Grundwasserabsenkung ausgeführt werden. Die Herstellung der wasserdichten Baugrube erfolgt unter Verwendung vertikaler und horizontaler Dichtelemente. Damit ergäben sich auch keine bauzeitlichen ungünstigen Auswirkungen auf die natürlichen Grundwasserverhältnisse.

### 5.3.2 KRWB Hafenbahn, km 56,58

Das bestehende Kreuzungsbauwerk soll umgebaut und erweitert werden. Da die anzusetzende Gründungssohle bzw. die UK Bodenaustausch mit ca. 96,95 m NHN ca. 0,10 m über dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 96,85 m NHN und ca. 0,6 m über dem bauzeitigen Bemessungswasserstand liegt, ist keine Wasserhaltung erforderlich. Damit ergeben sich auch keine bauzeitlichen ungünstigen Auswirkungen auf die natürlichen Grundwasserverhältnisse.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 49

08.04.2010

### 5.3.3 EÜ Verlängerung Ernst-Heinkel Straße, km 57,51

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 97,25 m NHN für den Endzustand, bzw. 96,75 m NHN für den Bauzustand angegeben. Wenn eine Grundwasserabsenkung geplant werden sollte, ergibt sich für den Bauzustand daraus eine maximale Absenkung des Grundwassers von ca. 3,95 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle (Aushubsohle ca. 92,8 m NN).

Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würden erhebliche Wassermengen gefördert. Zudem ist mit sehr großen Reichweiten der Absenkung in der Größenordnung von bis zu 380 m zu rechnen. Dies würde zu einer weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Auch aus bautechnischen Gründen (beengte Platzverhältnisse) wird die Baugrube für die Unterführungen der Straße mit einem ausreichend in den Rupelton einbindenden wasserdichten Verbau erstellt werden oder es wird eine andere Form einer wasserdruckhaltenden Baugrubenumschließung gewählt. Daher ist dann nur eine offene Restwasserhaltung in der Baugrube zu betreiben. In diesem Falle sind praktisch keine bauzeitlichen ungünstigen Einwirkungen auf die Grundwasserhältnisse zu besorgen.

### 5.3.4 HP Fechenheim und Zugang West, km 57,65

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 97,32 m NHN für den Endzustand, bzw. 96,82 m NHN für den Bauzustand angegeben. Wenn eine Grundwasserabsenkung für die Erstellung des Zugangsbauwerks geplant werden sollte, ergibt sich für den Bauzustand daraus eine maximale Absenkung des Grundwassers von ca. 3,1 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle (Aushubsohle ca. 94,22 m NHN).

Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würde bei Zugrundelegung der Abmessungen der gesamten Baugrube (ca. 27,0 x 13,0 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (5 m), dem Absenkbetrag von ca. 3,1 m und dem anzusetzenden





Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  m/s überschläglich Wassermassen von ca. 80 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Eine entsprechend dimensionierte Ableitung zu einer geeigneten Vorflut müsste geschaffen werden. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 295 m und würde zu einer weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Wenn die Baugrube für das Zugangsbauwerk mit einem ausreichend in den Rupelton einbindenden wasserdichten Verbau erstellt wird oder eine andere Form einer wasserdruckhaltenden Baugrubenumschließung gewählt werden sollte, ist eine offene Restwasserhaltung in der Baugrube zu betreiben. In diesem Falle sind praktisch keine bauzeitlichen ungünstigen Einwirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu besorgen.

### 5.3.5 EÜ Bahnsteigzugang Cassellastraße, km 57,65

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 97,48 m NHN für den Endzustand, bzw. 96,98 m NHN für den Bauzustand angegeben. Für die Grundwasserabsenkung ergibt sich für den Bauzustand eine maximale Absenkung des Grundwassers von ca. 2,54 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle für die Herstellung des Zugangsbauwerks.

Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würden bei Zugrundelegung der Abmessungen der gesamten Baugrube (ca. 70,0 x 54,0 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (5 m), dem Absenkbetrag von ca. 2,54 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  m/s überschläglich Wassermengen von ca. 127 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 340 m und würde zu einer weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Alternativ hierzu kann zur Herstellung des Bauwerks eine wasserdichte Baugrube ohne Grundwasserabsenkung ausgeführt werden. Die Herstellung der wasserdichten Baugrube erfolgt unter Verwendung vertikaler und horizontaler Dichtelemente. Innerhalb der Baugrube ist eine offene Wasserhaltung zur Fassung von Restwasser und Niederschlagswasser notwendig. Der Aquifer wird bei der geschlossenen Baugrube zwar weitgehend oder vollständig abgesperrt. Da das Bauwerk aber insgesamt noch als gering anzusehende Abmessungen hat, werden die sich durch die



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 51

05.04.2010

Absperrung des Aquifers einstellenden Aufstaubeträge nur im cm-Bereich bewegen. Eine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist bei einer geschlossenen Bauweise somit nicht zu besorgen.

#### **5.3.6 Durchlass – Ersatzneubau, km 60,62**

Der geplante Rohrdurchlass DN 500 soll mit einer UK Rohr bei ca. 99,43 m NHN bzw. der UK der erforderlichen Bettungsschicht von 99,33 m NHN hergestellt werden. Da die Gründung oberhalb des Bemessungswasserstands Endzustand von 98,8 m NHN und damit auch oberhalb des Bemessungswasserstands Bauzustand liegen wird, sind keine temporären Eingriffe in das Grundwasser erforderlich. Damit ist keine bauzeitige Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse zu besorgen.

#### **5.3.7 HP Maintal West, km 61,76**

Die Gründungssohle des Bodenaustausches liegt mindestens 0,1 m über dem Bemessungswasserstand Endzustand und 0,6 m über dem bauzeitigen Bemessungswasserspiegel. Daher sind keine temporären Eingriffe in das Grundwasser vorgesehen. Eine bauzeitige Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist somit nicht zu besorgen.

#### **5.3.8 EÜ Bahnsteigzugang (Bf. Maintal-West), km 61,87**

Die Grundwasserhöchststände für das Zugangsbauwerk sind mit 99,36 m NHN für den Endzustand, bzw. 98,86 m NHN für den Bauzustand anzusetzen. Da die Baugrubensohle bzw. UK Bodenaustausch (95,8 m NHN) 3,06 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserspiegel liegt ist eine Grundwasserhaltung inklusive eines Sicherheitszuschlags von 0,5 m unter der Gründungssohle mit einem Absenkbetrag von 3,56 m zu betreiben.

Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würde bei Zugründelegung der Abmessungen der gesamten Baugrube (ca. 79,0 x 30,0 m), der erforderlichen Ein-





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 52

08.04.2010

tauchtiefe in des Grundwasser (5 m), dem Absenkbetrag von ca. 3,56 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  m/s überschlägig Wassermassen von ca. 114 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 340 m und würde zu einer weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Alternativ hierzu kann zur Herstellung des Bauwerks eine wasserdichte Baugrube ohne Grundwasserabsenkung ausgeführt werden. Die Herstellung der wasserdichten Baugrube erfolgt unter Verwendung vertikaler und horizontaler Dichtelemente. Innerhalb der Baugrube ist eine offene Wasserhaltung zur Fassung von Restwasser und Niederschlagswasser notwendig. Der Aquifer wird bei der geschlossenen Baugrube zwar weitgehend oder vollständig abgesperrt. Da das Bauwerk aber mit seiner Längserstreckung etwa parallel zur Fließrichtung liegen wird, werden die sich durch die Absperrung des Aquifers einstellenden Aufstaueträge nur im cm-Bereich bewegen. Eine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist bei einer geschlossenen Bauweise somit nicht zu besorgen.

### 5.3.9 ESTW Maintal, ca. km 61,56

Das neu zu errichtende ESTW wird voraussichtlich eine Gründungssohle (UK Bodenaustausch) mit ca. 100,03 m NHN erhalten. Da diese ca. 0,63 m über dem Bemessungswasserspiegel Endzustand von 99,4 m NHN und ca. 1,03 m über dem bauzeitigen Bemessungswasserstand liegt, ist keine Wasserhaltung erforderlich. Damit ergeben sich bauzeitlich keine ungünstigen Auswirkungen auf die natürlichen Grundwasserverhältnisse.

### 5.3.10 SÜ Bruno-Dreßler Straße, km 62,35

Die Baugrubensohle der geplanten Einfeldbrücke liegt mit ca. 99,18 m NHN etwa 0,13 m über dem bauzeitigen Bemessungswasserstand. Aufgrund dieser Randbedingungen muss nach derzeitigem Planungsstand nicht in das Grundwasser eingegriffen werden. Lokal kann bei ungünstigen Wasserständen bei nasser Witterung eine offene Wasserhaltung erforderlich werden. Eine bauzeitliche Beeinträchtigung der natürlichen Grundwasserverhältnisse ist nicht zu besorgen.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 53

03.04.2010

### 5.3.11 EÜ Gewölbebrücke Braubach, km 62,89

Es ist geplant, die Baugrube mit wasserdichten Verbauwänden und ggf. einer Unterwasserbetonsohle o.ä. zu errichten. Eine Wasserhaltung führt wegen der hohen Durchlässigkeiten zu großen Wassermengen und Reichweiten. Bei der geschlossenen Baugrube fällt bis auf das Lenzen der Baugrube und das Vorhalten einer offenen Wasserhaltung für Sicher-, Tag- und Restwasser keine weitere Wasserhaltung an. Als vertikales Abdichtungselement sind Spundwände geplant. Sie werden nach Abschluss der Arbeiten wieder gezogen und stellen dann kein Fließhindernis mehr dar. Andere Bauverfahren wie z.B. Dichtwände oder Bohrpfahlwände sind auch nach Bauende noch als Hindernis im Aquifer zu sehen. Wegen der geringen Abmessungen der Widerlagerbaugruben und deren Lage (Längsrichtung mehr oder weniger parallel zur Grundwasserfließrichtung) ist auch dann eine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse bei der geschlossenen Bauweise nicht zu besorgen.

### 5.3.12 EÜ Gewölbebrücke Braubach, km 63,30

Es ist geplant, die Baugrube mit wasserdichten Verbauwänden und ggf. einer Unterwasserbetonsohle o.ä. zu errichten. Bei der geschlossenen Baugrube fällt bis auf das Lenzen der Baugrube und das Vorhalten einer offenen Wasserhaltung für Sicker-, Tag- und Restwasser keine weitere Wasserhaltung an. Die vertikalen Abdichtungselemente, unabhängig davon, ob es sich um wieder zu ziehende Spundwände oder z.B. Dichtwände oder Bohrpfahlwände (verbleiben im Baugrund) handelt, stellen wegen der geringen Abmessungen der Widerlagerbaugruben und deren Lage (Längsrichtung mehr oder weniger parallel zur Grundwasserfließrichtung) keine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse dar.

### 5.3.13 EÜ Bahnsteigzugang (Bf. Maintal-Ost), km 63,77

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 99,94 m NHN für den Endzustand, bzw. 99,44 m NHN für den Bauzustand anzusetzen. Wenn eine Grundwasserabsenkung geplant werden sollte, ergibt sich für den Bauzustand daraus eine maximale Absenkung des Grundwassers



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 54

03.04.2010

von ca. 4,12 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle (Aushubsohle ca. 95,82 m NHN).

Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würden bei Zugrundelegung der Abmessungen der Baugrube für den 1. Bauabschnitts (ca. 30,0 x 29,0 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (4,2 m), dem Absenkbetrag von ca. 4,12 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  m/s überschläglich Wassermengen von ca. 71 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Für die Baugrube des südlichen an den 1. BA direkt anschließenden Teil der EÜ ergeben sich bei Zugrundelegung der Abmessungen der Baugrube für den 2. Bauabschnitts (ca. 30,0 x 8,0 m) überschläglich Wassermassen von ca. 59 m<sup>3</sup>/h. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 390 m und würde zu einer weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Alternativ hierzu kann zur Herstellung des Bauwerks eine wasserdichte Baugrube ohne Grundwasserabsenkung ausgeführt werden. Die Herstellung der wasserdichten Baugrube erfolgt unter Verwendung vertikaler und horizontaler Dichtelemente. Innerhalb der Baugrube ist eine offene Wasserhaltung zur Fassung von Restwasser und Niederschlagswasser notwendig. Der Aquifer wird bei der geschlossenen Baugrube zwar weitgehend oder vollständig abgesperrt. Da das Bauwerk aber mit seiner Längserstreckung etwa parallel zur Fließrichtung liegen wird und insgesamt nur geringe Abmessungen haben wird, werden die sich durch die Absperrung des Aquifers einstellenden Aufstaubeträge nur im cm-Bereich bewegen. Eine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist bei einer geschlossenen Bauweise somit nicht zu besorgen.

#### 5.3.14 HP Maintal Ost, km 63,77

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 99,95 m NHN für den Endzustand, bzw. 99,45 m NHN für den Bauzustand anzusetzen. Da die Baugrubensohle für den Bodenaustausch (99,2 m NHN) ca. 0,15 m unter den bauzeitigen Bemessungswasserspiegel liegt, ist eine Grundwasserhaltung inklusive eines Sicherheitszuschlags von 0,5 m unter der Gründungssohle mit einem Absenkbetrag von 0,65 m zu betreiben.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 55

03.04.2010

Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würden bei Zugrundelegung der Abmessungen der gesamten Baugrube (ca. 210 x 7,5 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (3 m), dem Absenkbetrag von ca. 0,65 m und dem anzusetzenden max. Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  m/s überschläglich Wassermassen von ca. 110 m³/h gefördert. Mit einer abschnittsweisen Absenkung in ca. 25 m langen Bahnsteigabschnitten, können die zu hebenden Wassermengen deutlich reduziert werden. In hydrogeologisch günstigen Zeiträumen (Sommer) kann ggf. auf eine Grundwasserabsenkung verzichtet werden. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 62 m und würde zu einer vergleichsweise geringen Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen. Eine nachhaltige bauzeitige Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist somit nicht zu besorgen.

#### **5.3.15 Durchlass – Ersatzneubau, km 64,75**

Der geplante Rohrdurchlass DN 500 soll mit einer UK Rohr bei ca. 100,55 m NHN hergestellt werden. Da die Gründung oberhalb des Bemessungswasserstands Endzustand von 99,88 m NHN und damit auch oberhalb des Bemessungswasserstands Bauzustand liegen wird, sind keine temporären Eingriffe in das Grundwasser erforderlich. Damit ist keine bauzeitige Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse zu besorgen.

#### **5.3.16 Durchlass – Ersatzneubau, km 65,05**

Der geplante Rohrdurchlass DN 500 soll mit einer UK Rohr bei ca. 100,71 m NHN bzw. der UK der erforderlichen Bettungsschicht von 100,61 m NHN hergestellt werden. Da die Gründung oberhalb des Bemessungswasserstands Endzustand von 100,048 m NHN und damit auch oberhalb des Bemessungswasserstands Bauzustand liegen wird, sind keine temporären Eingriffe in das Grundwasser erforderlich. Damit ist keine bauzeitige Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse zu besorgen.





### 5.3.17 FÜ Buchenheege, km 66,03

Da die Baugrubensohle ca. 0,3 m unter den bauzeitigem Bemessungswasserspiegel liegt wird ein wasserdichter Verbau mit einer tiefliegenden Injektionssohle empfohlen. Die Verbauwand reicht somit bis ca. 4,5 m unter den bauzeitigen Bemessungswasserspiegel. Aufgrund der geringen Abmessungen der Baugrube (ca. 8 m x 6 m je Widerlager) wird eine Beeinflussung der Strömungsverhältnisse im Aquifer als gering angesehen.

### 5.3.18 Durchlass – Ersatzneubau, ca. km 66,33

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 101,00 m NHN für den Endzustand, bzw. 100,60 m NHN für den Bauzustand anzusetzen. Bei einer Grundwasserabsenkung ergibt sich für den Bauzustand eine maximale Absenkung des Grundwassers von ca. 0,7 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle,

Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würde bei Zugrundelegung der Abmessungen der Baugruben bei einer abschnittswisen Herstellung (ca. 1,2 x 13,5 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (3 m), dem Absenkbetrag von ca. 0,7 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  überschläglich Wassermengen von jeweils ca. 17 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 65 m und würde nur zu einer regional begrenzten Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen. Allerdings liegt der geplante Durchlass im Wasserschutzgebiet (Zone IIIA). Die Genehmigungsfähigkeit einer Grundwasserabsenkung ist derzeit noch offen.

Theoretisch kann alternativ zu einer Grundwasserabsenkung zur Herstellung des Durchlasses eine wasserdichte Baugrube ohne Grundwasserabsenkung ausgeführt werden. Wegen der geringen Absenkbeträge ist allerdings der Aufwand sehr groß. Die Herstellung der wasserdichten Baugrube würde unter Verwendung vertikaler (z.B. Spundwände, die wieder gezogen werden können) und horizontaler Dichtelemente erfolgen. In der Baugrube ist dann nur noch eine offene Restwasserhaltung zu betreiben.



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 57

03.04.2010

Das mit seiner Längsachse in etwa parallel zur Grundwasserfließrichtung verlaufende Bauwerk wird daher nur ein untergeordnetes Strömungshindernis darstellen. Eine nennenswerte Beeinträchtigung der natürlichen Grundwasserverhältnisse ist somit nicht zu besorgen

### 5.3.19 Durchlass Schneidlache, km 66,49

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 101,12 m NHN für den Endzustand, bzw. 100,62 m NHN für den Bauzustand anzusetzen. Bei einer Grundwasserabsenkung ergibt sich für den Bauzustand eine maximale Absenkung des Grundwassers von ca. 0,52 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle,

Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen (DN 500) würde bei Zugrundelegung der Abmessungen der Baugruben bei einer abschnittswisen Herstellung (ca. 2 x 13,5 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (3 m), dem Absenkbetrag von ca. 0,52 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  überschläglich Wassermengen von jeweils ca. 15 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 35 m und würde nur zu einer regional begrenzten Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen. Allerdings liegt der geplante Durchlass im Wasserschutzgebiet (Zone IIIA). Wegen der marginalen Auswirkungen (geringe Wassermengen und geringe Reichweiten) wird die Genehmigungsfähigkeit einer Grundwasserabsenkung nicht grundsätzlich in Frage gestellt.

Es ist zu berücksichtigen, dass der Bemessungswasserstand Bauzustand schon große Sicherheiten beinhaltet, die im Hinblick auf sehr hohe Wasserstände bei langanhaltenden ergiebigen Niederschlagsperioden gerechtfertigt sind. Bei günstigeren Witterungsverhältnissen wird das Grundwasser tiefer anstehen, so dass gar keine Grundwasserabsenkung erforderlich ist. Im Hinblick auf die Wasserschutzzone IIIa sollte der Ausführungszeitraum dem entsprechend optimiert werden.

Theoretisch kann alternativ zu einer Grundwasserabsenkung zur Herstellung des Durchlasses eine wasserdichte Baugrube ohne Grundwasserabsenkung ausgeführt werden. Wegen der geringen Absenkbeträge ist allerdings der Aufwand unverhältnismäßig groß. Die Herstellung der wasserdichten Baugrube würde unter Verwendung vertikaler (z.B. Spundwände, die wieder gezogen wer-





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 58

03.04.2010

den können) und horizontaler Dichtelemente erfolgen. In der Baugrube ist dann nur noch eine offene Restwasserhaltung zu betreiben.

Eine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist nicht zu besorgen.

### **5.3.20 Station Wilhelmsbad, km 67,20**

Abgesehen von den Zugängen zur Burgallee sind keine temporären Eingriffe in das Grundwasser vorgesehen.

### **5.3.21 EÜ Burgallee, km 67,21**

Für den Bauzustand würde sich bei Ausführung des Bauwerks mit einer Grundwasserabsenkung eine maximale Absenkung von ca. 6,6 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle ergeben. Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würde bei Zugrundelegung der Abmessungen der gesamten Baugrube (ca. 130,0 x 24,0 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (6,6 m) und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von ca.  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  überschläglich Wassermassen von ca. 480 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Eine entsprechend dimensionierte Ableitung zu einer geeigneten Vorflut müsste geschaffen werden. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 630 m und würde zu einer weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Es wird daher empfohlen das Bauwerk im Schutze einer wasserdichten Baugrube mit Unterwasserbetonsohle herzustellen. Das mit seiner Längsachse in etwa parallel zur Grundwasserfließrichtung verlaufende Bauwerk wird somit ein Strömungshindernis von nur ca. 24 m Breite darstellen. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist somit nicht zu besorgen.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 59

03.04.2010

### 5.3.22 SÜ L 3268 / Maintaler Straße, km 67,62

Die voraussichtliche Gründungssohle liegt mit ca. 99,9 m NHN ca. 0,85 m unter dem bauzeitigen Wasserspiegel. Die erforderliche (bauzeitige) Absenktiefe ist wegen des Sicherheitszuschlags von 0,5 m unter der Gründungssohle mit einem Betrag von bis zu 1,35 m unter bauzeitigen Bemessungswasserstand noch größer. Da sich das Bauwerk aber in der Trinkwasserschutzzone II befindet, ist eine bauzeitige Grundwasserabsenkung voraussichtlich nicht genehmigungsfähig.

Daher kann die Herstellung des Bauwerks nur mit einer wasserdichten Baugrube ohne Grundwasserabsenkung ausgeführt werden. Die Herstellung der wasserdichten Baugrube erfolgt unter Verwendung vertikaler (z.B. Spundwände, die wieder gezogen werden) und horizontaler Dichtelemente. Innerhalb der Baugrube ist eine offene Wasserhaltung zur Fassung von Restwasser und Niederschlagswasser notwendig. Der Aquifer wird bei der geschlossenen Baugrube zwar vollständig abgesperrt. Da aber die Widerlager für das Bauwerk nur kleine Grundflächen von wenigen 10er Quadratmetern haben, werden sich keine durch die Absperrung des Aquifers einstellenden Aufstaubeträge einstellen. Eine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist bei einer geschlossenen Bauweise somit nicht zu besorgen.

### 5.3.23 EÜ Frankfurter Landstraße, km 68,24

Für den Bauzustand würde sich bei Ausführung des Bauwerks mit einer Grundwasserabsenkung eine maximale Absenkung von ca. 6,0 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle ergeben. Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würde bei Zugrundelegung der Abmessungen der gesamten Baugrube (ca. 170,0 x 36,0 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (6,0 m) und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von ca.  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  überschläglich Wassermassen von ca. 630 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Eine entsprechend dimensionierte Ableitung zu einer geeigneten Vorflut müsste geschaffen werden. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 570 m und würde zu einer weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 60

03.04.2010

Es wird daher empfohlen das Bauwerk im Schutze einer wasserdichten Baugrube mit Unterwasserbetonsohle herzustellen. Das mit seiner Längsachse in etwa parallel zur Grundwasserfließrichtung verlaufende Bauwerk wird somit ein Strömungshindernis von nur ca. 36 m darstellen. Eine nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserströmung ist somit nicht zu besorgen.

#### 5.3.24 Stützwand, km 68,55 – 68,7

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 101,25 m NHN für den Endzustand, bzw. 100,75 m NHN für den Bauzustand anzusetzen.

Wenn eine Grundwasserabsenkung geplant werden sollte, ergibt sich für den Bauzustand daraus eine maximale Absenkung des Grundwassers für die Flachgründung von ca. 0,33 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle. Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würde bei Zugrundelegung der Abmessungen der Baugrube (ca. 2,0 x 87,0 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (2 m), dem Absenkbetrag von ca. 0,33 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  überschläglich Wassermengen von ca. 32 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 31 m und würde nur zu einer untergeordneten Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Der bauzeitliche Bemessungswasserstand beinhaltet bereits Sicherheiten. Da die Gründung planmäßig noch 0,17 m über dem bauzeitlichen Bemessungswasserstand liegt, ist ggf. auch gar keine Wasserhaltung erforderlich. In diesem Falle ergäben sich keine bauzeitlichen Auswirkungen auf die Grundwasserhältnisse.

#### 5.3.25 EÜ Salisweg, km 68,65

Der Grundwasserhöchststand ist für das Bauwerk mit 101,25 m NHN für den Endzustand, bzw. 100,75 m NHN für den Bauzustand anzugeben. Für den Bauzustand ergibt sich daraus eine maximale Absenkung des Grundwassers von ca. 6,0 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 61

05.04.2010

der Baugrubensohle. Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würde bei Zugrundelegung der Abmessungen der gesamten Baugrube von ca. 210,0 x 21,0 m, der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (6,0 m) und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  m/s überschläglich Wassermengen von ca. 550 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 570 m und würde zu einer erheblichen, weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Wahrscheinlich kann daher nur die Alternative „Wasserdichte Baugrube“ ausgeführt werden. Hierbei ist zur Herstellung des Bauwerks eine wasserdichte Baugrube ohne Grundwasserabsenkung auszuführen. Die Herstellung der wasserdichten Baugrube erfolgt unter Verwendung vertikaler und horizontaler Dichtelemente. Innerhalb der Baugrube ist eine offene Wasserhaltung zur Fassung von Restwasser und Niederschlagswasser notwendig. Der Aquifer wird bei der geschlossenen Baugrube zwar vollständig abgesperrt. Da das Bauwerk aber mit seiner Längserstreckung etwa spitzwinklig zur Fließrichtung liegen wird, werden die sich durch die Absperrung des Aquifers einstellenden Aufstaubeträge nur im cm-Bereich bewegen. Eine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist bei einer geschlossenen Bauweise somit nicht zu besorgen.

### 5.3.26 EÜ Salisbach, km 68,92

Es ist geplant, die Baugrube mit wasserdichten Verbauwänden und ggf. einer Unterwasserbetonsohle o.ä. zu errichten. Eine Wasserhaltung führt wegen der hohen Durchlässigkeiten zu großen Wassermengen und Reichweiten. Bei der geschlossenen Baugrube fällt bis auf das Lenzen der Baugrube und das Vorhalten einer offenen Wasserhaltung für Sicker-, Tag- und Restwasser keine weitere Wasserhaltung an. Als vertikales Abdichtungselement sind Spundwände geplant. Sie werden nach Abschluss der Arbeiten wieder gezogen und stellen dann kein Fließhindernis mehr dar. Andere Bauverfahren wie z.B. Dichtwände oder Bohrpfehlwände sind auch nach Bauende noch als Hindernis im Aquifer zu sehen. Wegen der geringen Abmessungen der Widerlagerbaugruben und deren Lage (Längsrichtung mehr oder weniger parallel zur Grundwasserfließrichtung) ist aber auch dann eine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse bei der geschlossenen Bauweise nicht zu besorgen.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 62

05.04.2010

### 5.3.27 EÜ Kinzig, km 69,17

Es ist geplant, die Baugrube mit wasserdichten Verbauwänden und einer Unterwasserbetonsohle o.ä. zu errichten. Eine Wasserhaltung führt wegen der hohen Durchlässigkeiten zu großen Wassermengen und Reichweiten. Die Absenkung hat schädliche Auswirkungen auf die Nachbarbauwerke. Bei der geschlossenen Baugrube fällt bis auf das Lenzen der Baugrube und das Vorhalten einer offenen Wasserhaltung für Sicker-, Tag- und Restwasser keine weitere Wasserhaltung an. Eine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist bei einer geschlossenen Bauweise somit nicht zu besorgen.

### 5.3.28 EÜ Philippsruher Allee / Bahnsteigzugang, km 69,45

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 101,25 m NHN für den Endzustand, bzw. 100,75 m NHN für den Bauzustand anzusetzen. Bei einer Grundwasserabsenkung ergibt sich für den Bauzustand eine maximale Absenkung des Grundwassers von ca. 3,25 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle.

Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würden bei Zugrundelegung der Abmessungen der gesamten Baugrube (ca. 41,0 x 11,0 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (5 m), dem Absenkbetrag von ca. 3,25 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  überschläglich Wassermengen von ca. 85 m³/h zutage gefördert. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 300 m und würde zu einer weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Ggf. ist es geplant, die Baugrube mit wasserdichten Verbauwänden und einer Unterwasserbetonsohle o.ä. zu errichten. Bei der geschlossenen Baugrube fällt bis auf das Lenzen der Baugrube und das Vorhalten einer offenen Wasserhaltung für Sicker-, Tag- und Restwasser keine weitere Wasserhaltung an. Eine nennenswerte bauzeitliche Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse ist bei einer geschlossenen Bauweise somit nicht zu besorgen.



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 63

08.04.2010

### 5.3.29 Station Hanau West, km 69,30

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk mit 101,25 m NHN für den Endzustand, bzw. 100,75 m NHN für den Bauzustand anzusetzen. Für die Herstellung des Bahnsteigs ist keine Grundwasserabsenkung notwendig.

Für die Herstellung des Zugangsbauwerks ist eine Grundwasserabsenkung erforderlich. Für den Bauzustand ergibt sich eine maximale Absenkung des Grundwassers von ca. 3,29 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle (Aushubsohle ca. 97,96 m NHN). Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würden bei Zugrundelegung der Abmessungen der Baugrube von ca. 9 x 25 m, der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (6 m), dem Absenkbetrag von ca. 3,29 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$  überschlägig Wassermengen von ca. 100 m<sup>3</sup>/h zutage gefördert. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 310 m und würde zu einer weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Empfohlen wird zur Herstellung des Bauwerks eine wasserdichte Baugrube ohne Grundwasserabsenkung. Die Herstellung der wasserdichten Baugrube erfolgt unter Verwendung vertikaler und horizontaler Dichtelemente. Wenn die Baugrube wasserdicht z.B. mit einer Unterwasserbetonsohle hergestellt wird, ist nur eine offene Restwasserhaltung in der Baugrube zu betreiben. In diesem Falle sind praktisch keine bauzeitlichen ungünstigen Einwirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu besorgen.

### 5.3.30 Hanau Hbf, km 71,17 – 71,57

Die Grundwasserhöchststände sind mit 101,0 m NHN für den Endzustand, bzw. 100,5 m NHN für den Bauzustand anzusetzen. Wenn eine Grundwasserabsenkung zur Herstellung der Zugangsbauwerke geplant werden sollte, ergibt sich für den Bauzustand daraus eine maximale Absenkung des Grundwassers von ca. 3,05 m inkl. Sicherheitsabstand von 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle (Aushubsohle ca. 97,34 m NHN).





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 64

05.04.2010

Bei einer konventionellen Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen würden bei Zugrundelegung der Abmessungen der Baugrube für ein Zugangsbauwerk (ca. 17,0 x 22,0 m), der erforderlichen Eintauchtiefe in das Grundwasser (10 m), dem Absenkbetrag von ca. 3,55 m und dem anzusetzenden Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-4}$  überschläglich Wassermengen von ca. 27 m<sup>3</sup>/h gefördert. Die sich einstellende Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt etwa 110 m und würde zu einer relativ weitreichenden Beeinflussung des Baugrubenumfeldes führen.

Alternativ hierzu kann zur Herstellung der Zugangsbauwerke eine wasserdichte Baugrube ohne Grundwasserabsenkung ausgeführt werden. Die Herstellung der wasserdichten Baugrube erfolgt unter Verwendung vertikaler und horizontaler Dichtelemente. Wenn die Baugrube wasserdicht z.B. mit einer Unterwasserbetonsohle hergestellt wird, ist eine offene Restwasserhaltung in der Baugrube zu betreiben. In diesem Falle sind praktisch keine bauzeitlichen ungünstigen Einwirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu besorgen.

## 5.4 Strecke

### 5.4.1 Dauerhafte Auswirkungen der Streckenbauwerks auf das Grundwasser

Die neue Strecke selber wird in Geländegleichlagen und in Dammlagen, in untergeordneten Trassenabschnitten auch in meist flachen Einschnitten geführt. Grundsätzlich ist unter OK Gleis bis in 1,1 m Tiefe ein Unterbau für die Strecke nach Ril vorgesehen. Dieser Unterbau liegt generell über dem Bemessungswasserstand Endzustand.

Aufgrund der tlw. wenig tragfähigen Böden im Untergrund muss lokal eine Baugrundverbesserung durchgeführt werden. Im Regelfall handelt es sich dabei um einen Bodenaustausch bis max. 2 m Tiefe unter dem Erdplanum. Nicht ausreichend tragfähige organische und bindige Böden (z.B. Schichten I.1 – bindige Auffüllungen, I.2a – Füllung der Flusssaltläufe, I.2b – Auesedimente/ Hochflutlehm, tlw. I.3 – Flugsand) werden dabei in offener Baugrube ausgekoffert und gegen tragfähigen Austauschboden (inerte rollige bis gemischtkörnige, verdichtungsfähige Böden wie z.B. Sand, Kies, Schotter o.ä.) ausgetauscht.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 65

03.04.2010

Der geplante Bodenaustausch liegt im Regelfall über dem Bemessungswasserstand Bauzustand und meist auch über dem Bemessungswasserstand Endzustand. Nur bereichsweise muss der Bodenaustausch auch unter dem Bemessungswasserstand Bauzustand hergestellt werden – hier kann dann eine Wasserhaltung erforderlich werden.

In kurzen Teilabschnitten, in denen nicht tragfähige Böden bis in größere Tiefen anstehen, muss bis max. 6 m Tiefe unter Erdplanum eine Bodenverbesserung durchgeführt werden. Diese kann wegen der großen Tiefen nicht mehr nach obiger Vorgehensweise ausgeführt werden. Zum einen reichen die Maßnahmen dann in jedem Fall z.T. tief in das Grundwasser, zum anderen werden die auszutauschenden Massen sehr groß. Daher werden in diesen Abschnitten zementverfestigte / vermörtelte Rüttelsäulen hergestellt. Dabei handelt es sich um den Einbau von tragfähigen Material, als Sand-, Kies oder Schottersäule, die mit einer Zementzugabe verfestigt werden.

Aus der nachfolgenden Tabelle 5.4.1-1 geht ein Überblick über die empfohlenen Verbesserungsmaßnahmen im Bereich der Strecke hervor

Strecke 3660		Strecke 3685		Baugrundverbesserung bis in eine Tiefe von [m u. EPL]	Verbesserungsmaßnahme
von [km]	bis [km]	von [km]	bis [km]		
2,840	3,080	54,245	54,485	0,5	Bodenaustausch nur in Schicht I.2b
3,745	3,995	55,150	55,400	bis zu 1,0 m u. GOF	Bodenaustausch, nur erforder- lich wenn Dammlage < 2,5 m über ursprünglicher GOF
4,750	5,260	56,160	56,660	0,5	Bodenaustausch
5,850	5,895	57,255	57,300	0,7	Bodenverbesserung 40 cm + 30 cm Schutzschicht
6,075	6,100	57,480	57,505	0,75	Bodenaustausch 1)
6,100	6,275	57,505	57,680	0,4	Bodenaustausch 1)
6,595	6,720	58,000	58,125	0,7	Bodenverbesserung 40 cm + 30 cm Schutzschicht



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 66

08.04.2010

Strecke 3660		Strecke 3685		Baugrundverbesserung bis in eine Tiefe von [m u. EPL]	Verbesserungsmaßnahme
von [km]	bis [km]	von [km]	bis [km]		
6,945	7,075	58,350	58,480	0,7	Bodenverbesserung 40 cm + 30 cm Schutzschicht
7,195	7,665	58,600	59,070	0,5	Bodenaustausch
7,995	8,050	59,400	59,455	0,5	Bodenaustausch 2)
7,995	8,050	59,400	59,455	0,7	Bodenverbesserung 40 cm + 30 cm Schutzschicht 1)
8,050	8,675	59,455	60,080	0,7	Bodenverbesserung 40 cm + 30 cm Schutzschicht
8,675	9,295	60,080	60,700	0,5	Bodenaustausch
10,295	10,765	61,700	62,170	bis ca. 6,0	Geokunststoffummantelte Bodensäulen
11,345	12,095	62,750	63,500	-	Vorkonsolidation 6 Monate (Dambereich)
12,325	12,775	63,730	64,180	0,7	Bodenverbesserung 40 cm + 30 cm Schutzschicht
12,775	13,195	64,180	64,600	1,0	Bodenverbesserung 70 cm + 30 cm Schutzschicht
13,195	13,655	64,600	65,060	0,75	Bodenaustausch
14,875	15,215	66,230	66,620	0,75	Bodenaustausch 2)
15,495	15,955	66,900	67,360	0,7	Bodenverbesserung 40 cm + 30 cm Schutzschicht
15,955	16,295	67,360	67,700	1,0	Bodenverbesserung 70 cm + 30 cm Schutzschicht
16,295	16,780	67,700	68,185	0,6	Bodenaustausch
17,065	17,825	68,465	69,230	-	Bauwerksanschluss gemäß Ril 836





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 67

08.04.2010

Strecke 3660		Strecke 3685		Baugrundverbesserung bis in eine Tiefe von [m u. EPL]	Verbesserungsmaßnahme
von [km]	bis [km]	von [km]	bis [km]		
17,800	17,965	69,205	69,370	-	Dammaufbau auf rolligen, gut verdichtbaren Material, an der Dammbasis (ca. 101,0 m NN) 2 Lagen Geo- gitter im Abstand von 0,3 m
17,965	18,675	69,370	70,080	0,7	Bodenverbesserung 40 cm + 30 cm Schutzschicht
18,675	18,915	70,080	70,320	0,5	Bodenaustausch 2)

1) nur für Strecke 3660, 2) nur für Strecke 3685

**Tabelle 5.4.1-1:** Empfehlung zur Baugrundverbesserung

Wie vor beschrieben, reicht der geplante Bodenaustausch tlw. bis in das Grundwasser. Die entsprechenden Abschnitte sind in der nachfolgenden Tabelle 5.4.1.2 zusammengestellt. Weiterhin angegeben ist, wie groß die erforderlichen Absenkbeträge – bezogen auf den Bemessungswasserstand Bauzustand – sein werden und in welcher Schichteinheit die Absenkung durchgeführt werden muss. Für die Ermittlung des Absenkbetrags wurde ein Sicherheitsabstand von 0,5 m zwischen Aushubsohle und bauzeitigem Bemessungswasserstand berücksichtigt.

von [km]	bis [km]	Länge ca. [m]	erforderliche Absenkung [m]	Schichteinheit
55,15	55,18	30	0,8 – 1,0	I.4
66,28	66,62 <sup>1)</sup>	340	0,2 – 0,5	I.4
67,35	67,70	340	0,3 – 0,6	I.4

1) Abschnitt liegt im Wasserschutzgebiet WSZ III

**Tabelle 5.4.2-1:** Abschnitte, in denen eine Grundwasserabsenkung auf freier Strecke erforderlich wird.



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 68

08.04.2010

Nach Tabelle 5.4.2-1 sind die Trassenabschnitte, auf denen zur Herstellung der Strecke eine Wasserhaltung erforderlich werden kann, mit insgesamt ca. 710 m kurz. Es handelt sich dabei um ca. 4 % der Gesamttrasse von ca. 17,6 km. Auf den ca. 710 m wird – wie vorbeschrieben – der nicht ausreichende tragfähige bindige und / oder organische **Boden** gegen tragfähigen Sand, Kies oder Schotter (kein Gleisschotter) **ausgetauscht**. Da dieses Material eine größere Durchlässigkeit, als der anstehende Boden aufweist, wird sich aufgrund dessen kein Grundwasseraufstau einstellen. Die natürlichen Grundwasserverhältnisse bleiben praktisch unverändert, lediglich die Deckschichten werden reduziert oder ausgekoffert. Das einzubauende Material muss chemisch unbedenklich sein – dies ist bei natürlichen Erdbaustoffen i.d.R. gegeben. Im Einzelfall ist die Unbedenklichkeit anhand chemischer Analysen nachzuweisen. Eine nennenswerte negative Auswirkung des Streckenbauwerks auf den Aquifer und die natürlichen Grundwasserverhältnisse kann somit ausgeschlossen werden.

In den Streckenabschnitten von km 66,02 bis 67,60 und von 67,85 bis 68,50, welche in der **Wasserschutzzone (WSG III)** geführt werden, liegt die Gradiente der Strecke mindestens 1,35 m über dem Bemessungswasserspiegel Endzustand. D.h. auch das Erdplanum liegt mindestens 0,25 m über dem Bemessungswasserspiegel Endzustand. In dem Streckenabschnitt zwischen km 66,28 bis 66,62 sind allerdings Baugrundverbesserungsmaßnahmen vorgesehen. Das bedeutet, dass auf ca. 320 m Länge innerhalb der Wasserschutzzone ein Bodenaustausch bis maximal 0,75 m unter Planum und somit bis ca. 1,9 m unter Schienenoberkante (SO) vorgesehen ist. Der Bodenaustausch reicht somit bis in das Grundwasser. Aus Vorsorgegründen dürfen in diesem Bereich nur natürliche Materialien ohne chemische Verunreinigungen (LAGA Z 0) eingebaut werden. Es ist vorgesehen ein abgestuftes, rolliges Korngemisch aus Sanden und Kiesen einzubauen, das sich in der Durchlässigkeit nicht wesentlich von den natürlich anstehenden Sanden und Kiesen der Mainterrasse unterscheidet. Die Strömungsverhältnisse werden daher dauerhaft nicht beeinträchtigt. Es erfolgt somit kein dauerhafter Eingriff in das Grundwasser. Eine Auswirkung des Streckenbauwerks auf den Aquifer und den Grundwasserabfluss kann somit ausgeschlossen werden.

In den Trassenabschnitten, in denen die Baugrundverbesserung über **zementverfestigte Rüttelsäulen** realisiert werden soll, ist keine Grundwasserabsenkung erforderlich. Hier werden von der Geländeoberkante aus punktuell Säulen aus tragfähigen Böden in den anstehenden, nicht ausreichend tragfähigen bindigen und organischen Böden hergestellt. Bei dieser punktuellen Baugrund-





verbesserung ist praktisch kein Grundwasseraufstau zu prognostizieren (siehe [U 19]). Die natürlichen Grundwasserverhältnisse bleiben praktisch unverändert, lediglich die Deckschichten werden reduziert oder punktuell durchörtert. Das einzubauende Material muss chemisch unbedenklich sein. Im Einzelfall ist die Unbedenklichkeit anhand chemischer Analysen nachzuweisen. Eine nennenswerte negative Auswirkung des Streckenbauwerks auf den Aquifer und die natürlichen Grundwasserverhältnisse kann somit ausgeschlossen werden.

#### 5.4.2 Temporäre Auswirkungen des Streckenbauwerks auf das Grundwasser

In der nachfolgenden Tabelle 5.4.2-1 sind die Wassermengen und Reichweiten der Grundwasserabsenkung in den Abschnitten zusammengestellt, in diese auf der freien Strecke wegen dem Einbau des hier bautechnisch notwendigen Bodenanstausches erforderlich ist.

von [km]	bis [km]	Länge ca. [m]	Schicht- einheit	angesetzter $k_f$ -Wert [m/s]	Zufluss je 100 m [m <sup>3</sup> /h]	gesamter Zufluss [m <sup>3</sup> /h]	Reichwei- te [m]
55,15	55,18	30	1.4	$1 \cdot 10^{-3}$	73	22	95
66,28	66,62 <sup>1)</sup>	340	1.4	$1 \cdot 10^{-3}$	54	184	33
67,36	67,70	340	1.4	$1 \cdot 10^{-3}$	58	197	43

1) Abschnitt liegt im Wasserschutzgebiet WSZ III

**Tabelle 5.4.2-1:** Wassermengen und Reichweiten in den Abschnitten mit Grundwasserabsenkung auf freier Strecke

Nach der Tabelle 5.4.2-1 sind die zufließenden Wassermengen insgesamt eher als gering zu bewerten. Die maximale Absenkung überschreitet 1 m nicht - bezogen auf den Bemessungswasserstand Bauzustand. Da dieser Bemessungswasserstand schon Sicherheitszuschläge beinhaltet, ist davon auszugehen, dass die tatsächlich geförderten Wassermengen noch unter denen in Tabelle 5.4.2-1 angegeben Werten liegen werden.



Die rechnerischen Reichweiten der Absenkung sind mit Werten zwischen ca. 30 m und 95 m eher als gering zu bewerten, zumal die Absenkkurve asymptotisch verläuft. Das heißt, dass bereits nach ca. 1/3 des Absenkradius sich nur noch ca. 1/3 des Absenkbetrags einstellen wird. Der temporäre Eingriff in das Grundwasser ist somit insgesamt als gering zu bewerten. Schäden an der Vegetation sind wegen der kurzen Bauzeiten der einzelnen Abschnitte von ca. 1 bis 2 Wochen auszuschließen.

Zum Einbau des Bodenaustausches ist im Streckenabschnitt zwischen km 66,02 und 67,60, innerhalb des Wasserschutzgebietes in der WSZ III zwischen km 66,28 und 66,62 ein temporärer Eingriff in das Grundwasser erforderlich. Es ist vorgesehen, dass Grundwasser auf Basis des bauzeitigen Bemessungswasserspiegels um bis zu ca. 0,5 m temporär abzusenken. Wegen der insgesamt als gering einzustufenden Wassermengen und den geringen Reichweiten ist der temporäre Eingriff in das Grundwasser somit insgesamt als gering zu bewerten. Schädliche Auswirkungen auf die Wasserförderung sind auszuschließen. Die Eingriffe müssen dennoch genehmigt werden.

#### 5.4.3 Möglichkeiten der Niederschlagswasserversickerung

Zur Entwässerung sind seitliche Randgräben an der Bahnstrecke i. d. R. ausreichend. In weiten Bereichen der geplanten Strecke sind aufgrund der großen Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten Randgräben ausreichend, aus denen das anfallende Niederschlagswasser versickern kann. Die Durchlässigkeiten liegen hier zwischen etwa  $k_f = 1 \times 10^{-5}$  und  $1 \times 10^{-3}$  m/s. In einigen Bereichen stehen aber oberflächennah und bis in Höhe des Erdplanums bindige Böden mit geringer Durchlässigkeit mit Durchlässigkeitsbeiwerten  $k_f < 1 \times 10^{-7}$  m/s an, so dass eine konzentrierte Versickerung über die Randgräben nicht mehr möglich ist.

In diesen Bereichen wird empfohlen, das anfallende Oberflächenwasser zu sammeln und über Versickerungsgräben, Versickerungsschlitze, Versickerungsbohrungen oder Versickerungsbecken gemäß Ril 836.4602 zu versickern. In Tabelle 5.4.3-1 ist die Versickerungsfähigkeit des natürlichen Untergrunds trassenbezogen zusammengestellt. In den Bereichen mit geringer Untergrunddurchlässigkeit wird empfohlen, das anfallende Oberflächenwasser über Randgräben zu fassen und zu einer konzentrierten Versickerungsanlage zu leiten oder einer geeigneten Vorflut zuzuführen.





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 71

08.04.2010

In der Tabelle 5.4.3-1 ist eine Gegenüberstellung der vorhandenen Bodenverhältnisse und der bautechnisch geplanten Versickerungsanlagen enthalten.

von km	bis km	Versickerungsfähigkeit des Baugrunds	Maßnahme
54,31	54,48	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Dammböschung
54,48	55,40	nicht versickerungsfähig	Dammbereich, Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Versickerungsanlage
55,40	56,92	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung
56,92	57,30	noch versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Sickeranlage
57,30	57,48	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung
57,48	57,68	noch versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Sickeranlage
57,68	58,00	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung
58,00	58,48	nicht versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Sickeranlage
58,48	58,60	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung
58,60	59,07	nicht versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Sickeranlage
59,07	59,40	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung
59,40	60,48	nicht versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Versickerungsanlage
60,48	60,70	Auffüllungen, noch versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Sickeranlage empfohlen; flächige Versickerung möglich aber nicht empfohlen
60,70	61,43	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung
61,43	61,70	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 72

05.04.2010

von km	bis km	Versickerungsfähigkeit des Baugrunds	Maßnahme
61,70	62,17	Auffüllungen, noch versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Sickeranlage
62,17	62,75	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben
62,75	63,50	nicht versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Versickerungsanlage
63,50	63,73	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung
63,73	64,20	nicht versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Versickerungsanlage
64,20	65,06	weitgehend versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben
65,06	66,02	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung
66,02	66,28	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung; Lage in WSG IIIA, wasserrechtliche Genehmigung erforderlich
66,28	66,62	gut versickerungsfähig	anstehender schwach durchlässiger Auelehm wird durch versickerungsfähigen Austauschboden ersetzt; flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung; Lage in WSG IIIA, wasserrechtliche Genehmigung erforderlich
66,62	67,60	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung; Lage in WSG IIIA, wasserrechtliche Genehmigung erforderlich
67,60	67,85	-	aufgrund der Lage im WSG II wird eine Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Versickerungsanlage außerhalb WSG empfohlen
67,85	67,90	gut versickerungsfähig	anstehender schwach durchlässiger Auelehm wird durch versickerungsfähigen Austauschboden ersetzt; flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung; Lage in WSG IIIA, wasserrechtliche Genehmigung erforderlich
67,90	68,50	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung; Lage in WSG IIIA, wasserrechtliche Genehmigung erforderlich
68,50	69,01	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung





von km	bis km	Versickerungsfähigkeit des Baugrunds	Maßnahme
69,01	69,49	nicht versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Versickerungsanlage
69,49	70,32	noch versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben
70,32	70,50	gut versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben oder Randböschung
70,50	70,90	noch versickerungsfähig	flächige Versickerung über Randgräben
70,90	71,90	nicht versickerungsfähig	Fassung über Randgräben und konzentrierte Versickerung über Versickerungsanlage

**Tabelle 5.4.3-1:** Versickerungsmöglichkeit für Oberflächenwässer

Für **Versickerungsanlagen** ist nach Ril 836.4602 ein Abstand der UK Versickerungsanlage zum **mittleren höchsten Grundwasserstand** von 1,5 m einzuhalten. Nach Rücksprache mit dem RP Darmstadt (Herrn Moser, Grundwasser/Wasserversorgung und Herrn Teger, Abwasser) am 27.05.2009 ist festzustellen, dass der Begriff „mittlerer höchster Grundwasserstand“, den die Ril 836 sowie das DWA-Arbeitsblatt DWA-A 138 verwendet, nicht definiert ist. Nach Aussage des RP's bedarf es hier einer einzelfallbezogenen Festlegung, da bei den meisten Bauvorhaben in der Regel keine langandauernden Messreihen zur Festlegung vorliegen. Für die NMS wurde empfohlen den höchsten Wasserstand der bisherigen Messreihen der aktuellen Grundwassermesskampagne als auch der Messungen in den Jahren 1996 und 1997 zugrunde zu legen.

Der maßgebliche gemessene Wasserstand für die Planung der Versickerungsanlagen liegt somit ca. 1 – 5 Dezimeter unter dem bauzeitigen Bemessungswasserstand nach Tabelle 4.3-2 und ist Tabelle 5.4.3-2 für die beobachteten Grundwassermessstellen zu entnehmen. Dazwischen kann näherungsweise linear interpoliert werden.

Bezeichnung der Grundwasser- messstelle	Strecke 3685 [km]	höchster gemessener Grundwasserspiegel [m NHN]	GOF [m NHN]	Abstand GOF – GW [m]
BK/GWM 08/01	52,835	94,28	102,37	8,09
BK/GWM 08/03	53,240	93,59	98,05	4,46
BK/GWM 08/05	53,700	93,89	99,71	5,82
BK/GWM 08/07	53,815	94,10	99,87	5,77



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 74

03.04.2010

Bezeichnung der Grundwasser-messstelle	Strecke 3685 [km]	höchster gemessener Grundwasserspiegel [m NHN]	GOF [m NHN]	Abstand GOF – GW [m]
BK/GWM 08/12	53,915	94,13	99,82	5,70
BK/GWM 08/15	54,410	94,36	102,95	8,59
BK/GWM 08/15 (G)	54,475	94,30	102,94	8,64
BK/GWM 08/19	55,290	95,51	97,83	2,32
BK/GWM 08/24	56,510	96,01	98,95	2,94
BK/GWM 08/26	57,360	96,21	99,40	3,19
BK/GWM 08/28	57,969	96,60	99,65	3,05
BK 19 (G)	58,540	96,63	100,23	3,61
BK/GWM 08/36	59,440	96,65	100,89	4,29
BK/GWM 08/41	60,400	97,62	100,10	2,48
BK/GWM 08/46	61,550	98,38	101,64	3,26
BK 22 (G)	62,330	98,37	104,10	5,73
BK/GWM 08/62	64,450	98,94	101,76	2,82
BK/GWM 08/68	65,710	99,28	102,49	3,21
BK 26 (G)	66,030	100,14	102,77	2,33
BK/GWM 08 /72	66,525	100,35	101,52	<b>1,17</b>
BK/GWM 08/78	67,410	100,10	102,46	2,36
BK 27 (G)	67,640	100,1	103,30	3,20
BK/GWM 08/85	68,440	100,36	104,08	3,72
BK 30 (G) <sup>1)</sup>	68,900	99,77	100,33	<b>0,53</b>
BK/GWM 08/89	69,080	100,22	101,12	<b>0,90</b>
BK GWM 08/92	69,170	99,27	101,23	1,96
B 7	69,330	98,92	101,85	2,93
BK GWM 08/98	70,240	100,26	105,17	4,91

**Tabelle 5.4.3-2:** Maximal gemessene Wasserstände

Fast über die gesamte Trasse sind die nach Ril geforderten Flurabstände von  $\geq 1,5$  m gegeben. Unter Annahme einer Versickerung über Bahnseitengräben oder über flache Versickerungsbecken mit einer Tiefe von 0,5 m unter GOF und einem Abstand von 1,5 m von UK Seitengraben zum maßgeblichen Grundwasserstand ergibt sich somit ein Mindestabstand von 2,0 m zwischen GOF





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 75

03.04.2010

und maßgeblichen Grundwasserstand. Grundsätzlich würde sich hieraus eine Versickerungsmöglichkeit ergeben. Einschränkungen ergeben sich aber aus der tlw. fehlenden Sickerfähigkeit des Untergrunds (vgl. Tabelle 5.4.3-1).

Bezüglich der erforderlichen Flurabstände gibt es nur wenige Ausnahmen wie z.B. im Bereich von km 66,5 (Bachtal Schneidlache) und zwischen ca. km 68,90 und 69,20 (Talaue der Kinzig). Hier liegen die Flurabstände tlw. unter 1 m. In diesen Bereichen wird daher empfohlen, abweichend von den Angaben in Tabelle 5.4.2-1, eine Fassung der Niederschlagswassers in Randgräben vorzunehmen und in die vorhandenen Vorfluter Schneidlache bzw. Kinzig abzuleiten.

Zentrale Regenrückhaltesysteme mit Sammlung von Niederschlagswasser aus größeren Trassenabschnitten und anschließender Versickerung sind nur in Einzelfällen möglich. Dies beruht darauf, dass für die Herstellung solcher Systeme ausreichende Gefälleverhältnisse geschaffen werden müssten, die dann dazu führen, dass die zentralen Rückhalte- und Versickerungssysteme so tief in den Untergrund einbinden müssen, dass ausreichende Abstände zwischen UK Becken und Bemessungswasserstand nicht mehr gegeben sind. Dies muss dann im Einzelfall geprüft werden.

Die neue Strecke wird neben dem Bestand hergestellt. Die Entwässerung der neuen Strecke wird dabei tlw. zu den Bestandsgleisen hin erfolgen. Damit sind hier keine Möglichkeiten für die Versickerung in Randgräben mehr gegeben. Das Wasser muss zwischen den Gleisen gefasst werden und in hydraulisch sinnvollen Abständen unter den neuen Gleisen in die außenliegenden Randgräben abgeschlagen werden. Auch hier ist bei der Planung sicherzustellen, dass die erforderlichen Abstände der Versickerungsanlagen zum Bemessungswasserstand eingehalten werden.

Im Streckenabschnitt innerhalb des Wasserschutzgebietes WSZ III zwischen km 66,02 bis 67,60 und 67,85 bis 68,50 weist der anzusetzende gemessene maximale Grundwasserstand zur GOF in weiten Bereichen einen Abstand von mehr als 2,0 m auf.

Ein geodätisches Aufmaß der Geländeoberfläche entlang der Strecke liegt nicht vor, so dass derzeit nicht beurteilt werden kann, ob die Geländeoberfläche an der Strecke den diskreten Höheneinmessungen an den Grundwassermessstellen entspricht und in weiten Teilen ein hinrei-



chender Abstand gegeben ist. In den Teilbereichen, in denen der o.g. Abstand unterschritten sein sollte, ist das Niederschlagswasser über dichte Seitengräben zu fassen und entweder im freien Gefälle in eine Vorflut außerhalb des WSG einzuleiten oder zu heben und einer höher gelegenen Versickerungsanlage zuzuführen.

Um eine möglichst gute Reinigungswirkung bei der Versickerung zu erzielen, ist darauf zu achten, dass an der Sohle eine belebte Bodenzone angeordnet wird. Grundsätzlich wurde im Streckenabschnitt im WSG ein flächig vorhandener Mutterboden mit einer Stärke von 0,2 bis 0,4 m erkundet, die als belebte Bodenzone angesehen werden kann. Diese darf allerdings nicht dauerhaft eingestaut werden. Die weiträumig darunter anstehenden Sande und Kiese der Mainterrasse (Schicht I.4) weisen eine hohe Absorptionsfähigkeit und Reinigungswirkung auf, so dass der Baugrund als gut geeignet für eine Versickerungsanlage auch im Wasserschutzgebiet IIIA angesehen werden kann. Eine Genehmigung der zuständigen Wasserbehörde ist aber auf jeden Fall für die Errichtung einer Versickerungseinrichtung im Wasserschutzgebiet erforderlich.

Eine funktionierende Entwässerung für die gesamte Bahnstrecke nach Ril 836.4602 ist grundsätzlich herzustellen. Für die Dauerhaftigkeit der Entwässerung ist eine regelmäßige Wartung derselben erforderlich. Die Gräben sind von Bewuchs freizuhalten und regelmäßig mittels Bagger zu beräumen, damit die Versickerungsleistung langfristig sichergestellt werden kann.

In den Abschnitten wo im Untergrund keine ausreichend Versickerungsmöglichkeit besteht, muss das Wasser gefasst werden und – sofern von den Gefälleverhältnissen her möglich – zu zentralen Versickerungsbecken mit durchlässigem Untergrund geleitet werden oder es ist in die Kanalisation einzuleiten.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Nach den vorliegenden Unterlagen sowie der aktuellen Erkundung lassen sich im Bereich der geplanten S-Bahn-Strecke im Wesentlichen zwei Grundwasserstockwerke unterscheiden. Das Obere wird aus den anstehenden quartären Sedimenten der Mainterrassen gebildet. Das untere tertiäre





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 77

08.04.2010

Grundwasserstockwerk besteht aus weitgehend verkarsteten Sedimentationsfolgen. Es ergeben sich dadurch bereichsweise stark wechselnden Durchlässigkeiten mit erhöhten Wasserwegsamkeiten entlang von Kluft- und Störungsflächen.

Zwischen den einzelnen Grundwasserleitern sind bereichsweise bindige, wasserstauende Schichten eingelagert. Die beiden Grundwasserleiter stehen trotzdem hydraulisch in Verbindung. Im unteren Grundwasserleiter kann das Grundwasser subartesisch gespannt sein. In den quartären Sedimenten und auch in den Auffüllungen können einzelne schwebende Grundwasserhorizonte vorkommen (siehe Kapitel 2.2).

Im Bereich der Strecke wurden zahlreiche Versuche zur Ermittlungen der Untergrunddurchlässigkeit durchgeführt (vgl. Kapitel 3.2). Die relevanten horizontalen Durchlässigkeiten des Quartärs liegen zwischen ca.  $k_f = 1 \times 10^{-7}$  m/s und  $1 \times 10^{-2}$  m/s und die des Tertiärs liegen zwischen ca.  $k_f = 1 \times 10^{-5}$  m/s und  $5 \times 10^{-3}$  m/s. Im Tertiär sind im Bereich verkarsteter Klüfte auch höhere Durchlässigkeiten möglich. Die vertikale Durchlässigkeit ist im Tertiär wesentlich geringer als die horizontale Durchlässigkeit anzunehmen. Die generelle Grundwasserfließrichtung ist zum Main hin gerichtet, der hier den Vorfluter bildet. Der Einfluss des Mains auf den Grundwasserstand ist allerdings zeitlich versetzt und gedämpft (siehe Kapitel 4.1).

Zur Ermittlung von Bemessungswasserständen wurden die im Rahmen der Untersuchung durchgeführten Grundwasserstandsmessungen anhand langjähriger Zeitreihen von Grundwasserständen und Niederschlagsdaten bewertet. Die Festlegung der Bemessungswasserstände für End- und Bauzustand findet sich in Kapitel 4.3. Es wird empfohlen die Entwicklung der Wasserstände weiter zu beobachten, um die Bemessungswasserstände fortzuschreiben. Insbesondere sind die Auswirkungen aus Baumaßnahmen zu beachten.

Die Trassenabschnitte, auf denen zur Herstellung der Strecke eine Wasserhaltung erforderlich werden kann, sind mit insgesamt ca. 710 m kurz. Es handelt sich dabei um ca. 4 % der Gesamttrasse von ca. 17,6 km. Auf den ca. 710 m ist der Austausch von nicht ausreichend tragfähigen bindige und / oder organische Böden gegen tragfähiges Material erforderlich. Die zu fördernden Wassermengen sind klein und rechnerischen Reichweiten der Absenkung sind mit Werten zwischen ca. 30 m und 95 m eher als gering zu bewerten. Der temporäre Eingriff in das Grundwasser



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 78

08.04.2010

ist somit insgesamt als gering zu bewerten. Schäden an Vegetation sind wegen der kurzen Bauzeiten der einzelnen Abschnitte von ca. 1 bis 2 Wochen auszuschließen. Eine Genehmigung im Rahmen der Planfeststellung ist erforderlich.

Zum Einbau des Bodenaustausches ist im Streckenabschnitt zwischen km 66,02 und 67,60, innerhalb des Wasserschutzgebietes in der WSZ III zwischen km 66,28 und 66,62 ein temporärer Eingriff in das Grundwasser erforderlich. Es ist vorgesehen, dass Grundwasser auf Basis des bauzeitigen Bemessungswasserspiegels um bis zu ca. 0,5 m temporär abzusenken. Wegen der insgesamt als gering einzustufenden Wassermengen und den geringen Reichweiten von ca. 33 m ist der temporäre Eingriff in das Grundwasser somit insgesamt als gering zu bewerten. Schädliche Auswirkungen auf die Wasserförderung sind auszuschließen.

Bei den Bauwerken (Haltepunkte, Durchlässe, ESTW, Stützwände) ist tlw. ein Eingriff in das Grundwasser erforderlich. Dies betrifft insbesondere Bahnsteigzugänge mit den meist dazugehörigen Aufzügen, Unterführungen und Gründungen von Brückenbauwerken. Die in das Grundwasser eingreifenden Bauwerke haben meist geringe Abmessungen bzw. liegen mit ihrer Längsachse parallel oder spitzwinklig zur Grundwasserfließrichtung. Daher sind Grundwasseraufstaubeträge von mehr als wenigen Zentimetern auszuschließen. Zudem sind viele der Bauwerke als Ersatzneubauten für vorhandene Bauwerke oder als Verlängerungen bestehender Bauwerke geplant. Eine nachhaltige Beeinträchtigung von den natürlichen Grundwasserverhältnissen ist daher derzeit nicht zu besorgen. Auf die Einzelerwertungen im Kapitel 5.2 wird verwiesen.

Für die Herstellung der Bauwerke ist tlw. eine Grundwasserabsenkung erforderlich. Da tlw. in stark durchlässigen Bodenschichten (z.B. Terrassenablagerungen des Mains und der Kinzig) bis zu 6 m tief abgesenkt werden muss, ergeben sich tlw. große Reichweiten über 300 m und Fördermengen von über 150 m<sup>3</sup>/h. Diese Eingriffe sind tlw. wegen der umliegenden Bebauung vermutlich nicht genehmigungsfähig, so dass - auch aus bautechnischer Sicht (beengte Platzverhältnisse) - eine geschlossene Bauweise mit wasserdruckhaltenden Baugruben geplant ist. In diesem Falle sind keine bauzeitlichen Auswirkungen auf die natürlichen Grundwasserverhältnisse zu besorgen. Bei geringeren Absenkbeträgen und daraus resultierenden geringen Fördermengen und Reichweiten ist der temporäre Eingriff in die natürlichen Grundwasserverhältnisse als gering zu bewerten. We-





DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 79

03.04.2010

gen der meist kurzen Bauzeiten sind Schäden infolge der Absenkung auszuschließen. Auf die Einzelbewertungen im Kapitel 5.3 wird verwiesen.

Planmäßig soll das anfallende Niederschlagswasser über die gesamte Trasse versickert werden. Die geforderten Flurabstände sind fast über die gesamte Trasse gegeben, so dass grundsätzlich die Möglichkeit der Versickerung besteht. Es gibt nur wenige Ausnahmen wie z.B. im Bereich von km 66,5 (Bachtal Schneidlache) und zwischen ca. km 68,90 und 69,20 (Talaue der Kinzig). Hier liegen die Flurabstände tlw. unter 1 m. In diesen Bereichen sollte das Wasser – wie auch im Bereich des Wasserschutzgebietes (WSZ III) – gefasst und die vorhandenen Vorfluter abgeleitet werden.

Es ist eine hydrogeologische Beweissicherung erforderlich. Hierzu sind mindestens Grundwasserstände und Grundwasserchemie baubegleitend zu überwachen. Dazu sind ggf. zusätzliche Grundwassermessstellen erforderlich. Das Monitoring ist mit einem deutlichen Vorlauf zur Baumaßnahme zu beginnen.

Dipl.-Ing. Christian Spang  
(Geschäftsführer)

i.V.

Dr.-Ing. Gerd Festag  
(Projektleiter)

**Verteiler:** - DB ProjektBau GmbH, Frau Platen, Frankfurt am Main, 3 x, davon 1 x vorab per Email  
<claudia.platen@bahn.de>  
- DB ProjektBau GmbH, Herr Schmidt, Frankfurt am Main, 1 x per Email  
<uwe.za.schmidt@bahn.de>  
- Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x