



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

DB ProjektBau GmbH  
Niederlassung Mitte  
Projektzentrum 2  
Hahnstr. 49  
60528 Frankfurt am Main

Projekt-Nr.  
31.2721

Datei  
P2721 Retentionsraum\_120125.docx

Diktat  
CSp/Str

Büro  
Witten

Datum  
25.01.2012

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

### **Gutachten**

**zur**

### **umwelttechnischen und hydrogeologischen Untersuchung der geplanten**

### **Retentionausgleichsflächen Steinheim / Klein-Auheim**

## **ANLAGE 12.8.2**

**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, Weillstr. 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. 8139519511



INHALT	SEITE
<b>1. ALLGEMEINES</b>	<b>3</b>
1.1 Unterlagen	3
1.2 Geographische Lage, Morphologie, Vegetation und Bauwerksbeschreibung	4
1.3 Untersuchungen	5
<b>2. Ergebnisse der Bodenerkundung</b>	<b>5</b>
<b>3. Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchung</b>	<b>7</b>
<b>4. FOLGERUNGEN</b>	<b>8</b>
4.1 Bodenchemische Verhältnisse	8
4.2 Hydrogeologische Auswirkungen	9
4.3 Hinweise und Empfehlungen	10
<b>5. ANLAGEN</b>	
Anlage 12.8.2.1: Lageplan mit Aufschlusspunkten (1)	
Anlage 12.8.2.2: Bohrprofile (44)	
Anlage 12.8.2.3: Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchungen und Vergleichswerte (2)	
Anlage 12.8.2.4: Übersicht zur Mischprobenzusammenstellung (2)	
Anlage 12.8.2.5: Prüfbericht der Agrolab GmbH (58)	



## 1. ALLGEMEINES

Die Deutsche Bahn AG plant im Zuge des Projektes „S-Bahn Rhein/Main, Nordmainische S-Bahn“ die Errichtung einer 2-gleisigen S-Bahn-Strecke von Frankfurt am Main, Konstablerwache über Frankfurt am Main Fechenheim, Maintal bis Hanau HBF. Da mit dem Bau der Strecke ein Verlust an Retentionsraum (Main km 55,5, Rückstaubereich Kinzig) einhergeht, ist ein Ausgleich über den ca. 5,7 ha großen Retentionsraum links des Mains (Main-km 58,5) geplant.

Aufgrund der unmittelbaren Nachbarschaft zum Maindeich waren die grundwasserhydraulischen Verhältnisse in Bezug auf die geplanten Erdarbeiten zu erkunden. Insbesondere sollte hierbei abgeschätzt werden, ob mit einem Abtrag des Bodens im Vorland des Maindeichs eine Unterströmung des Deichs verbunden sein kann.

Gleichzeitig gilt das Gelände als Verdachtsfläche für die Ablagerung von Kieselrot, sodass neben einer umwelttechnischen Untersuchung auf die Parameter des Merkblatts „Entsorgung von Bauabfälle“ [U 4] auch die Untersuchung auf Dioxine und Furane erforderlich war.

Die Ergebnisse werden im vorliegenden Gutachten zusammengefasst.

### 1.1 Unterlagen

- [U 1] **S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn PFA 3 Hanau, Übersichtslageplan Maßnahmenplanung Wasserbau, Maßstab 1:20.000;** Unger Ingenieure GmbH, Homberg, 21.07.2010.
- [U 2] **S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn PFA 3 Hanau, Lageplan Maßnahmenplan Wasserbau: Retentionsausgleichsflächen, Maßstab 1:2.000 / 1:1.000;** Unger Ingenieure GmbH, Homberg, 21.07.2010.
- [U 3] **Geologische Karte von Hessen, Blatt 5819 Hanau;** Hessisches Amt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1998.
- [U 4] **Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“;** Regierungspräsidium Darmstadt, Regierungspräsidium Gießen, Regierungspräsidium Kassel, Stand 15.05.2009.



## 1.2 Geographische Lage, Morphologie, Vegetation und Bauwerksbeschreibung

Für den geplanten Retentionsflächenausgleich ist eine Fläche nahe der Ortschaft Kleinauheim vorgesehen. Die Fläche befindet sich zwischen der Bundesstraße B 43 a im Westen und dem Kleinauheimer Sportplatz im Osten sowie zwischen dem Main im Norden und dem Maindeich bei Kleinauheim im Süden. Die gesamte Fläche ist eben. Nach Süden hin wird die Untersuchungsfläche durch den Maindeich begrenzt.

Aus der Geologischen Karte [U 3] ist zu entnehmen, dass an der Geländeoberfläche des Untersuchungsgebietes im Wesentlichen die sandig-schluffige Jüngerer Hochflutablagerungen des Mains anstehen. Der Steinheimer Altarm ist nach [U 3] eine Abgrabung, deren südöstliche Verbindung zum Main anthropogen aufgefüllt wurde.

Die Untersuchungsfläche wurde in drei Teilflächen unterteilt:

- **Teilfläche A:** an den Steinheimer Altarm angrenzende, westliche Teilfläche, z.T. Wiesenland, z.T. baum- und strauchbestanden,
- **Teilfläche B** nordwestliche Teilfläche des Untersuchungsgebietes, im Norden an den Main, im Osten an das Sportplatzgelände angrenzend, derzeit als Wiesenland genutzt,
- **Teilfläche C:** südöstliche Teilfläche des Untersuchungsgeländes, nach Süden an den Maindeich angrenzend, im Osten an den Sportplatz angrenzend.

Die Lage der Teilflächen ist aus Anlage 1 zu entnehmen. Zur Herstellung des Retentionsraumes soll das Gelände lt. [U 2] 0,5 m eingetieft werden. Die geplanten Böschungsneigungen sind mit 1:10 angegeben. Der Standbereich des Freileitungsmastes sowie die eines Einzelbaums sollen von der Geländemodellierung ausgespart bleiben.



### 1.3 Untersuchungen

Im Bereich der geplanten Retentionsfläche wurden insgesamt 44 Sondierbohrungen niedergebracht. Die Sondierpunkte wurden ungefähr im 50 m – Raster angeordnet und an die Grenzen der Retentionsflächen angepasst. Die Endteufe der Bohrsondierungen wurde entsprechend der Aufgabenstellung auf 3 m unter GOF festgelegt.

Das Bohrgut wurde gemäß DIN 4022 angesprochen. Die Aufschlusspunkte sind im Lageplan (Anlage 1) dargestellt. Die Bohrprofile der Bohrsondierungen (BS) sind in Anlage 2 hinterlegt.

Aus den gewonnenen Bodenproben wurden **19 Bodenmischproben** zusammengestellt, die zur bodenchemischen Untersuchung an die Agrolab GmbH in Bruckberg weitergereicht wurden. Die Untersuchung der Parametergruppen polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) sowie die Berechnung der Toxizitätsequivalente (TE) wurden durch die Zentrum für Dioxinanalytik (ZFD) GmbH in Bayreuth ausgeführt. Die Zusammenstellung der Bodenmischproben erfolgte entsprechend der Zuordnung nach Teilflächen und Bodenhorizonten (vgl. Anlage 4).

Alle Bodenmischproben wurden auf die Parameter des Merkblatts zur Entsorgung von Bauabfällen [U 4] untersucht. Die Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchungen sind als Anlage 5 beigelegt.

## 2. Ergebnisse der Bodenerkundung

In der nachfolgenden Tabelle ist der im Baufeld angetroffene, generalisierte Bodenaufbau zusammengefasst.



Schicht		Bodenart	Aufgeschlossene Mächtigkeit [m]	UK Schicht [m NN]	Bodenbeschreibung Kornverteilung / Farbe		Fremdbeimengungen
1 Auffüllung	Schicht 1	Auffüllung	0,5 - >3,0	<97,1 – 99,5	Feinsand, Schluff, kiesig, tlw. organisch, graubraun, braun		Kieselrot, Schlacke
	Schicht 2.1	Hochflutablagerungen	0,9->3,0	<96,4 - 99,6	Schluff, feinsandig und Feinsand, schluffig, organisch, tlw. kalkhaltig, schwach kiesig, braun, grau		-
2 Quartär	Schicht 2.2	Terrassenablagerungen	0,0-2,1	<96,5	Sand und Kies, gerundet, überwiegend beige, tlw. braun		-

**Tabelle 2-1:** Zusammenfassung des Bodenaufbaus

Auffüllungen, die Kieselrot enthalten, wurden nur an den Sondierpunkten BS 1, BS 2, BS 5 und BS 6 angetroffen. An diesen Aufschlüssen erreichen die Auffüllungen mehr als 3 m Mächtigkeit, sodass ihre Liegendgrenze mit den Bohrsondierungen nicht aufgeschlossen wurde.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte der geogenen Böden sind aus Tabelle 2-2 zu entnehmen. Für Schicht 1 (Auffüllungen) ist aufgrund der zu erwartenden inhomogenen hydraulischen Eigenschaften kein Durchlässigkeitsbeiwert angegeben.

Schicht	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]
Hochflutablagerungen (Schicht 2.1)	$1 \times 10^{-7}$ bis $5 \times 10^{-4}$
Terrassenablagerungen (Schicht 2.2)	$1 \times 10^{-5}$ bis $5 \times 10^{-2}$

**Tabelle 2-2:** Durchlässigkeitsbeiwerte der geogenen Böden



### 3. Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchung

Die Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchungen sind im Einzelnen aus den Prüfberichten der Agrolab GmbH (Anlage 5) sowie aus der Gegenüberstellung der Ergebnisse mit den Prüfwerten des Merkblatts zur Entsorgung von Bauabfällen [U 4] (Anlage 3) zu entnehmen.

Am überwiegenden Anteil der untersuchten Bodenmischproben wurden keine Überschreitungen der Zuordnungswerte des Merkblatts „Entsorgung von Bauabfällen“ [U 4] festgestellt. Hiervon abweichend entsprechen die Feststoffergebnisse der MP 3 A, B den Z 1.1-Kriterien des Merkblatts „Entsorgung von Bauabfällen“ [U 4]. An MP 15 A führten erhöhte Eluatwerte für den Parameter Zink zu einer Einstufung nach Z 1.1 des Merkblatts „Entsorgung von Bauabfällen“ [U 4].

Bei den bodenchemischen Untersuchungen auf Dioxine und Furane (PCDD, PCDF) waren an den Bodenmischproben MP 9 B, MP 11 A, MP 13 C, MP 15 A, MP 16 B, MP 17 C und MP 18 A, B, C keine Gehalte über den analytischen Nachweisgrenzen messbar.

Abgesehen von MP 7 C wurden an den übrigen Bodenmischproben PCDD/PCDF-Konzentrationen zwischen 0,021 und 5,06 ng TE/kg Toxizitätsäquivalente (n. NATO-Committee on the challenges of the Modern Society (NATO-CCMS)) nachgewiesen.

An der Bodenmischprobe **MP 7 C** wurden mit **46,4 ng TE/kg** (n. NATO-CCMS) die höchsten PCDD/PCDF-Gehalte gemessen. Die Bodenmischprobe wurde aus den Sondierbohrungen BS 35 – BS 44 aus den jeweils an der Geländeoberfläche anstehenden, feinsandigen und schluffigen, humosen Böden zusammengestellt.

Die Untersuchungsergebnisse für die Parameter PCDD/PCDF liegen damit unter den in der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV, 1999) angegebenen Maßnahmenschwellenwerten für Kinderspielplätze (100 ng TE/kg) und Wohngebiete (1.000 ng TE/kg).



## 4. FOLGERUNGEN

### 4.1 Bodenchemische Verhältnisse

Bei einer Nutzung der Fläche oder einer Teilfläche soll der Nettoabtrag 0,5 m betragen [U 2]. Nachdem Abtrag stehen den Ergebnissen der Geländeerkundung zufolge Auffüllungen noch in den Bereichen BS 1, BS 2, BS 5 und BS 6 an.

Die an den Mischproben MP 3 A, B, und MP 15 A angetroffenen Stoffkonzentrationen  $> Z_0$  [U 4] verbleiben auch nach Abtrag des Retentionsraums auf -0,5 m im Untersuchungsgebiet. Es ist daher nicht auszuschließen, dass im Überflutungsfall die eluierbaren Metalle (MP 15 A) in das Mainwasser übergehen.

Die an MP 3 A, B gemessenen Feststoffgehalte (Chrom, Nickel) dürften hingegen aufgrund ihrer geringen Löslichkeit bei entsprechender Abdeckung der betroffenen Bodenpartien ortsstabil bleiben.

Die Proben MP 5 A, MP 7 C, MP 8 A und MP 10 C zeigen das typische Kongenermuster für Kieselrot (nach Studien von Ballschmitter). Dabei stammen die Proben MP 5 A und MP 7 C jeweils aus der obersten Bodenschicht und weisen die höchsten Konzentrationen auf. Die Probe MP 8 A enthält den unterlagernden Boden der MP 5 A und MP 10 C das unterlagernde Material der MP 7 C. Die Konzentrationen nehmen jeweils nach unten deutlich ab und sind als Verlagerung nach unten zu bewerten. Die restlichen Konzentrationen der Mischproben sind äußerst gering und weisen nicht die kieselrottypische Kongenerverteilung auf.

Grenzwerte für PCDD/PCDF, die sich auf Gefährdungen des Grund- und/oder Oberflächenwassers durch PCDD- bzw. PCDF-haltigen Boden beziehen, stehen nicht zur Verfügung. Alle Ergebnisse der PCDD/PCDF-Analytik unterschreiten die Maßnahmenschwellenwerte der Bundesbodenschutzverordnung für Kinderspielplätze. Eine Gefährdung des Grund- und Oberflächenwassers ergibt sich aufgrund der somit geringen Toxizität der untersuchten Mischproben bei einer Nutzung der Fläche als Retentionsraum nicht. Gemäß BBodSchV sind bei Unterschreitung der Maßnahmenwerte für Dioxine und Furane keine weiteren Handlungen erforderlich.

Die an der Mischprobe MP 7 C in der obersten Bodenschicht (BS 35 - 44) festgestellte, aus den restlichen Analysen herausragende PCDD/PCDF-Konzentration unterschreitet noch den Maßnah-





menwert der BBodSchV für Kinderspielflächen, sodass keine Maßnahmen erforderlich werden. Lediglich die Bodenprobe G1 aus BS 44 erfasst einen Tiefenbereich bis 1,2 m unter GOF, sodass nach derzeitigem Planungs- und Kenntnistand ein Verbleib von geringfügigen Konzentrationen von PCDD/PCDF im tieferen Retentionsraum nicht ausgeschlossen werden kann.

#### 4.2 Hydrogeologische Auswirkungen

Die Hochflutablagerungen wurden als Feinsand-Schluff-Gemisch mit wechselnden Mengenanteilen angetroffen. Die hydraulische Durchlässigkeit dieses Materials schwankt in Abhängigkeit von dem Anteil der bindigen Bestandteile, liegt aber in der Regel deutlich unter den in den unterlagenden Terrassenablagerungen zu erwartenden Verhältnissen.

In dem nahe dem Deich gelegenen Teilbereich C (Bohrsondierungen BS 35 bis BS 44) wurde die Schichtgrenze zwischen den sandig-schluffigen Hochflutablagerungen und den gut durchlässigen Terrassensanden und -kiesen zwischen 1,7 und 3,0 m unter GOF aufgeschlossen. Die dem Deich nächstgelegenen Bohrsondierungen BS 39 – BS 44 führten bis mindestens 1,7 m unter GOF bindigen Hochflutlehm.

Mit einem Bodenabtrag der Fläche nördlich des Maindeichs in einer Stärke von 0,5 m wird die Liegendgrenze der Hochflutsedimente voraussichtlich in der gesamten Untersuchungsfläche nicht durchstoßen. In der Teilfläche C unmittelbar nördlich des Maindeiches ist lediglich eine Reduzierung der Schichtmächtigkeit der Hochflutablagerungen um maximal ca. 30% zu erwarten. Die verbleibende Restmächtigkeit der Hochflutsedimente beträgt nach den Ergebnissen der Bodenerkundung mindestens 1,2 m. Die abdichtende Wirkung der Hochflutlehme bleibt somit trotz dem Abtrag erhalten.

Bei einem Bodenabtrag auf -0,5 m sind somit keine **hydraulisch signifikanten Veränderungen** der Bodenverhältnisse und/oder Unterströmung des Maindeiches zu erwarten.



### 4.3 Hinweise und Empfehlungen

Die Standsicherheit der durch den Bodenabtrag entstehenden Dammböschungen ist im Zuge der Ausführungsplanung nachzuweisen.

An der Bodenmischprobe MP 7 C wurden PCDD-/PCDF-Konzentrationen gemessen, welche deutlich über den an den übrigen Mischproben gewonnenen Untersuchungsergebnissen liegen aber den Maßnahmenwert der BBodSchV für Kinderspielflächen noch deutlich unterschreiten. Die Lage der Teilfläche C, deren oberflächennah anstehender Boden durch MP 7 repräsentiert wird, legt nahe, dass dies auf einen Eintrag von Kieselrot aus dem Sportplatzgelände zurückzuführen sein kann.

Sollten geotechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Gutachten nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Dr. Spang GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Dipl.-Ing. Christian Spang  
(Geschäftsführer)

i. V.

Dr.-Ing. Gerd Festag  
(Projektleiter)

- Verteiler:**
- DB ProjektBau GmbH, Herr Schmidt, Frankfurt am Main, 3 x, davon 1 x vorab per Email  
<uwe.za.schmidt@bahn.de>
  - DB ProjektBau GmbH, Frau Ötzelt, Frankfurt am Main, 1 x per Email  
<claudia.oetzelt@bahn.de>
  - DB ProjektBau GmbH, Herr Balogh, Frankfurt am Main, 1 x per Email  
<gabor.balogh@bahn.de>
  - DB ProjektBau GmbH, Frau Unterköfler, Frankfurt am Main, 1 x per Email  
<katja.unterkoefler@bahn.de>
  - Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x