



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

DB Netz AG  
Projekt S 6 / NMS (I-NG-MI-N)  
Regionalbereich Mitte  
Hahnstraße 49  
60528 Frankfurt am Main

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
28.2288	P2288anl15170111.docx	P2288anl15190218_rev04.docx	Fe/Kri Witten	11.01.2017 18.02.2019

## - FSV Stadion -

### Anlage 12.7.16.15b - geändert

**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:** 73734 Esslingen/Neckar, Weilstr. 29, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de  
60528 Frankfurt/Main, Rennbahnstraße 72 – 74, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de  
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Str. 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de  
06618 Naumburg, H.-von-Stephan-Platz 1, Tel. (03445) 762-0, Fax 762-162, naumburg@dr-spang.de  
90491 Nürnberg, Erlenstegenstr. 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de

**Banken:** Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDE33HAN  
Sparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN

INHALT	SEITE
<b>1. UNTERLAGEN</b>	<b>3</b>
<b>2. FSV STADION</b>	<b>4</b>
2.1 Historische Vorgeschichte	4
2.2 Sanierungspflichtiger und umwelttechnische Belastungen	4
2.3 Sanierungsmaßnahmen	5
2.4 Restkontamination	5
2.5 Abwehrmaßnahmen	5
<del>2.5.1 Infiltration von Wasser</del>	7
2.5.2 Pump and Treat	8

## 1. UNTERLAGEN

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

- [U 1] **Altlastenrelevante Flächen innerhalb des Stadtgebietes Frankfurt im Rahmen des Nordmainischen S-Bahnbaus Frankfurt-Hanau – Gesamtliste Grundwassermodell BGU**; RP Darmstadt, Frankfurt am Main, 11.02.2016.
- [U 2] **Entwurfsschreiben: Vermerk über den Umbau Stadion am Bornheimer Hang zum Sachstand und zur weiteren Vorgehensweise**; Regierungspräsidium Darmstadt, Frankfurt, 08.04.2008.
- [U 3] **Analyseergebnisse der Grundwasseruntersuchung der GWM BK 4/06 am 03.05.2006**; ISEGA Umweltanalytik GmbH, Hanau, 06.06.2006.
- [U 4] **Vollzug des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und des Hessischen Wassergesetzes (HWG) – Genehmigung der Sanierung der Bodenverunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW), Blei und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im nördlichen Bereich der geplanten Haupttribüne des FSV Stadions „Am Bornheimer Hang“**; RP Darmstadt, Frankfurt, 08.03.2012.
- [U 5] **Überwachung der Erdbauarbeiten – Konzept für die Sanierung des mit MKW verunreinigten Teilbereichs – 3. Teilbericht**; ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH, Rodgau, 28.02.2012.
- [U 6] **Bericht über die Ergebnisse der in 2016 durchgeführten Grundwasseruntersuchungen (Grundwassermonitoring)**; ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH, Rodgau, 14.11.2016.

## **2. FSV STADION**

### **2.1 Historische Vorgeschichte**

Im Bereich des Stadions Bornheimer Hang ist die Deponie 117 in einer Karte der Stadt Frankfurt eingetragen. Weiter südlich der Deponie 117 befindet sich zu dem die Deponie 50. In beiden Deponien wurde Trümmerschutt abgelagert. Weitere Informationen zur früheren Nutzung des Geländes konnte den Unterlagen nicht entnommen werden.

### **2.2 Sanierungspflichtiger und umwelttechnische Belastungen**

Das Gelände des FSV Stadions gehört der Stadt Frankfurt. Somit steht auch die Stadt Frankfurt in der Sanierungspflicht.

Im Rahmen einer Sanierung der Tribünen des FSV Stadions wurden weitere Altlasten aufgetan. Im Rahmen der Neugestaltung der Südtribüne, der Außenanlage und der Versorgungstrassen des Stadions wurden bereits 2004 erste umwelttechnische Gutachten angefertigt. Hierbei stellten sich Belastungen des Bodens mit MKW (760 mg/kg), Schwermetallen und PAK dar. Im Jahr 2007 wurden durch weitere umwelttechnische Untersuchungen die Belastungen mit PAK und Schwermetallen bestätigt. Des Weiteren wurde Benzo-a-Pyren mit 2 mg/kg nachgewiesen. Neben den Auffüllungen war der gewachsene Boden ebenfalls betroffen ([U 2]). Eine Grundwasseruntersuchung im Jahr 2006 war unauffällig ([U 3]).

Im Bereich der ehem. Tribüne (nordöstlicher Bereich) wurden während der baubegleitenden Untersuchungen (2012) sanierungsbedürftige Bodenverunreinigungen mit MKW (9.900 mg/kg) und PAK 55,4 mg/kg festgestellt, die über die Grenze des Baufeldes hinausreichten. Die Schadstoffe waren auch in das Grundwasser übergetreten. Hier wurden 170 µg/l MKW und 0,9 µg/l PAK (ohne Naphthalin) nachgewiesen. Weiterhin war oberflächennah mit 4.200 mg/kg das Schwermetall Blei auffällig ([U 4]).

## **2.3 Sanierungsmaßnahmen**

Die Sanierung erfolgt mittels eines Bodenaustausches. Das auf der bindigen Deckschicht angestaute Grundwasser wurde über Pumpensümpfe gefördert. Sohlbeprobungen wurden durchgeführt ([U 5]).

## **2.4 Restkontamination**

Aus den vorliegenden Unterlagen sind die im Boden verbliebenen Restkontaminationen nicht zu entnehmen, außer dass die im Untergrund verbliebende MKW-Verunreinigung nur eine geringe Ausdehnung (< 5 m) haben dürfte. Eine Grundwasseruntersuchung im Oktober 2016 beschränkte sich auf die Parameter MKW und PAK. Demnach waren keine nennenswerten Unterschiede zwischen der Grundwasserbeschaffenheit im Zu- und Abstrom erkennbar. Des Weiteren lagen die PAK-Konzentrationen (ohne Naphthalin) mit 0,011 µg/l – 0,042 µg/l deutlich unterhalb der Geringfügigkeitsschwellenwerte der GWS-VwV im Hauptgrundwasserleiter. Im oberflächennahen Grundwasserleiter in den Auffüllungen wurde PAK (0,18 µg/l) geringfügig unter dem Geringfügigkeitsschwellenwert festgestellt. Ebenfalls lag die Naphthalin-Konzentration in allen Messstellen weit unterhalb des Geringfügigkeitsschwellenwertes. Die höchste Konzentration lag im oberflächennahen Grundwasserleiter mit 0,429 µg/l. MKW war in allen Messstellen nicht nachweisbar.

## **2.5 Abwehrmaßnahmen**

Aus der letzten Grundwasseruntersuchung im Oktober 2016 ([U 6]) waren im Grundwasser keine Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellenwerte festzustellen und MKW war in allen Grundwassermessstellen nicht nachweisbar. Somit ist davon auszugehen, dass sich die Restkontamination an MKW dem Grundwasser nicht mitteilt.

Aus dem modellierten Grundwassergleichenplan (Anlage 12.8.3a) geht eine Grundwasserfließrichtung nach Osten hervor, die sich während der geplanten Grundwasserhaltungen nach Süden dreht. Allerdings ist gem. dem Grundwassermonitoring des FSV Stadions ([U 6]) von einer generell nach Süden bzw. Südwesten auf den Main gerichteten Grundwasserströmung auszugehen. Demnach

würde es in diesem Bereich zu keiner veränderten Grundwasserfließrichtung kommen. Zu beobachten wäre wahrscheinlich gem. Anlage 12.8.3a eine Grundwasserabsenkung von  $< 0,5$  m, bei voraussichtlich keiner erhöhten Strömungsgeschwindigkeit. In diesem Bereich ist von keiner Schadstoffverschleppung auszugehen. Als Überwachungsmessstellen, können die bereits bestehenden Grundwassermessstellen GWM 1A/10, GWM 1B/10, GWM 2/10, GWM 3A/10, ~~und~~ GWM 3B/10, ~~GWM 4A/13 und GWM 4B/13~~ verwendet werden, da diese auch zukünftig im Zu- bzw. Abstrombereich des Stadions liegen (Anlage 12.7.16.15.3). ~~Zur weiteren Überwachung von hydraulischen Veränderungen werden die Grundwassermessstellen No22b 98, No22d B1 und No22d B1-n ebenfalls überwacht. Diese liegen westlich des Stadions bzw. zwischen dem Stadion und der Baugrube (Wasserhaltungsmaßnahme).~~

Vor Beginn und während der Grundwasserabsenkung sind die Überwachungsmessstellen zu beproben, um den Ist-Zustand des Grundwassers festzustellen. Bei einer Überschreitung der Auslöseschwellenwerte sollte eine Abwehrmaßnahme eingerichtet werden, um das Risiko einer Schadstoffverschleppung zu vermeiden. Die GWM 1A/10 liegt im Zustrom des FSV-Stadions. Die Messstelle wird in das Monitoring miteinbezogen. Jedoch sind für diese Messstelle keine Auslöseschwellenwerte festzulegen, da hydrochemische Auffälligkeiten nicht auf die Belastungen des FSV-Stadions zurückzuführen sind.

Aufgrund der zu erwartenden geringen Grundwasserabsenkung durch die große Entfernung von 1,9 km zu den geplanten Grundwasserhaltungen, kann als Abwehrmaßnahme ~~die Infiltration von Wasser in Betracht gezogen werden. Zusätzlich wird~~ die Pump and Treat-Maßnahme ~~mit einem Abwehrbrunnen~~ vorgesehen ~~werden~~, falls die tatsächliche Grundwasserabsenkung, die während der geplanten Grundwasserhaltungen eintritt, weitreichender und ausgeprägter ist als im 3D-Modell (Anlage 12.8.3) berechnet. ~~In Abhängigkeit der eintretenden Grundwassersituation, kann dann im Bedarfsfall entschieden werden, ob eine Infiltration von Wasser zur Aufrechterhaltung des Grundwasserstandes oder eine hydraulische Sanierung angewandt wird, um eine Schadstoffverschleppung zu vermeiden.~~

### 2.5.1 Infiltration von Wasser

Im Zuge der geplanten Grundwasserhaltung der NMS wird ein weitreichender Absenktrichter prognostiziert. Hierdurch erfolgt, besonders südlich des Tunnelbauwerkes, eine Umkehrung der Grundwasserströmung, da der hydraulische Gradient nun in Richtung Norden stärker ausgeprägt ist. Dies ist hier jedoch nicht der Fall, da nur von einer Grundwasserabsenkung auszugehen ist. Die Grundwasserfließrichtung bleibt nach Süden und Südwesten auf den Main ausgerichtet. Nach dem 3D-Modell ist auf der Liegenschaft mit Absenkbeträgen von etwa 0,5 m zu rechnen (Anlage 12.8.3a); eine Infiltration muss dieses Defizit ausgleichen, um eine temporäre Änderung der Strömungsverhältnisse zu vermeiden.

Durch die Infiltration von Wasser über die 3 Infiltrationsbrunnen (1 bestehende GWM 4A/13, 2 neu zu errichtende), die westlich des Stadions bzw. der Haupttribüne liegen, kann in diesem Bereich eine Grundwasserabsenkung verhindert werden. Der Grundwasserstand wird durch zusätzliche Versickerung von Wasser nicht abgesenkt, sondern beibehalten. Daraus resultiert, dass sich der hydraulische Gradient nicht ändert. Eine Schadstoffverschleppung wird vermieden.

Bei der Infiltration ist die lokale Grundwasserabsenkung zu berücksichtigen. Bei einer zu großen Absenkung muss sehr viel Wasser infiltriert werden, um den Grundwasserstand aufrecht zu erhalten. Gemäß der kalkulierten Grundwasserabsenkung und Reichweite in Anlage 12.8.3a ist die zu erwartende Grundwasserabsenkung in diesem zu betrachtenden Bereich etwa 0,5 m und sollte während der Grundwasserabsenkung überwacht werden. Bei der Infiltration sind 3,5 m<sup>3</sup>/h (je Brunnen 1,2 m<sup>3</sup>/h) in die Brunnen zu infiltrieren, um den Grundwasserstand aufrecht zu erhalten. Am 11.10.2016 führten die ISK GmbH im Rahmen des Grundwassermonitorings ([U 6]) eine Stichtagsmessung durch. Von dem Vorhandensein der Grundwassermessstellen ist daher auszugehen.

Die geplanten Maßnahmen bei der Anwendung der Infiltration sind in Tabelle 2.5.1-1 zusammengefasst.

Messstelle / Brunnen	Maßnahmen	Zustand
GWM 1A/10	Monitoring	vorhanden, Stichtagsmessung 11.10.2016
GWM 1B/10		vorhanden, geprüft am 11.10.2016

Messstelle / Brunnen	Maßnahmen	Zustand
GWM 2/10		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 3A/10		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 3B/10		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 4A/13		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 4B/13		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
IB 1_FSV-Stadion	Infiltration bei Bedarf	neu zu errichten
IB 2_FSV-Stadion		neu zu errichten
GWM 4A/13		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 4B/13		vorhanden, geprüft am 11.10.2016

**Tabelle 2.5.1-1:** Geplante Maßnahmen zum Monitoring und zur Abwehr von Schadstoffverschleppung

## 2.5.2 Pump and Treat

Gemäß dem Kap. 2.5 ist die Grundwasserfließrichtung nach Süden bzw. Südwesten auf den Main ausgerichtet und diese Fließrichtung wird während den geplanten Grundwasserhaltungen beibehalten. Nach dem 3D-Modell ist auf der Liegenschaft mit Absenkbeträgen von etwa 0,5 m zu rechnen (Anlage 12.8.3a). Durch die Veränderung des hydraulischen Gradienten kann es zu einer Schadstoffverschleppung der restlichen Belastungen kommen.

~~Bei der Pump and Treat-Maßnahme wird südlich der GWM 4A/13 bzw. GWM 4B/13 ein weiterer Brunnen zum Abpumpen zu errichten sein.~~ Sollte in den Überwachungsmessstellen GWM 2/10, GWM 3A/10 / GWM 3B/10 und GWM 4A/13 / GWM 4B/13 im Laufe der geplanten Grundwasserabsenkung Schadstoffbelastungen nachgewiesen werden, kann ~~mittels des Brunnens das belastete~~ nach Bedarf aus den Messstellen belastetes Grundwasser abgepumpt und aufbereitet werden. Das abgepumpte Grundwasser muss vor der Ableitung in die Kanalisation aufbereitet werden und darf



die **Auslöseschwellenwerte Einleitgrenzwerte** nicht überschreiten. Durch das Abpumpen des belasteten Grundwassers wird die Grundwasserabsenkung in diesem Bereich nochmal zusätzlich verstärkt. Des Weiteren wird die Schadstofffahne bis zu den Brunnen gezogen.

Aus durchgeführten Pumpversuchen, die im Bereich des Osthafens im Zuge der Sanierungs- und Baumaßnahmen ausgeführt wurden, konnten Fördermengen und Reichweiten abgeschätzt werden. Bei einer Förderrate von 3,5 m³/h wird eine Reichweite von etwa 60 m erzielt. Der Standort des Brunnens wurde so angesetzt, dass der mögliche Fließweg der Schadstoffe erfasst wird. Mögliche Standorte der Überwachungsmessstellen und der Abwehrbrunnen sind in Anlage 12.7.16.15.2a dargestellt. Bei der Pump and Treat-Maßnahme sind 7 Messstellen zur Überwachung des Grundwasserstands und/oder des Grundwasserchemismus vorgesehen. **Außerdem ist ein Standort für den Abwehrbrunnen vorgesehen (1 neu zu errichtender Abwehrbrunnen); Für die Messstellen ist je nach Belastungssituation** im Falle einer Schadstoffabschöpfung von einer Förderung von bis zu 3,5 m³/h je Brunnen auszugehen **ist**. Die Analyseparameter bzw. die Auslöseschwellenwerte sind dem Altlastensteckbrief in Anlage 12.7.16.15.1a zu entnehmen.

Die geplanten Maßnahmen bei der Anwendung der Pump and Treat-Maßnahme sind in Tabelle 2.5.2-1 zusammengefasst.

Messstelle / Brunnen	Maßnahmen	Zustand
GWM 1A/10	Monitoring	vorhanden, Stichtagsmessung 11.10.2016
GWM 1B/10		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 2/10		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 3A/10		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 3B/10		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 4A/13		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 4B/13		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
No22b 98		Zustand noch zu prüfen
No22d B1		Zustand noch zu prüfen

Messstelle / Brunnen	Maßnahmen	Zustand
No22d B1-n		vorhanden, gemäß HessenMobil 27.11.2018
GWM 2/10	Abwehr bei Bedarf	vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 3A/10 / GWM 3B/10 (Doppelmessstelle)		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
GWM 4A/13 / GWM 4B/13 (Doppelmessstelle)		vorhanden, geprüft am 11.10.2016
Ableitung Förderwasser	in Kanalisation	neu zu errichten
Reinigungsanlage	Erforderlich bei Betrieb von Abwehrbrunnen	neu zu errichten

**Tabelle 2.5.2–1:** Geplante Maßnahmen zum Monitoring und zur Abwehr von Schadstoffverschleppung