



Regionaltangente West

Planfeststellungsabschnitt Mitte

Anlage 18.1a

Hydrologisches Gutachten

Datum: ~~Oktober 2021~~ Januar 2023

Auftraggeber:



RTW GmbH
Stiftstraße 9 -17
60313 Frankfurt am Main

Ersteller:

BGS UMWELT
Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH

Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80
www.bgsumwelt.de • info@bgsumwelt.de
An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt

Planaufsteller	-	Phase	-	Gewerk	-	Planart	-	PSP-Code	-	lfd. Nr.	-	Index	Format
BGS	-	4	-	HY	-	HG	-	02_03_00_000	-	001	-	A	.pdf

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Vorbemerkung	7
2	Hydrogeologische Verhältnisse	8
2.1	Geologische Verhältnisse im Untersuchungsraum	8
2.2	Hydrogeologische Verhältnisse im Untersuchungsraum	9
2.3	Grundwasserqualität	10
2.4	Böden	11
2.5	Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung	13
3	Oberflächengewässer	14
3.1	Einleitungen	14
3.2	Überschwemmungsgebiete	15
4	Wasserschutzgebiete	18
4.1	Wasserschutzgebiet Tiefbrunnen Sulzbach	18
4.2	Wasserschutzgebiet der Stadtwaldwasserwerke	18
5	Niederschlagswasserableitung	20
5.1	Konzeption der Strecken- und Bauwerksentwässerung	20
5.2	Qualität des Entwässerungswassers	21
5.3	Minderung der Grundwasserneubildung	25
6	Wechselwirkungen von Bauwerken mit dem Grundwasser	27
6.1	Allgemeines und Vorbemerkungen	27
6.2	Maßnahmen zur Baugrundverbesserung	27
6.3	Bauwerke	28
7	Grundwassermonitoring und Beweissicherung	39
7.1	Allgemeines und Vorbemerkungen	39
7.2	Basisaufnahme	40
7.3	Bauphase	41
8	Vorhabenübergreifende Risikobetrachtung	43
8.1	Beschreibung der anderen Bauvorhaben	43
8.1.1	S-Bahnanbindung Gateway Gardens (Strecke 3683)	43
8.1.2	Umbau Knoten Sportfeld 2. BS	45
8.1.3	Umbau Knoten Stadion 3. BS / NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar	46
8.2	Quantitative Beeinflussung des Grundwassers	47
8.3	Qualitative Beeinflussung des Grundwassers	48
8.3.1	Methodische Grundlagen	48
8.3.2	Beschreibung des Versorgungssystems	51
8.3.3	Gefährdungsanalyse	51
8.3.4	Risikoabschätzung	53
8.3.5	Risikobeherrschung	65
9	Auswirkungen der Baumaßnahme auf das Wasserwerk Hinkelstein	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Bahnlinien im Einzugsgebiet der Stadtwaldwasserwerke mit 100 Jahren Fließzeit zu den Brunnen	50
Abbildung 2	Belastungsschwerpunkte des Kohlenwasserstoffeintrags aus Weichenfeldern im Istzustand	57
Abbildung 3	Durchbruchskurven des Modellaufs mit normiertem Herbizideintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim zur Bestimmung der Ist-Belastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 8)	60
Abbildung 4	Durchbruchskurven des Modellaufs mit normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim zur Bestimmung der Ist-Belastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 16)	60
Abbildung 5	Durchbruchskurven des Modellaufs mit normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim zur Bestimmung der Ist-Belastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 36)	61
Abbildung 6	Belastungswerte aus normiertem Herbizideintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 8)	63
Abbildung 7	Belastungswerte aus normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 26)	64
Abbildung 8	Belastungswerte aus normiertem Kohlenwasserstoffstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung und der Bauphase (Spanne der Eintragswerte: 0 - 46)	64
Abbildung 9	Belastungswerte aus normiertem Herbizideintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 8)	69
Abbildung 10	Belastungswerte aus normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 15)	70
Abbildung 11	Belastungswerte aus normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim	

	entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 30)	70
Abbildung 12	Belastungswerte aus normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung und einer Reinigungswirkung bei der Bodenpassage (Spanne der Eintragswerte: 0 - 15)	71
Abbildung 13	Belastungswerte aus normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung und einer Reinigungswirkung bei der Bodenpassage (Spanne der Eintragswerte: 0 - 30)	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Bodeneinheiten	12
Tabelle 2	Einleitstellen Vorfluter Entwässerung	15
Tabelle 3	Entwässerungsabschnitte im PFA Mitte	21
Tabelle 4	Gründungen und Einbindetiefen der Bauwerke im PFA Mitte	28
Tabelle 5	Parameterumfang der Grundwasseranalysen	40
Tabelle 6	Zeitfenster der Baumaßnahmen im Einzugsgebiet der Stadtwaldwasserwerke	52
Tabelle 7	Leitsubstanzen, typische Austragsmechanismen und Indikatoren als Maß für die Emissionsmenge	54
Tabelle 8	Schwermetallemissionen aus Bahnanlagen nach EAWAG 2005	55
Tabelle 9	Kohlenwasserstoffemissionen aus Bahnanlagen nach EAWAG 2005	56
Tabelle 10	Normierte Eintragswerte der Schadstoffgruppen zur Bestimmung einer Belastungskonzentration	58
Tabelle 11	Ableitung der Eintragskonzentrationen im Planzustand anhand der Veränderung der Indikatoren	62
Tabelle 12	Schutzmaßnahmen mit Einfluss auf die Eintragskonzentrationen der Leitparameter	66

Anlagenverzeichnis

- Anlage 18.1.1a Lageplan
- Anlage 18.1.2.1 Lage der Schnitte und Aufschlussbohrungen
- Anlage 18.1.2.2 Bohrprofile Schnitt 1
- Anlage 18.1.2.3 Bohrprofile Schnitt 2
- Anlage 18.1.2.4 Bohrprofile Schnitt 3
- Anlage 18.1.2.5 Profilschnitt durch den Bereich Tunnel Bf Höchst
- Anlage 18.1.3.1 Grundwassergleichen (Juni 1994/Okt. 2004)
- Anlage 18.1.3.2 Grundwassergleichen ohne Grundwasserförderung
- Anlage 18.1.4 Flurabstandsplan
- Anlage 18.1.5 Bodenkarte
- Anlage 18.1.6.1 Überschwemmungsgebiete Sulzbach, Liederbach, Main und Kelsterbach
- Anlage 18.1.6.2a Detailansicht Überschwemmungsgebiet Sulzbach
- Anlage 18.1.6.3 Detailansicht Überschwemmungsgebiet Liederbach
- Anlage 18.1.7 Schlierenbild und Nahbereichsabgrenzung des WW Hinkelstein
- Anlage 18.1.8.1 Auszüge aus der Wasserschutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke
- Anlage 18.1.8.2 Anforderungen zum Gewässerschutz für Arbeiten in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen der Hessenwasser GmbH & Co. KG
- Anlage 18.1.9.1a Untersuchungen zur Qualität des Entwässerungswassers an der NBS Köln - Rhein/Main
- Anlage 18.1.9.2a Untersuchungen zur Qualität des Entwässerungswassers im SB Sportfeld
- Anlage 18.1.10 a Monitoringkonzept
- Anlage 18.1.11 Modellrechnungen zur Aufstauwirkung des Tunnels Bf Höchst
- Anlage 18.1.12 Strömungsbild und Einzugsgebiete der Brunnen der Stadtwaldwasserwerke
- Anlage 18.1.13.1 Streckennummern und Zugzahlen im Ist-Zustand
- Anlage 18.1.13.2 Schwermetalleintrag im Ist-Zustand
- Anlage 18.1.13.3a Gleisanzahl im Ist-Zustand
- Anlage 18.1.13.4 Herbizideintrag im Ist-Zustand
- Anlage 18.1.13.5 Kohlenwasserstoffeintrag im Ist-Zustand
- Anlage 18.1.13.6a Streckennummern und Zugzahlen im Plan-Zustand
- Anlage 18.1.13.7a Schwermetalleintrag im Plan-Zustand ohne Maßnahmen
- Anlage 18.1.13.8 Herbizideintrag im Plan-Zustand ohne Maßnahmen
- Anlage 18.1.13.9a Kohlenwasserstoffeintrag im Plan-Zustand ohne Maßnahmen
- Anlage 18.1.13.10a Entwässerungskonzepte der betrachteten Vorhaben
- Anlage 18.1.13.11a Schwermetalleintrag im Plan-Zustand mit Maßnahmen
- Anlage 18.1.13.12a Herbizideintrag im Plan-Zustand mit Maßnahmen
- Anlage 18.1.13.13a Kohlenwasserstoffeintrag im Plan-Zustand mit Maßnahmen

Anhang

- Anhang Ia Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie
- Anhang II Verlegung des Liederbaches im Bereich des Bahnhofes Frankfurt-Höchst, Fachbeitrag WRRL und Erläuterungsbericht zur hydraulischen Bewertung
- Anhang III Fachbeitrag WRRL Kelsterbach
- Anhang IV Regionaltangente West - Bodenchemisches Gutachten Frankfurter Stadtwald
- Anhang V Modelldokumentation Grundwassermodell Frankfurt West
- Anhang VI Modelldokumentation Grundwassermodell Bewirtschaftungskonzept Stadtwaldwasserwerke

1 Veranlassung und Vorbemerkung

Die RTW Planungsgesellschaft GmbH plant die Regionaltangente West (RTW). Die RTW führt von Bad Homburg im Norden bis nach Dreieich-Buchschlag im Süden und umfährt dabei das Stadtgebiet Frankfurt im Westen halbkreisförmig. Für die RTW werden soweit wie möglich vorhandene Gleise und Bahntrassen genutzt. Die RTW ist in mehrere Planfeststellungsabschnitte (PFA) unterteilt. Antragsgegenstand ist der PFA Mitte. Der PFA Mitte reicht von RTW-km 7,0 bis 16,5.

Anlage 18.1.1 zeigt in einem Übersichtslageplan den geplanten Streckenverlauf. Die Neubausrecken sind darin in rot, die Bestandsstrecken in grün dargestellt. Nur die Neubausrecken sind relevant für wasserwirtschaftliche Fragestellungen.

Im vorliegenden Gutachten werden nach einer Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet die wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Aspekte des Vorhabens im PFA Mitte untersucht. Dies sind:

- die potenziellen Auswirkungen des Vorhabens auf wasserwirtschaftliche Schutzgebiete,
- die Streckenentwässerung im Hinblick auf Gewässer- und Grundwasserschutz,
- die potenziellen Wechselwirkungen zwischen geplanten Bauwerken und dem Grundwasser bzw. den Oberflächengewässern,
- ein Monitoringkonzept zur Überwachung der potenziellen Auswirkungen der RTW auf Grundwasserstände und Grundwasserqualität,
- Erstellung der Fachbeiträge Wasserrahmenrichtlinie (**Anhang I-III**) sowie
- die Zusammenstellung der wasserrechtlichen Antragsgegenstände.

2 Hydrogeologische Verhältnisse

2.1 Geologische Verhältnisse im Untersuchungsraum

Die geplante RTW-Trasse verläuft von Norden nach Süden kommend zunächst im Niddagraben, überquert zwischen Eschborn und Höchst den Höchst-Sulzbacher Horst und mündet schließlich in Höchst in den Hattersheimer Graben. Der Hattersheimer Graben und der Niddagraben sind die direkte nordwestliche bzw. nordöstliche Fortsetzung des Oberrheingrabens. In Höhe des Mains geht der Hattersheimer Graben in den Oberrheingraben über.

Das Untersuchungsgebiet wurde durch tektonische Aktivitäten im Tertiär abgesenkt und während des Oligozäns und Miozäns teilweise von Meer überflutet. In diesen Zeitintervallen wurden fossilreiche Kalk- und Mergelschichten abgelagert, u.a. die im Untersuchungsgebiet anzutreffenden Hydrobienschichten. Eine weitere Absenkung des Oberrhein- und des Niddagraben im späteren Tertiär (Pliozän) sorgte für mächtige limnisch-fluviatile Ablagerungen von Kiesen, Sanden und Schluffen aus den umgebenden höher gelegenen Liefergebieten, die die maritimen Sedimente überlagern.

Im nördlichen Abschnitt des PFA Mitte, bis ca. RTW-km 10,0, sind die tertiären Sedimente großräumig von quartärem Löss und Lösslehm überdeckt, jedoch sind die Mächtigkeiten mit ca. 3 m deutlich geringer als im PFA Nord. Etwa 7-10 m unter GOK werden die Tone und Kalksteine der Hydrobienschichten erbohrt.

Ab RTW-km 10,0 überlagern die kiesig-sandigen Ablagerungen der pleistozänen Nidda- und Mainterrassen die tertiären Sedimente. Im engeren Main-Hochflutbett, in etwa zwischen dem Bahnhof (Bf) Höchst bis zum südlichen Mainufer, werden oberflächennah neben anthropogenen Auffüllungen holozäne ungegliederte Ablagerungen des Mains angetroffen.

Südlich des Mains setzen sich bis zur B 40, ca. RTW-km 13,2, die sandig-kiesigen Ablagerungen bis ca. 15 m unter GOK fort. Im nachfolgenden Streckenabschnitt bis ca. RTW-km 15,3 werden die überwiegend sandigen Ablagerungen von mehreren Metern mächtigen Tonpaketen in unterschiedlicher Höhenlage unterbrochen. In Höhe der Querung der Bahnstrecke 3520 bei RTW-km 15,6 trifft die Trasse auf eine Flugsanddüne, die sich durch einen Geländesprung um ca. 12 m deutlich abzeichnet. Bei RTW-km 16,5 erfolgt der Übergang zum PFA Süd.

Im Rahmen der geotechnischen Erkundung wurden entlang der RTW-Trasse Bohrungen und Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von 30 m unter GOK niedergebracht. Ausgewählte Bohrprofile aus der geotechnischen Erkundung im PFA Mitte von RTW-km 7,8 bis 16,1 sind in den geologischen Schnitten in den **Anlagen 18.1.2.2 – 18.1.2.4** dargestellt. Eine Detaildarstellung des Bereiches Tunnel Bf Höchst vom RTW-km 10,3 bis 10,7 findet sich in der **Anlage 18.1.2.5**. Die Lage der Schnitte mit den einbezogenen Aufschlussbohrungen findet sich in der **Anlage 18.1.2.1**.

2.2 Hydrogeologische Verhältnisse im Untersuchungsraum

Entlang der RTW-Trasse bilden im Niddagraben die pliozänen Sande den obersten Grundwasserleiter in den lokal mehrere Meter mächtige Tonlagen eingelagert sind.

Auf dem Höchst-Sulzbacher Horst ragen die Hydrobienschichten in den aus Nidda- und Main-sedimenten zusammengesetzten Porenaquifer.

Anlage 18.1.3.1 zeigt einen Grundwassergleichenplan des Untersuchungsgebietes, der nördlich des Mains auf dem Gleichenplan vom Juni 1994 beruht (HLUG 2009). Südlich des Mains wurden die Grundwasserhöhengleichen des Oktober 2007 verwendet, welche ebenfalls von dem HLUG zur Verfügung gestellt werden (HLUG 2008). Entlang der geplanten Trasse wurden im Rahmen der Baugrunduntersuchungen Grundwassermessstellen eingerichtet. Die in diesen Messstellen im Oktober 2014 gemessenen Grundwasserstände sind im Gleichenplan ebenfalls eingetragen. Die Wasserstände fügen sich gut in die großräumige Grundwasserströmung ein. Genaue Angaben zu den Grundwasserstandsmessungen und dem Ausbau der Grundwassermessstellen entlang der RTW-Trasse sind den geotechnischen Fachgutachten zu entnehmen.

Der dargestellte Gleichenplan ist repräsentativ für mittlere klimatische Verhältnisse. Die großräumige Grundwasserströmungsrichtung ist senkrecht zum Main gerichtet, die Vorfluter Sulzbach, Nidda, Liederbach und Kelsterbach (auch Kelster genannt) beeinflussen die Strömungsrichtung nur geringfügig. Aufgrund der wechselnden Durchlässigkeiten sowie der Grundwasserentnahme durch die Wasserwerke (WWe) der Hessenwasser fällt das Grundwassergefälle nördlich des Mains deutlich höher aus, als südlich des Mains.

Bei mittleren klimatischen Verhältnissen und aktuellen Entnahmebedingungen der umliegenden WWe fallen die Grundwasserstände entlang der RTW-Trasse vom Beginn des PFA Mitte bis zum Main von etwa 105 mNN auf 88 mNN, südlich des Mains steigen sie von etwa 88 mNN auf 91,5 mNN am Ende des PFA Mitte nahe des WWs Hinkelstein an.

Die Grundwasserstände südlich des Mains werden durch die Grundwasserentnahmen der hier ansässigen WWe um mehrere Meter abgesenkt. Nördlich des Mains sind diese Effekte im Bereich des PFA Mitte deutlich geringer ausgeprägt. Mittels Modellrechnungen wurden mit zwei Strömungsmodellen (**Anhang V** und **Anhang VI**) die Grundwasserstände ermittelt, welche sich ohne Förderung der WWe einstellen würden (**Anlage 18.1.3.2**). Nördlich des Mains ergeben sich keine größeren Unterschiede, die Grundwassergleichen für mittlere Verhältnisse entsprechen weitgehend denen der Nullaufspiegelung. Südlich des Mains ergeben sich hingegen deutliche Abweichungen. Vom Main ausgehend, welcher die Grundwasserstände stabilisiert, steigt die Differenz zwischen mittleren Grundwasserständen und Nullaufspiegelung bis zu WW Hinkelstein auf etwa 4 m an. In der Anlage 18.1.3.2 sind ebenfalls die Grundwassergleichen des Jahres 1884 dargestellt, welche der geologischen Karte entnommen wurden (HLFB 1980). Die Grundwasserstände von 1884 repräsentieren anthropogen weitgehend unbeeinflusste Grundwasserstände, so gingen in 1885 die ersten Wasserwerke in Betrieb. Abgesehen von anthropogenen Faktoren ist der Grundwassergleichenplan mittleren Grundwasserständen zuzuordnen.

Etwa bis zu den WW Hinkelstein und Schwanheim ergibt sich eine deutliche Übereinstimmung zwischen modellierten und gemessenen Grundwasserständen des Jahres 1884. Die Darstellung der gemessenen Grundwassergleichen von 1884 endet jedoch etwa bei der Langschneise, da im Gebiet der Talaue des Mains keine Messwerte vorliegen, welche eine Interpolation von Grundwassergleichen ermöglichen.

Die Flurabstände liegen entlang der RTW-Strecke im PFA Mitte nördlich des Mains zwischen 5 und 10 m (**Anlage 18.1.4**). Südlich des Mains bis zum Kelsterbach liegen die Flurabstände zwischen 5 und 7,5 m und steigen mit dem Übergang auf die Düne südlich des Kelsterbaches nach dem Taleinschnitt durch den Kelsterbach auf >10 m an.

2.3 Grundwasserqualität

Das Grundwasser im Untersuchungsgebiet nördlich des Mains ist als hartes Grundwasser einzuordnen, dessen Härtebildner Calcium und Magnesium aus der quartären Löss- und Lösslehmüberdeckung stammen. Anthropogene Stoffeinträge in das Grundwasser zeigen sich flächig v.a. in Form erhöhter Nitratgehalte sowie lokal im Vorkommen von Pestiziden (HLUG 2009). Südlich des Mains wird in den Stadtwaldwasserwerken mittelhartes Grundwasser gefördert.

Im Bereich des PFA Mitte südlich des Mains ist das Grundwasser durch diverse Schadstoffe belastet. Zur Sanierung der Grundwasserschäden und zum Schutz der Stadtwaldwasserwerke (v.a. WW Hinkelstein) werden im Bereich des Flughafens Sanierungs- bzw. Sicherungsbrunnen betrieben. Das entnommene Grundwasser wird gereinigt und das gereinigte Grundwasser wieder infiltriert. Ebenfalls sind mehrere Altlastenverdachtsflächen innerhalb des PFA Mitte im Bereich der RTW-Neubaustrecke dokumentiert. Die Mehrzahl der Flächen ist für den Grundwasserschutz nicht relevant, da sie nicht in das Grundwasser eingreifen und mögliche Bodenverunreinigungen durch die Baumaßnahmen nicht bevorzugt verlagert werden oder die Verunreinigungen vollständig saniert wurden. Eine Aufstellung der verzeichneten Altlasten findet sich im Bodenverwertung und Altlastenkonzept (BoVEK) des Vorhabens (DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH, 2020).

Im Bereich des geplanten Tunnel Bf Höchst am RTW-km 10,48 befindet sich der Standort eines ehemaligen Lockschuppens, welcher später mit Gleisanlagen überbaut wurde. Die Auffüllung enthält Bauschutt und Schlacken weist erhöhte Schwermetall- und PAK-Gehalte bis max. LAGA Z2 im Feststoff und Z1.2 im Eluat auf. Für das Vorhaben ergeben sich nach Fertigstellung des Tunnels keine Auswirkungen, da hier keine vorhabensbedingte beschleunigte Stofffreisetzung stattfindet. Dieses trifft auch für die ehemaligen Kiesgruben in Schwanheim entlang der Leunastraße zu, welche später verfüllt wurden. Bauzeitlich könnten jedoch bei einer evtl. erforderlichen Wasserhaltung am Tunnel erhöhte Stoffgehalte im Lenzwasser auftreten.

Am RTW-km 13,7 nahe der EÜ K813 kreuzt die Neubaustrecke den Bereich eines Ölunfalles. Der Schaden wurde vermutlich saniert. Der Sanierungsbrunnen wurde nach der Sanierung in einen Kontrollbrunnen umgewandelt, Untersuchungsergebnisse liegen nicht vor. Das weitere Vorgehen mit der zuständigen Behörde abgestimmt.

Auf dem Gelände der Infraserb GmbH & Höchst KG befinden sich Sanierungsbrunnen, welche Teile des dem Main zufließenden Grundwassers fassen. Anhand der Strömungsmodellierungen zur Bewertung der Aufstauwirkung des Tunnel Bf Höchst wurden keine Veränderungen des Einzugsgebietes dieser Brunnen festgestellt (s. Kap. 6.3).

2.4 Böden

Die Böden im Untersuchungsgebiet sind durch die dichte Bebauung im Stadtgebiet Unterliederbach, Sossenheim und dem Betriebsgelände Höchst stark anthropogen überprägt und durch Baumaßnahmen und örtliche Abtragungen und Auffüllungen in ihrer natürlichen Horizontierung verändert. Entsprechend lückenhaft sind die in den Digitalen Bodenflächendaten für Hessen (BFD50) enthaltenen Informationen.

Unter Zuhilfenahme der geologischen Karten Blatt Nr. 5917 (HLFB 1980), der geologischen Karte Blatt Nr. 5817 (HLUG 2009) sowie der „Übersichtskarte zum Gliederungsprinzip der Bodenkarte“ (HLFB 1990) lässt sich eine Grobgliederung für die Situation vor der Besiedelung ableiten. Eine Darstellung der BFD50 (HLUG 2007) findet sich in der **Anlage 18.1.5**, eine Tabelle mit den betroffenen Bodeneinheiten in der Tabelle 1.

In PFA Mitte nördlich der EÜ BAB 66 setzt sich das Ausgangssubstrat aus äolischen Sedimenten des Pleistozäns zusammen (Löss). Aus dem Substrat haben sich im Zuge der Bodengenese mächtige Parabraunerden ausgebildet (GEN-ID: 132 und 133). Beginnend mit der EÜ BAB 66 bis zum Main sind in der BFD50 im Streckenverlauf der RTW ausschließlich Böden und Flächen mit anthropogener Überprägung verzeichnet. Auf Grundlage der geologischen Karte kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich die Lössbildungen einschließlich örtlicher Umlagerungen bis über den Sossheimer Weg fortsetzen. Aufschüttungen und künstlich verändertes Gelände findet sich hier nur östlich der Strecke im Bereich des Mombacher Weges bis zur Sossheimer Straße.

Etwa ab dem Sossheimer Weg bis zum Main stehen nach den geologischen Karten großflächig Kiese und Sande einer pleistozänen Terrasse (HLUG 2009) bzw. ungegliederte Ablagerungen des Mains (HLFB 1980) an. Im Bereich des Liederbaches finden sich Nebentalsedimente (Lehm, Ton, sandig, z.T. kiesig). In der BFD50 sind hier ausschließlich Böden und Flächen mit anthropogener Überprägung verzeichnet. Südlich des Sossheimer Weges ist somit ein Wechsel der Bodenzusammensetzung hin zu einem gröberen Ausgangsmaterial zu erwarten. In anderen Bereichen mit vergleichbarem Ausgangsmaterial haben sich im Hessischen Ried Braunerden ausgebildet.

Südlich des Mains setzen sich die Böden vornehmlich aus sandigen und schluffig-lehmigen Hochflutsedimenten zusammen, welche sich zu Parabraunerden mit Pseudogley-Parabraunerden und Parabraunerden ausgebildet haben. Bei den sandigen Böden (GEN-ID: 74) überlagern etwa 3 bis 6 dm mächtige Hochflutsande etwa 2 bis 4 dm mächtige Hochflutlehme, welche wiederum meist von 2 bis 3 dm mächtigen Hochflutsanden oder -schluff mit Carbonatanreicherungshorizont/Rheinweiß unterlagert werden. Die unterste Schicht bilden Terrassensande. Bei den schluffigen Böden (GEN-ID: 79) überlagern etwa 3 bis 6 dm mächtige Hochflutschluffe oder -lehme

etwa 3 bis 6 dm mächtige Hochflutschluffe oder -tone, welche wiederum von 2 bis 4 dm mächtigen Hochflutsanden und/oder -schluffen mit Carbonatanreicherungshorizont/Rheinweiß unterlagert werden. Die unterste Schicht bilden Terrassensande.

Die sandigen und schluffig-lehmigen Hochflutsedimente wechseln sich in ungeordneter Abfolge südlich des Main bis zur Einschleifung in die Bestandsstrecke in ungeordneter Reihenfolge ab. Westlich der Schmitt'schen Grube sind in der BFD50 Böden und Flächen mit anthropogener Überprägung verzeichnet, nach der geologischen Karte stehen hier ältere Hochflutlehme des Mains an. Von Auffüllungen ist nach der geologischen Karte bei dem Sanofi Betriebsparkplatz auszugehen.

Lokal sind in der BFD50 im Bereich der EÜ B40 Galerie Böden aus fluviatilen (Terrassen-)Sedimenten (GEN-ID: 106) verzeichnet, im Bereich des Kelsterbaches finden sich Böden aus organogenen Substanzen (Niedermoortorfe und Auesedimente).

Tabelle 1 Bodeneinheiten

74 – Parabraunerde mit Pseudogley-Parabraunerde				79 – Parabraunerde aus Hochflutschluff und -lehm			
Horizont	Tiefe	Bodenart	nFK	Horizont	Tiefe	Bodenart	nFK
Ap	0 - 3 dm	Sl3	170	Ap	0 – 3 dm	Ls2	160-170
Al	3- 6 dm	Sl3		Al	3 – 4 dm	Ls2	
II Bt	6 - 10 dm	Ls3		II Bt	4 – 10 dm	Lt3	
III fGco	10 - 13 dm	Su3		III f Gco	10 – 12 dm	Uls	
IV rGo	13-20 dm	gS		IV rGo	12 – 20 dm	Ss	
106 – Braunerde aus 3 – 8 dm Fließerde (Pleistozän)				132 – Parabraunerde, erodiert aus Löss			
Horizont	Tiefe	Bodenart	nFK	Horizont	Tiefe	Bodenart	nFK
Ap	0 - 3 dm	Su3	110	Ap	0 – 3 dm	Tu3	200
Bv	3 - 5 dm	Su3		Bt	3 – 5 dm	Lu	
II ilCn	5 - 20 dm	gS		elCn	5 – 20 dm	Uu	
133 – Parabraunerde, aus Löss							
Horizont	Tiefe	Bodenart	nFK				
Ap	0-3	Ut3	216				
Al	3-5	Ut3					
Bt	5-9	Tu3					
Btv	9-10	Ut3					
elCn	10-20	Uu					

2.5 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Die hydrogeologischen Standortfaktoren sind im Untersuchungsgebiet bzgl. des Grundwasserschutzes meist günstig ausgebildet. Nachfolgend werden Richtwerte für Faktoren angegeben, welche die Schutzfunktion maßgeblich beeinflussen:

- **Nutzbare Feldkapazität:** Die im PFA Mitte angetroffenen Braunerden und Parabraunerden weisen im allg. hohe nutzbare Feldkapazitäten > 100 mm auf. Bei den sich aus Löss gebildeten Parabraunerden werden sogar nFK-Werte > 200 mm erreicht. Durch eine hohe nutzbare Feldkapazität kann das Sickerwasser im Boden vor Eintritt in das Grundwasser verstärkt gehalten werden.
- **Sickerwassermenge:** Nach HLUG 2009 betragen im Taunusvorland und im Niddatal die Grundwasserneubildungsraten ca. 95 - 125 mm/a, südlich des Mains variiert diese im Bereich der Neubaustrecke außerhalb von Versiegelungsflächen zwischen 50 und 200 mm/a (HLUG 2004). Die Sickerwassermenge kann als durchschnittlich eingestuft werden.
- **Vertikale Durchlässigkeit:** Nördlich des Bf Höchst sowie südlich des Mains zwischen der EÜ K162 und der EÜ B40 stehen direkt unter der Bodenzone mehrere Meter mächtige Schluff- und Tonpakete an, die geringe hydraulische Durchlässigkeiten aufweisen ($\leq 10^{-6}$ m/s) und damit zu langen Sickerzeiten in der ungesättigten Zone führen. Die Grundwasserüberdeckung zwischen RTW-km 10,5 und 13,1 sowie ab RTW-km 15,5 ist höher durchlässig.
- **Gehalt an organischem Kohlenstoff und Pufferwirkung:** Die anstehenden Braunerden und Parabraunerden aus Löss und Hochflutsedimenten besitzen meist durchschnittliche Gehalte an organischem Kohlenstoff. Um den Bf Höchst und das Betriebsgelände Höchst sind Auffüllungen verbreitet, welche sich aus Sanden zusammensetzen und nur niedrige Corg-Gehalte sowie eine geringe Pufferleistung aufweisen.
- **Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung:** Die Flurabstände liegen außerhalb der Gewässerniederungen > 5 m. Südlich des Kelsterbaches beim Übertritt der Trasse in das WSG III A der Stadtwaldwasserwerke steigen diese auf > 10 m an.

3 Oberflächengewässer

Die RTW quert im PFA Mitte den Sulzbach, den Main und den Kelsterbach. Die Querung des Mains erfolgt über die bestehende Leunabrücke. Das Vorhaben RTW bringt keine Maßnahmen am Brückenbau mit sich, die sich auf den Abfluss oder die Wasserstände des Mains auswirken. Beim Liederbach ergeben sich durch die Verlegung des Liederbachtunnels keine Auswirkungen auf das Überschwemmungsgebiet. Einleitungen aus der Streckenentwässerung sind für den Sulzbach und den Kelsterbach vorgesehen.

3.1 Einleitungen

Es ist geplant, das Entwässerungswasser aus verschiedenen Teilentwässerungsflächen in den Sulzbach und in den Kelsterbach einzuleiten. Die Anforderungen an die Entwässerung werden nach DWA-A 153 bewertet (Anlage 18.2 der Planfeststellungsunterlagen), eine tabellarische Aufstellung mit den Einleitstellen findet sich in Tabelle 2.

Sulzbach

Es ist vorgesehen, den Entwässerungsabschnitt TE01 (RTW-km 6,5 – 7,6) in die Vorflut Sulzbachbach zu entwässern. Das Entwässerungswasser des TE01 wird in trassenbegleitenden Sickereinrichtungen (Sickermulden) gesammelt und nach der Passage über ~~die belebte Bodenzone~~ **neden bewachsenen Oberboden** über die Entwässerung abgeführt. Die quantitativen und qualitativen Nachweise werden mit vereinfachten Nachweisverfahren nach dem DWA-Regelwerk DWA-M 153 geführt. Als mittlere Ausleitung wurde eine Menge von ca. 4.100m³/a ermittelt (siehe Kap. 5.1).

Das Entwässerungswasser des TE01b fällt auf der EÜ BAB 66 an (RTW-km 7,6– 7,8). Als mittlere Ausleitung wurde eine Menge von ca. 1.100 m³/a ermittelt.

Die Einleitstellen befindet sich in unmittelbarer Nähe des Brückenbauwerkes Sulzbach. Nähere Informationen zur Streckenentwässerung sind der Entwässerungsplanung und dem Erläuterungsbericht zu entnehmen.

Kelsterbach

In den Kelsterbach wird das gesammelte Niederschlagswasser der TE12a und 12b eingeleitet. Das Wasser wird auf der Trasse und untergeordnet auf Bauwerken gesammelt und über trassenbegleitende Sickermulden der Transportleitungen der Tiefenentwässerung zugeführt. Auch hier wird in der Mulde über eine belebte Bodenzone versickert.

Die Einleitstelle befindet sich unmittelbar am Ausgang der Verrohrung des Kelsterbaches. Die quantitativen und qualitativen Nachweise werden mit vereinfachten Nachweisverfahren nach dem DWA-Regelwerk DWA-M 153 geführt (Anlage 18.2 der Planfeststellungsunterlagen). Die Entwässerungsmengen betragen im Mittel etwa 3.000 bzw. 2.100 m³/a (siehe Kap. 5.1).

Tabelle 2 Einleitstellen Vorfluter Entwässerung

Herkunft	Einleitungs- stelle	Gewässer	Folgegewässer	Menge (max.)	Menge (mit- tel)	Unterlagen/Be- merkungen
TE 01a	Flur: 16 Flurstück: 108 R: 3468075 H: 5554180	Sulzbach (III. Ordnung)	Nidda (II. Ord- nung)	14,6 l/s	4.144 m³/a	
TE 01b	Flur: 16 Flurstück: 108 R: 3468053 H: 5554177	Sulzbach (III. Ordnung)	Nidda (II. Ord- nung)	1,7 l/s	1.104 m³/a	
TE 12a	Flur: 1 Flurstück: 1756 R: 3467401 H: 558318	Kelsterbach (III. Ordnung)	Main (I. Ord- nung)	12,8 l/s	5.092 m³/a	
TE 12b	Flur: 1 Flurstück: 1756 R: 3467403 H: 558318	Kelsterbach (III. Ordnung)	Main (I. Ord- nung)	8,9 l/s	2.090 m³/a	

3.2 Überschwemmungsgebiete

Die RTW durchfährt im PFA Mitte die Überschwemmungsgebiete vom Sulzbach, Liederbach und Main. Für den ebenfalls gequerten Kelsterbach ist im Bereich der RTW-Neubaustrecke kein Überschwemmungsgebiet ausgewiesen. Der Main wird auf einer bestehenden Brücke gequert.

Nach § 78 WHG ist in Überschwemmungsgebieten u. a. die Errichtung baulicher Anlagen und das Erhöhen und Vertiefen der Erdoberfläche grundsätzlich untersagt und bedarf einer Genehmigung der zuständigen Behörde.

Eine Darstellung der festgesetzten Überschwemmungsgebiete im gesamten Untersuchungsgebiet nach Hessischem Wassergesetz (HWG) und Wasserhaushaltsgesetz (WHG) findet sich in der **Anlage 18.1.6.1**. Detailpläne der Überflutungsflächen des Sulzbaches und des Liederbaches sind in **Anlage 18.1.6.2** und **Anlage 18.1.6.3** dargestellt.

Sulzbach

Das Überführungsbauwerk über den Sulzbach ist als aufgeständerte Brücke mit einer Gesamtlänge von ca. 150 m geplant. Im Überschwemmungsgebiet zwischen den Deichen liegt das nordöstliche Auflager und eine Pfeilerachse sowie ein Abschnitt von etwa 25 m der Rampenböschung. Die Pfeilerachsen bestehen aus jeweils zwei Säulen mit einem Durchmesser von ca. 1,5 m, d.h.

einer Grundfläche von jeweils ca. 1,8 m². Das westliche Auflager inklusive der Böschung ragt etwa 30 m in das Überschwemmungsgebiet hinein. Insgesamt ergibt sich eine Fläche von ca. 750 m², auf welcher in das Überschwemmungsgebiet eingegriffen wird. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich die Böschung ganz am Rand des Überschwemmungsgebietes befindet und die Wassertiefen dementsprechend gering ausfallen. So wird für die nahe des Flussbettes gelegene Stützen eine Wassertiefe von 2 m bei einem HQ100-Ereigniss angenommen und im Randbereich eine Wassertiefe von 0,5 m. Die Abschätzungen zur Wassertiefe im Bereich der Pfeiler wurden anhand der Hochwasserrisikomanagementplänen vorgenommen (RP Da 2015). Im Randbereich wurde die Wassertiefe anhand der Topografie und der Entfernung zum Überschwemmungsrand abgeschätzt. Damit ergibt sich eine Minderung der Retentionsvolumens von ca. 380 m³ im Hochwasserfall (750 m² x 0,5 m + 1,8 m² x 2 m x 2). Dieser wird durch ortsnahe Geländemodellierungen ausgeglichen. Der Retentionsraumverlust kann jedoch erst mit der Ausführungsplanung zuverlässig ermittelt werden. Daher beabsichtigt die Vorhabenträger in diesem Planungsstadium die entsprechenden Volumen zu ermitteln und daraufhin in Absprache mit der zuständigen Behörde die Ausgleichsmaßnahmen zu planen.

Der zu verlegende Strommast 1016 befindet sich bereits außerhalb des Überschwemmungsgebietes.

Liederbach

Die bestehende Bahnunterquerung des Liederbachs wird im Rahmen der Bauarbeiten für das RTW-Bauwerk Tunnel Bf Höchst um ca. 50 m nach Westen verlegt und verläuft dann über eine Strecke von 70 m parallel zur RTW-Strecke auf seiner Westseite in einem gemeinsamen Bauwerk.

Nach dem festgesetzten Überschwemmungsgebiet überschwemmt der Liederbach im Hochwasserfall Teile des Ortsgebietes Unterliederbach und es bildet sich ein zweiter Abfluss aus, welcher entlang der Liederbacher Straße/Leunastraße verläuft und hier die Bahnstrecke kreuzt. Dieser Abflussstrang wird durch das Vorhaben der RTW nicht berührt. Vor dem Einlass des derzeitigen Liederbachtunnels ist eine kleinere Überflutungsfläche auf den Grünflächen zwischen Bahnstrecke, Liederbacher Straße und Häuserzeile Gebeschusstraße verzeichnet, welche durch die RTW ebenfalls nicht berührt wird.

Aufgrund der Hochwassersituation am Liederbach ist ein Hochwasserrisikomanagementplan für das Einzugsgebiet Sulzbach/Liederbach erstellt worden (Fugro GmbH 2015). Die hier ermittelten Überflutungsflächen bei einem 100-jährigen Abflussereignis unterscheiden sich in den für die Planung relevanten Bereichen von den ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten. So werden Flächen südlich des Bf Höchst zwischen Leunastraße undzeitigem Liederbachtunnel überschwemmt, welche im Planzustand entfallen würden. Der Versatz des Tunnels Bf Höchst führt zu keiner Reduzierung des Retentionsraumes des ausgewiesenen Überschwemmungsgebietes.

Für den Liederbach wurde ein eigenes Gutachten erstellt, welches die Hochwassersituation zusammen mit den hydraulischen Berechnungen zum Liederbachtunnel und die Relevanz des Vorhabens für die Belange der WRRL betrachtet (**Anhang II**). Das Tunnelbauwerk wurde im Hinblick

auf die Durchleitung eines HQ_{100} – Abflusses geprüft. Anlagenbedingte Auswirkungen, welche eine Verschlechterung des Gewässers „Unterer Liederbach“ zur Folge haben, sind nicht zu erwarten. Ebenfalls sind baubedingte Auswirkungen, welche eine Verschlechterung des Gewässers „Unterer Liederbach“ zur Folge haben, derzeit nicht erkennbar. Die geplante Maßnahme verhindert nicht die Verbesserung des Gewässers durch andere Maßnahmen.

Kelsterbach

Die Querung des Kelsterbachs verläuft über ein Dammbauwerk. Hierzu wird der bestehende Straßendurchlass des Kelsterbachs unter der Querspange Kelsterbach (Betonrohr DN 1500) um ca. 44 m verlängert. Das Dammbauwerk befindet sich außerhalb des festgesetzten Überschwemmungsgebietes des Kelsterbachs (Anlage 18.1.6.1).

4 Wasserschutzgebiete

4.1 Wasserschutzgebiet Tiefbrunnen Sulzbach

Das im Festsetzungsverfahren befindliche WSG TB I Sulzbach, Zone III wird zwischen der Überquerung des Sulzbaches und der BAB 66 in seinem Randbereich auf einem Abschnitt von < 100 m durchfahren (RTW-km 7,7). In diesem Abschnitt sind [bis auf die Herstellung des Mastes Amprion Mast 1016](#) keine Ingenieurbauwerke vorgesehen, die EÜ Sulzbach und die EÜ BAB 66 befinden sich bereits außerhalb des Schutzgebietes. Der Tiefbrunnen Sulzbach befindet sich etwa mittig zwischen Main-Taunus-Zentrum und Sulzbach. Er erschließt Hydrobienschichten in 83 bis 166 m Tiefe, aus welchen Grundwasser aus miozänen Kalksteinen entnommen wird. Eine Wirkung des Vorhabens auf die Brunnen kann ausgeschlossen werden. Besondere Maßnahmen zum Schutz der Brunnen sind daher nicht erforderlich.

4.2 Wasserschutzgebiet der Stadtwaldwasserwerke

Die RTW-Neubaustrecke verläuft im PFA Mitte von RTW-km 14,75 bis zum Beginn des PFA Süd bei RTW-km 16,5 (Übergang in die Bestandstrecke) im Wasserschutzgebiet (WSG) Zone IIIA [der Wasserwerke im Stadtwald in der Nähe](#) des WWs Hinkelstein. Das WW Hinkelstein gehört gemeinsam mit den WWen Schwanheim, Goldstein und Oberforsthaus zu den Frankfurter Stadtwaldwasserwerken der Hessenwasser. Die Stadtwaldwasserwerke besitzen eine gemeinsame Wasserschutzgebietsverordnung (WSG-VO), welche dem Gutachten in der **Anlage 18.1.8.1** beigefügt wurde.

Relevant für das Vorhaben ist der §4(1). Er verbietet das direkte Einbringen von Abwasser einschließlich des auf Straßen und sonstigen befestigten Flächen anfallenden Niederschlagswassers in das Grundwasser ohne reinigende Bodenpassage im WSG IIIB und in allen übergeordneten WSG. Nach §5(3) ist das Versickern von Abwasser einschließlich des auf Straßen und sonstigen Flächen anfallenden Niederschlagswassers im WSG IIIA ohne reinigende Bodenpassage verboten. Ausgenommen ist die breitflächige Versickerung bei günstigen Standortverhältnissen. Die Tatbestände werden bei der Planung der der Trassenentwässerung berücksichtigt, indem die Anforderungen an die Reinigung entsprechend hoch gewählt werden und die Fließzeit zu den Gewinnungsbrunnen Hinkelstein berücksichtigt werden. Die trassenbegleitenden Sickeranlagen werden entsprechend der Arbeitsblätter DWA-A 138 und DWA-A 153 geplant und bemessen (s. Anlage 18.2 der Planfeststellungsunterlagen). Eine ausreichende Reinigung wird durch die Passage ~~der belebten Bodenzone eines qualifizierenden bewachsenen~~ Oberbodens und einer mächtigen ungesättigten Zone erreicht. Alle geplanten Sickerbecken befinden sich außerhalb des WSG.

Der §5(10) der WSG-VO verbietet Bohrungen, Erdaufschlüsse oder sonstige Bodeneingriffe mit wesentlicher Minderung der Grundwasserüberdeckung im WSG IIIA und allen übergeordneten WSG, sofern nicht fachbehördlich festgestellt worden ist, dass eine nachteilige Veränderung des Grundwassers nicht zu besorgen ist. Wesentliche Eingriffe in den Untergrund im WSG finden

ausschließlich bei der Herstellung der Tiefgründung des Galeriebauwerkes EÜ B40 und der Querung der Trinkwasserleitung bei Kelsterbach statt. Die EÜ Schwanheimer Knoten befindet sich bereits außerhalb des Schutzgebietes.

Nach §4(6) ist im WSG IIIB und allen übergeordneten WSGen die Verwendung von auswaschungsfähigen oder auslaugbaren wassergefährdenden Materialien verboten. Bei der Einbringung von Baustoffen in den Untergrund, z.B. bei der Verwendung von zementgebundenen Werkstoffen wie sie bei Bohrankern und Bohrpfählen verwendet werden, wird die chemische und hygienische Unbedenklichkeit durch die Verwendung ausschließlich geeigneter Ausgangsstoffe nach DVGW-W 347 (2006) sichergestellt. In dem Arbeitsblatt wird auf die entsprechenden DIN-Normen verwiesen, in welchen in der Tabelle 6a die zugelassenen Zemente, Gesteinskörnungen, Zugabewasser sowie Zusatzstoffe und –mittel gelistet werden. In der Regel genügen chromatarme Zemente den Anforderungen an den Grundwasserschutz. Es wird im WSG nur nicht recyceltes Z0-Material verwendet.

Im WSG IIIB und allen WSG-Zonen mit umfangreicheren Beschränkungen ist nach §4(7) die Anwendung von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln mit W-Auflage und Pflanzenschutzmitteln, die einen Wirkstoff enthalten für den in WSG ein Anwendungsverbot besteht, verboten. Auf den Neubaustrecken der RTW im WSG und auf Bauwerken werden diese Stoffe nicht eingesetzt, der Einsatz auf Bestandsstrecken der DB ändert sich durch den Betrieb der RTW nicht.

Weitere Auflagen der WSG-VO betreffen bauzeitliche Belange. So ist im WSG ist in der Zone IIIA der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen verboten. Im WSG IIIA sind daher Sicherungsmaßnahmen vorgesehen, welche in der Verordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) beschrieben sind. Gemäß AwSV werden alle relevanten Anlagen im WSG IIIA mit wassergefährdenden Stoffen doppelwandig und mit einem Leckanzeigesystem ausgeführt oder mit einem Rückhaltevolumen ausgestattet, welches das gesamte Volumen der gelagerten wassergefährdenden Stoffe aufnehmen kann. Baustelleneinrichtungsflächen im WSG IIIA werden flüssigkeitsdicht und beständig gegenüber mechanischer Belastung befestigt. Ist eine Entwässerung der Flächen über Sickerbecken unumgänglich, so wird sichergestellt, dass ausgetretene Schadstoffe zurückgehalten und entsorgt werden können. Die Lage der Baustelleneinrichtungsflächen sowie der Zufahrtswege können dem Erläuterungsbericht zu den Planfeststellungsunterlagen PFA Mitte entnommen werden.

Neben der WSG-VO hat die Hessenwasser GmbH eine Anforderung zum Gewässerschutz für Arbeiten in WSG erstellt (Hessenwasser 2016). In dieser sind vornehmlich Anforderungen an die Überwachung zur Einhaltung der in den jeweiligen WSG-VO gelisteten Verbote enthalten sowie die Anforderungen an Baugeräte und Durchführung der Arbeiten genauer spezifiziert. Die Anforderung der Hessenwasser findet sich in der **Anlage 18.1.8.2**.

5 Niederschlagswasserableitung

5.1 Konzeption der Strecken- und Bauwerksentwässerung

Die geotechnischen Untersuchungen entlang der geplanten RTW-Trasse zeigen, dass die Sickerleistung der Böden im PFA Mitte in den Abschnitten, wo oberflächennah Tone/Schluffe angetroffen wurden, nicht ausreicht, um die bei der Streckenentwässerung der RTW anfallenden Wassermengen breitflächig zu versickern (DB Engineering & Consulting GmbH 2017). Daher wird im PFA Mitte nördlich des Mains das Niederschlagswasser gesammelt und in die Kanalisation bzw. in die Vorfluter Sulzbach eingeleitet. Südlich des Mains wird das Entwässerungswasser in Versickerbecken versickert, in die Kelster abgeführt und in trassenbegleitenden Sickereinrichtungen versickert (Tabelle 3).

Die Trasse verläuft weitgehend außerhalb von WSGen. Auf einem <100 m langen Abschnitt bei RTW-km 7,7 liegt die Trasse am oberstromigen Rand des WSG „TB I Sulzbach“. Weiterhin liegt die Trasse ab RTW-km 14,8 bis zum Übergang in die Bestandsstrecke in der Zone IIIA des WSG der Stadtwaldwasserwerke. Die Fließzeiten zwischen Trasse und den Brunnen liegen durchweg über 1 Jahr.

Nach WSG-VO der Stadtwaldwasserwerke ist im WSG IIIA das Versickern von auf befestigten Flächen gesammelten Niederschlagswassers verboten, davon ausgenommen ist das breitflächige Versickern bei günstigen Standortverhältnissen.

Eine Versickerung mit Passage ~~der belebten Bodenzones~~ [des bewachsenen Oberbodens](#) ist auf dem Abschnitt im WSG der Stadtwaldwasserwerke hinsichtlich des Grundwasserschutzes möglich. Die quantitativen und qualitativen Nachweise zur Einleitung und zur Versickerung werden mit den Nachweisverfahren nach DWA-Regelwerk DWA-M 153 und DWA-A 138 geführt (s. Anlage 18.2 der Planfeststellungsunterlagen). Es wird konstruktiv sichergestellt, dass die auf der Trasse anfallenden Mengen in die trassenbegleitenden Sickermulden abgeführt werden.

Das Sickerbecken des TE 09 befindet sich auf der Ostseite der Neubaustrecke am RTW-km 12,15. In ein weiteres Versickerungsbecken am RTW-km 12,71 zwischen Leunastraße und Robert-Schnitzer-Straße wird das Entwässerungswasser des TE 10 eingeleitet. Das Versickerungsbecken des TE11 befindet sich etwa am RTW-km 13,75 östlich der EÜ K162. Alle Versickerungsbecken befinden sich außerhalb von wasserwirtschaftlichen Schutzgebieten und außerhalb des Einzugsgebietes der Gewinnungsanlagen der Hessenwasser (s. **Anlage 18.1.7**). [Entsprechend der Auslegung der Sickerbecken nach DWA-M 153 und DWA-A 138 werden diesen voraussichtlich Absetzbecken vorgeschaltet.](#)

Beginnend mit dem RTW-km 15,6 bis zum Übergang in die Bestandsstrecke am RTW-km 16,5 ist eine Versickerung in trassenbegleitenden Versickerungseinrichtungen vorgesehen. Die Mulden befinden sich im WSG IIIA der Stadtwaldwasserwerke, jedoch deutlich außerhalb des Bereiches, in welchen die Fließzeiten zu den Gewinnungsanlagen weniger als 1 Jahr betragen (s. Anlage 18.1.7).

Tabelle 3 Entwässerungsabschnitte im PFA Mitte

Bauwerk/Abschnitt	RTW-Kilometer von	RTW-Kilometer bis	Fläche [m²]	mittl. Ausleitungsmenge [m³/a]	Drosselabfluss	Entwässerung
TE01a - Gleisbau, untergeordnet Bauwerke, Böschung	6,50 +20	7,60 +10	17.710	4.144	14,6 l/s	Einleitung über belebte Bodenzone in Sulzbach
TE01b - Brückenbauwerk A66	7,60 +10	7,70 +80	2.360	1.104	1,7 l/s	In Sulzbach
TE02 - Gleisbau, untergeordnet Bauwerke, Böschung	7,70 +80	7,80 +60	14.050	3.288	14 l/s	Kanal der SEF
TE03a - Gleisbau, untergeordnet Bauwerke	8,50 +60	9,50 +85	2.250	527	2,2 l/s	Kanal der SEF
TE03b - Bauwerke	8,50 +60	9,50 +85	800	374	0,8 l/s	Kanal der SEF
TE04a - Gleisbau	8,50 +60	9,50 +85	2.355	551	2,3 l/s	Kanal der SEF
TE04b - Gleisbau, untergeordnet Bauwerke, Böschung	8,50 +60	9,50 +85	6.210	1.453	6,2 l/s	Kanal der SEF
TE04c - Gleisbau, untergeordnet Bauwerke, Böschung	8,70 +63	9,50 +70	2.585	605	2,5 l/s	Kanal der SEF
TE05a - Bf. Höchst			3.400	1.591		über bestehende EW-Einrichtungen der DB
TE05b - PU Bf. Höchst	10,30 +00		200	94	0,2 l/s	in bestehendes Kanalsystem
TE06 - Leunatunnel	10,30 +90	10,60 +75	2.510	1.175	2,5 l/s	Kanal der SEF
TE07 - Höchst, Leunastraße Nord						wie Bestand, keine wesentliche Änderung
TE08 - Leunabrücke						wie Bestand, keine wesentliche Änderung
TE09 - Bahnsteige, Bauwerke, untergeordnet Böschung	11,60 +90	12,20 +05	12.750	5.967		Über belebte Bodenzone in Tiefenentwässerung und Versickerbecken
TE10 - Gleisbau, untergeordnet Bauwerke	12,20 +05	13,00 +60	8.280	1.938		Über belebte Bodenzone in Tiefenentwässerung und Versickerbecken
TE11 - Gleisbau und Böschung, untergeordnet Bauwerke und flaches Gelände	13,00 +75	14,20 +10	26.890	6.292		Über belebte Bodenzone in Tiefenentwässerung und Versickerbecken
TE12a - Gleisbau und Böschung, untergeordnet Bauwerke und flaches Gelände	14,20 +10	14,80 +80	12.830	3.002	12,8 l/s	Einleitung über belebte Bodenzone in Kelster
TE12b - Gleisbau, Bauwerke, Böschung, flaches Gelände	14,80 +80	15,60 +10	8.930	2.090	8,9 l/s	Einleitung über belebte Bodenzone in Kelster
TE13 - Gleisbau, untergeordnet Bauwerke, Böschung, flaches Gelände	15,60 +10	16,20 +20	11.880	2.780		Muldenversickerung
TE14 - Gleisbau, untergeordnet Bauwerke, Böschung, flaches Gelände	15,60 +10	16,20 +20	27.345	6.399		Muldenversickerung

5.2 Qualität des Entwässerungswassers

Die Qualität des Entwässerungswassers aus dem Bahnbetrieb ist Inhalt mehrerer Gutachten und Untersuchungen (u.a. BUWAL 2002, ARGE WASSER-UMWELT-GEOTECHNIK 2005, EAWAG 2005). Von BGS UMWELT wurden 2009 und 2015 zu dieser Fragestellung eigene Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse nachfolgend kurz zusammengefasst werden (u.a. Bodenchemisches Gutachten im Auftrag der RTW GmbH, Anhang IV). Das Untersuchungsgebiet des Bodenchemischen Gutachtens (BGS Umwelt 2015) befindet sich dabei unmittelbar südlich des Bf Stadion.

Schnellfahrstrecke (SFS) Köln – Rhein/Main (BGS UMWELT 2009)

Von BGS UMWELT wurde 2009 im Rahmen der Planung der NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar ein Gutachten zur Abschätzung der Qualität des Entwässerungswassers aus dem Gleisbereich erstellt. Hierzu wurden an der Neubaustrecke Köln – Rhein/Main unter regulärem Bahnbetrieb an mehreren Probenahmestellen Sedimentproben und Wasserproben aus dem Abfluss des Oberbaus genommen. Die Neubaustrecke Köln – Rhein/Main ist eine Hochgeschwindigkeitsstrecke für den Personenfernverkehr mit Fester Fahrbahn. Ergänzend wurden Sediment- und Wasserproben aus dem Versickerungsbecken am Knoten Sportfeld (Frankfurter Stadtwald) genommen. In das Versickerungsbecken Sportfeld entwässern Streckenabschnitte mit einem Schotteroberbau, verschiedene Überführungsbauwerke und der Bf Sportfeld. Die Probennahmen erfolgten im Herbst 2008 und im Sommer 2009. Die Analyseergebnisse der Wasserproben sind in **Anlage 18.1.9.1** zusammengefasst.

Bei den Wasserproben aus dem Abfluss der Festen Fahrbahn waren die organischen Substanzen PAK und PCB unauffällig. Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), gemessen als KW-Index C₁₀-C₄₀, wurden in einzelnen Proben der Festen Fahrbahn in Gehalten bis zu 1,3 mg/l bestimmt. Damit wird der Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS-Wert) der GWS-VwV (Hessischer Staatsanzeiger 2016) von 0,1 mg/l deutlich überschritten. Darüber hinaus wurden in einzelnen Proben Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA in Konzentrationen über dem GFS-Wert von 0,1 µg/l nachgewiesen.

Bei den Schwermetallen waren Kupfer und Zink in fast allen Proben nachweisbar, dabei überwiegend in Konzentrationen über den GFS-Werten. Auffällig waren hierbei einige deutlich erhöhte Kupfermesswerte von 0,1 - 1,2 mg/l (GFS-Wert 445,4 µg/l). Blei, Chrom und Nickel wurden einzeln bestimmt, die Messwerte lagen geringfügig über den GFS-Werten. Nicht nachweisbar waren Arsen, Cadmium und Quecksilber.

Bzgl. der Prüfwerte aus der Bundes-Bodenschutzverordnung ergeben sich Überschreitungen für die Substanzen Kohlenwasserstoffe, Kupfer und Chrom.

Auch in den Wasserproben aus dem Versickerungsbecken Sportfeld (Abfluss aus Streckenabschnitt mit Schotteroberbau) waren Glyphosat und AMPA bestimmbar, AMPA dabei in Konzentrationen über dem GFS-Wert. Alle übrigen untersuchten organischen Substanzen waren unauffällig (**Anlage 18.1.9.2**).

Bei den Schwermetallen überschritt am Versickerungsbecken Sportfeld Arsen in beiden Proben mit Messwerten von 100 µg/l deutlich den GFS-Wert von 403,2 µg/l. Ebenso wurden Blei, Nickel und Kupfer in Konzentrationen über den GFS-Werten festgestellt. Cadmium, Chrom, Quecksilber und Zink waren nicht bestimmbar oder lagen unterhalb der GFS-Werte.

Am Versickerungsbecken Sportfeld wurde nur für Arsen der Prüfwert der Bundes-Bodenschutzverordnung überschritten.

Der pH-Wert der Wasserproben lag sowohl an der NBS Köln – Rhein/Main als auch am Versickerungsbecken Sportfeld zwischen 7,5 und 8,3 und damit im leicht basischen Bereich. Bei dieser Bodenreaktion erfolgt keine Mobilisierung von Schwermetallen.

Ergänzend zu den Wasserproben wurden Sedimentproben aus zwei Versickerungsbecken an der NBS Köln – Rhein/Main und aus dem Versickerungsbecken Sportfeld untersucht. Die Eluate aller Sedimentproben waren unauffällig. Nach der Bodenpassage werden die Prüfwerte bzw. GFS-Werte der BBodSchV und der GWS-VwV eingehalten.

Bodenchemisches Gutachten Frankfurter Stadtwald (BGS UMWELT 2015)

Im Oktober 2014 wurden im Frankfurter Stadtwald entlang der Bahnstrecke am Knoten Sportfeld (Bf Stadion) bodenchemische Untersuchungen durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war es festzustellen, ob aus dem bestehenden Bahnbetrieb ein Stoffeintrag in den Boden erfolgt und eine Mobilisierung und Tiefenverlagerung von Schadstoffen zu befürchten ist. Das Bodenchemische Gutachten ist dem vorliegenden Gutachten als **Anhang IV** beigelegt.

Es wurden hierzu entlang der bestehenden Bahnstrecken auf einer Streckenlänge von ca. 3 km an sieben Bohransatzpunkten Bodenproben bis in eine Tiefe von 2 m unter GOK entnommen. Alle Bodenproben werden mit Ausnahme des Bohransatzpunktes 2 in wenigen Metern Abstand zum Schotterkörper der Bahntrasse genommen. Der Bohransatzpunkt 2 wurde ca. 15 – 20 m von den Gleisen abgerückt und dient als von der Bahn weitgehend unbeeinflusste Referenzprobe. Auf der Grundlage bodenchemischer Untersuchungen wurden die aktuelle Bodenbelastung und Bodenreaktion ermittelt sowie die Versauerungsgefährdung und das damit einhergehende Risiko einer Tiefenverlagerung von Schwermetallen bewertet.

Vier Bohransatzpunkte lagen auf Auffüllungen, drei Standorte waren weitgehend natürlich und befinden sich auf Sandböden. Die Bodenproben wurden auf organische Schadstoffe (PAK und Kohlenwasserstoffe) und Schwermetalle am Feststoff und im Eluat, Pestizide im Eluat sowie weitere kennzeichnende bodenchemische Eigenschaften untersucht.

An der Festsubstanz wurden in mehreren Proben Schwermetalle und PAK in Konzentrationen nachgewiesen, die die Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) deutlich überschreiten. Auch Kohlenwasserstoffe waren in erhöhten Konzentrationen nachweisbar.

Es zeigte sich, dass die Auffüllungen deutlich höhere Schadstoffkonzentrationen aufweisen als die natürlichen Standorte und sich bei den Auffüllungen die Belastung über die gesamte Profiltiefe erstreckt. Der wesentliche Schadstoffeintrag in das Untersuchungsgebiet erfolgte mit dem Auffüllungsmaterial.

An den natürlichen Standorten war dahingegen die Schwermetallbelastung (u.a. Kupfer, Nickel, Zink) weitestgehend auf den A_h-Horizont beschränkt (oberer humoser Bodenhorizont mit einer Mächtigkeit von 10 – 20 cm). Die organischen Substanzen Kohlenwasserstoffe und PAK waren an den natürlichen Standorten an der Festsubstanz nur vereinzelt bestimmbar, auch hier vorwiegend im Oberboden.

Die Messwerte des Bodeneluats waren an allen Standorten – natürliche Böden und Auffüllungen – generell unauffällig. Eine Ausnahme bildet ein erhöhter Messwert für Blei an einem anthropogen

überprägten Standort sowie der Nachweis des Pestizidmetabolits AMPA (Abbauprodukt von Glyphosat) an einem trassennahen Standort.

Dies zeigt, dass sowohl Schwermetalle als auch organische Schadstoffe fest an die Bodenmatrix gebunden sind. Eine Mobilisierung oder Tiefenverlagerung der Schwermetalle, die einen Eintrag in das Grundwasser befürchten lassen, war aus den Untersuchungsergebnissen nicht abzuleiten.

Zwischen den trassennahen natürlichen Standorten und der abgerückten Referenzprobe bestand mit Ausnahme des Nachweises von AMPA kein Unterschied in der Stoffbelastung. Ein Stoffeintrag durch den Bahnbetrieb war daher nicht nachweisbar. Der pH-Wert war an den trassennahen Standorten gegenüber der Referenzprobe leicht erhöht. Eine Mobilisierung von Schwermetallen aufgrund von Versauerung des Bodens ist dort nicht zu befürchten.

Die an allen natürlichen Standorten, einschließlich der abgerückten Referenzprobe, festgestellten erhöhten Stoffkonzentrationen im A_h-Horizont werden auf atmosphärische Deposition zurückgeführt.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen an der SFS Köln – Rhein-Main (BGS UMWELT 2009) zeigen, dass die Belastung des Oberflächenabflusses aus dem Gleisbereich durch erhöhte Konzentrationen des Herbizids Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA sowie durch erhöhte Konzentrationen an Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen (Kupfer, Zink, Blei, Nickel, Chrom) charakterisiert ist.

Überschreitungen der Prüfwerte der Bundesbodenschutzverordnung wurden im Gleisabfluss, d.h. vor der Bodenpassage, für die Substanzen Kohlenwasserstoffe, Kupfer, Chrom und Arsen festgestellt. Nach der Bodenpassage (Beprobung des Feststoffeluats aus den Versickerungsböcken) wurden sowohl die Prüfwerte der BBodSchV als auch die GFS-Werte der GWS-VwV eingehalten.

Die Belastung mit Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen war stark schwankend. Vereinzelt wurden die GFS-Werte bzw. Prüfwerte der BBodSchV um ein Mehrfaches überschritten. Dahingegen wurden an anderen Probenahmestellen bzw. zu anderen Probenahmezeitpunkten für die gleichen Substanzen die Bestimmungsgrenzen nicht erreicht.

Auch in den Bodenproben des Frankfurter Stadtwalds (BGS UMWELT 2015) waren Glyphosat, Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle bestimmbar. Der Eintrag von Glyphosat ist dabei eindeutig dem Bahnbetrieb zuzuordnen. Bei den anderen Substanzen konnte im Frankfurter Stadtwald jedoch kein Eintrag aus dem Bahnbetrieb festgestellt werden, der den Stoffeintrag durch anthropogenes Auffüllungsmaterial oder – nachgeordnet - durch atmosphärische Deposition überprägen würde.

Das emittierte Stoffspektrum der untersuchten Bahnstrecken ist, mit Ausnahme der [PestizidHerbizid](#)befunde, auf die RTW-Neubaustrecke übertragbar. Die Emissionen aus dem Bahnbetrieb sind vornehmlich auf den Abrieb von Rad, Schiene, Bremsen und Fahrleitung (Schwermetalle)

sowie auf Tropfverluste und Schmierstoffe (Kohlenwasserstoffe) zurückzuführen. Die freigesetzten Stoffkonzentrationen schwanken jedoch stark.

Im PFA Mitte wird das Entwässerungswasser in Teilen in die Kanalisation und in Vorfluter geleitet oder versickert. Da das Entwässerungswasser der RTW über längere Streckenabschnitte gesammelt und in Rückhaltebecken bzw. Staukanälen durchmischt wird, werden lokal auftretende Belastungsspitzen ausgeglichen.

Sowohl an der SFS Köln – Rhein-Main als auch im Frankfurter Stadtwald waren die Analysen des Bodeneluats unauffällig, nach der Bodenpassage konnten die Prüfwerte der BBodSchV bzw. GFS-Werte der GWS-VwV eingehalten werden. Dies zeigt, dass die Bodenpassage einen ausreichenden Stoffrückhalt bewirkte.

Da die RTW-Trasse im PFA Mitte nur von elektrisch betriebenen Fahrzeugen und nicht für den Güterverkehr genutzt werden wird, ist das Risiko der Freisetzung größerer Mengen an trinkwassergefährdenden Stoffen bei außergewöhnlichen Betriebsfällen gering.

Nach diesen Untersuchungen und den Ergebnissen der Fachpublikationen wird davon ausgegangen, dass nach der Behandlung in der ungesättigten Zone (inkl. ~~der belebten Bodenzone~~^{des bewachsenen Oberbodens}) die Stofffrachten im erforderlichen Umfang gemildert werden kann.

5.3 Minderung der Grundwasserneubildung

Die Minderung der Grundwasserneubildung wird überschlägig über die Flächenversiegelung abgeschätzt, die durch den Neubau der RTW-Trasse bedingt ist. Hierzu werden die in der Entwässerungsplanung angesetzten Flächen zu Grunde gelegt.

Im PFA Mitte besitzt die Neubaustrecke eine Länge von ca. 9,1 km. Von RTW-km 6,5 – 9,6, d.h. vom Beginn des PFA Mitte bis etwa zur EÜ Zuckschwerdtstraße werden zusätzlich zu den Bestandsgleisen bis zur Dunatsiedlung zwei neue Gleise und im Anschluss ein weiteres Gleis für die RTW gebaut.

Zwischen RTW-km 9,6 und 10,0 werden Bestandsgleise genutzt.

Von RTW-km 10,0 – 12,2, d.h. Bf Höchst bis Abzweig Robert-Schnitzer-Straße, werden die RTW-Gleise unterirdisch (Tunnel Höchst) oder auf bereits versiegelter Fläche (Leunastraße) gebaut. Damit ergibt sich auf diesem Trassenabschnitt keine Minderung der Grundwasserneubildung.

Ab RTW-km 12,2 bis zum Übergang in die Bestandsstrecke am RTW-km 16,5 verläuft die Neubaustrecke 2-gleisig. Vom RTW-km 11,6 bis 14,2 wird das Entwässerungswasser über ein Mulden-/Rigolensystem der Tiefenentwässerung zugeführt und in einem Versickerungsbecken orts-nah versickert. Das Wasser zwischen RTW-km 14,2 und 15,6 wird in den Kelsterbach geleitet. Beginnend mit dem RTW-km 15,6 bis zur Einfädelung in die Bestandsstrecke wird in trassenbegleitenden Mulden versickert.

Die Flächen mit Ausleitung des Entwässerungswassers in die Kanalisation oder in die Vorfluter Sulzbach und Kelsterbach betragen etwa 60.000 m². Der überwiegende Teil dieser Flächen setzt

sich aus ungedichteten Gleisbereichen zusammen, bei welcher die Versickerung gegenüber der ursprünglichen Grundwasserneubildung reduziert, jedoch nicht verhindert wird. Nur das auf den Bauwerken anfallende Niederschlagswasser trägt nicht zur Neubildung bei. Nach HLUG (2009) ist im Taunusvorland und im Niddatal von einer mittleren Grundwasserneubildung von 95 – 126 mm/a auszugehen.

Die Verringerung der Grundwasserneubildung durch die Entwässerung ist direkt abhängig von der Durchlässigkeit der anstehenden Böden. Das Ausgangssubstrat der Böden setzt sich nördlich des Sossenheimer Weges vornehmlich Löss, im Bereich des Liederbaches bis zum Main aus Terrassensedimenten und Nebentalsedimenten und südlich des Mains aus Hochflutsedimenten zusammen. Vielfach wurden die Deckschichten durch Auffüllungen ersetzt (s. Kap. 2.4). Ausgehend von den Substraten sind Durchlässigkeitsbeiwerte von etwa 10^{-4} bis 10^{-6} m/s zu erwarten. Bei einer auf der sicheren Seite liegenden Abschätzung der Abnahme der Grundwasserneubildung um 50% ergibt sich so eine Reduzierung der Grundwasserneubildung von 2.850 – 3.780 m³/a. Diese Minderung der jährlichen Grundwasserneubildung ist in der Gebietswasserbilanz vernachlässigbar.

Südlich des Mains wird das Entwässerungswasser auf einer Fläche von etwa 18.000 m² anfallende Niederschlagswasser zwischen RTW-km 14,2 und 15,6 in die Kelster geleitet. Wird auch für diese Bereiche eine Reduzierung der Grundwasserneubildung um 50% angenommen, so ergibt sich eine Minderung der Grundwasserneubildung um 855 – 1.134 m³/a. Auch diese Mengen sind zu vernachlässigen.

Bei der Sammlung von Niederschlagswasser und Einleitung in Versickerungsbecken oder trasenbegleitenden Versickerungseinrichtungen ergibt sich hingegen gegenüber der natürlichen Grundwasserneubildung eine leichte Erhöhung, da das Entwässerungswasser dem Grundwasser gebündelt zugeführt wird und so prozentual weniger Sickerwasser von den Pflanzen aufgenommen wird und verdunstet.

6 Wechselwirkungen von Bauwerken mit dem Grundwasser

6.1 Allgemeines und Vorbemerkungen

Die RTW-Trasse verläuft im PFA Mitte überwiegend in Dammlage, bei RTW-km 8,0 erfolgt der Anschluss an die Bestandstrecke 3640, der bestehende Dammkörper wird dafür auf der westlichen Seite ergänzt. Mit Ausnahme des Bf Höchst werden die kreuzenden Straßen und Bestandsstrecken der Eisenbahn überführt. Zur Unterführung des Bf Höchst (RTW-km 10,3 – 10,7) ist ein Tunnelbauwerk geplant. Im Zuge der Baumaßnahme wird der Liederbach in diesem Bereich verlegt.

Außerhalb der Taleinschnitte von Sulzbach und Kelsterbach liegen die Flurabstände entlang der RTW-Strecke im PFA Mitte nördlich des Mains zwischen 5 und 10 m. Südlich des Mains bis zum Kelsterbach liegen die Flurabstände zwischen 5 und 7,5 m und steigen mit dem Übergang auf die Düne südlich des Kelsterbaches nach dem Taleinschnitt durch den Kelsterbach auf >10 m an. Die Flachgründungen der Bauwerke liegen damit im PFA Mitte sämtlich oberhalb des Grundwasserspiegels, bei der EÜ Sulzbach/BAB 66 und der EÜ Schwanheimer Knoten Nord liegen die Unterkanten der Pfahlkopfplatten bereichsweise im Grundwasser. Bauwerke, welche hohe Lasten abzutragen haben, werden auf Bohrpfählen gegründet. Die Pfähle reichen unter Zugrundelegung mittlerer Grundwasserstände bei allen betroffenen Bauwerken bis in das Grundwasser hinein. Bei dem Tunnel Bf Höchst greifen sowohl die Bohrpfähle, als auch das Bauwerk selbst in das Grundwasser ein.

Bei allen Bauwerken mit Ausnahme des Tunnel Bf Höchst vermindern die Bohrpfähle aufgrund ihres Abstandes relativ zum Pfahldurchmesser und aufgrund des großen Abstandes zwischen den Bauteilen - teilweise überlagert mit geringen Eindringtiefen in das Grundwasser - den Fließquerschnitt des Grundwasserleiters nur geringfügig. Ihre Aufstauwirkung im Grundwasser ist daher vernachlässigbar.

6.2 Maßnahmen zur Baugrundverbesserung

Wegen der hohen abzutragenden Lasten, welche im Bereich von Dammschüttungen auftreten können und der teilweise schlechten Tragfähigkeit von bindigen Böden erfolgt bereichsabhängig ein Bodenaustausch von 0,5-1, 1-2 oder 2-3 muGOK. Der Einsatz von Rüttelstopfsäulen, ~~welche begünstigte Fließwege schaffen können,~~ ist auf der freien Strecke im Bereich zwischen Beginn des PFA Mitte am RTW-km 7,0 und dem HP Sossenheimer Weg am RTW-km 8, sowie zwischen dem Kleintierdurchlass am RTW-km 13,1 und dem Galeriebauwerk B40 am RTW-km 15,1 vorgesehen. Die Rüttelstopfsäulen binden bis zu 6 m in den Baugrund ein und besitzen einen Durchmesser von 0,6 m. Der Rasterabstand beträgt 2,5 bis 3,0 m. Die Rüttelstopfsäulen werden so hergestellt, dass keine bevorzugten Fließwege für das Sickerwasser geschaffen werden.

6.3 Bauwerke

Die nachfolgend aufgeführten Bauwerke sind teilweise flach und teilweise tief auf Bohrpfählen gegründet. Die Tiefe der Bohrpfähle ist für die einzelnen Bauwerke noch nicht abschließend bestimmt und erfolgt nach statischen und konstruktiven Erfordernissen. Die für die Bewertung ungünstigsten Annahmen wurden jedoch bereits festgelegt und werden bei der Bewertung innerhalb des Hydrologischen Gutachtens berücksichtigt (Tabelle 4).

Das beim Betonieren der Bohrpfähle verdrängte Grundwasser wird gefasst und entsorgt. Baugrubenverbaue werden, sofern mit vertretbarem Aufwand technisch machbar, nach der Baumaßnahme wieder gezogen. Bei einzelnen Bauwerken kann eine Wasserhaltung notwendig werden.

Tabelle 4 Gründungen und Einbindetiefen der Bauwerke im PFA Mitte

Bauwerk	Bauteil	Anzahl der Bohrpfähle	Bohrpfahl-durchmesser	Achsabstand längs / quer	Tiefe	GOK	UK Pfahlkopf-platte	Einbinde-höhe	Mittlerer GW-Stand	GW-Stand (2016,2017)-Nullaufspiegelung
			[cm]	[m]	[m]	[müNN]	[müNN]	[mNN]	[müNN]	[müNN]
EU Sulzbach / BAB A66	Widerlager Achse 10	3 x 54	150	3,20 / 3,10	30-21	~ 106	103,8-103,5	73,8-82,5	103,2	110,2
	Pfeiler Achse 20	2 x 67	160-120	2,40 / 2,40	30-24	~ 106	104,4-103,5	74,4-79,5		
	Pfeiler Achse 30	2 x 67	160-120	2,40 / 2,40	30-24	~ 107	106,0-104,5	76,0-80,5		
	Pfeiler Achse 40	4 x 4	150	3,00 / 3,00	30-18	~ 109	105,7	75,7-87,7		
	Pfeiler Achse 50	2 x 67	160-120	2,40 / 2,40	30-21,5	~ 108	106,4-105,1	76,4-83,0		
	Pfeiler Achse 60	2 x 67	160-120	2,40 / 2,40	30-21,5	~ 107	104,6-103,9	74,6-82,4		
	Widerlager Achse 70	3 x 5	150	3,60 3,20 / 3,20	30-24	~ 108	106,4-105,1	76,4-83,1		
Stromleitungsmasten Amprion	Mast 1016	4x2	180	3,8	20	~ 109,4	~ 106,9	~ 89,4	104,5	-
	Mast 1017	4x2	180	3,8	20	~ 117,9	~ 115,4	~ 97,9	105,5	
	Mast 1018	4x2	180	3,8	20	~ 118,2	~ 115,7	~ 98,2	106,5	
	Mast 1019	4x2	180	3,8	20	~ 118,5	~ 116,0	~ 98,5	105,5	
HessenWasser-Dunantsiedlung	Bohrpfahlwände-Tunnel	134	400	0,80 / -	20,00	~114,6	-	~94,6		110,2
Tunnel Hessenwasser-Dunantsiedlung	Spartenbauwerk	Flachgründung								
Lärmschutzwand "Auf die Zeit"		30	90	5,00	10,00		≥ 112,70	102,7	102,5	110,2
Stützbauwerk Dunant Ost inkl. Lärmschutzwand	14 Blöcke	14 x 8	120	2,70 / 2,70	20,00		≥ 111,35	91,35	102	
Stützbauwerk Dunant West		Flachgründung							102	
HP Dunantsiedlung inkl. PU, Lärmschutzwände, Treppen-/Rampenanlage	PU	Flachgründung							102	
	Treppen-/Rampenanlage	Flachgründung								
	Lärmschutzwand Ost	5	90	5,00	10,00		≥ 113,00	103,00		
		10	90	5,00	10,00		≥ 114,00	104,00		
Lärmschutzwand Dunantsiedlung		80	90	5,00	10,00		≥ 108,40	98,40	99	-
HP Bf Sossenheim inkl. PU, Lärmschutzwände, Stützwände, Treppen-/Aufzug-/Rampenanlage	PU	Flachgründung							98	ea-96,2
	Treppen-/Rampenanlage	Flachgründung								
	Stützwände	Flachgründung								
	Lärmschutzwand Ost	Verankerung auf Stützwänden und Wänden der Treppen-/Rampenanlagen								
	Lärmschutzwand West	20	90	5,00	10,00		≥ 107,20	97,20		
Lärmschutzwand und Stützwand Kurmainzer Straße	Lärmschutzwand	55	90	5,00	10,00		≥ 104,00	94,00	97	ea-96,7
	Stützwand, 18 Blöcke	18 x 8	120	2,70 / 2,70	20,00		≥ 100,60	80,60		
Lärmschutzwand und Stützwand Paul-Wempe-Allee / Karl-Blum-Allee	Lärmschutzwand	55	90	5,00	10,00		≥ 104,50	94,50	97	ea-96,7
	Stützwand	18 x 8	120	2,70 / 2,70	20,00		≥ 100,40			
HP Höchst Stadtpark inkl. PU, Lärmschutzwände, Treppen-/Rampenanlagen	PU	Flachgründung							96,5	ea-95,6
	Treppen-/Rampenanlage	Flachgründung								
	Stützwände	Flachgründung								
	Lärmschutzwand	Verankerung auf Stützwänden und Wänden der Treppen-/Rampenanlagen								
Stützbauwerk und Lärmschutzwand Billtalstraße	Stützwand, 27 Blöcke	27 x 8	120	2,70 / 2,70	20,00		≥ 98,90		93	93,1-95,6
	Lärmschutzwand	15	90	5,00	10,00		≥ 102,90	92,90		
Stützbauwerk und Lärmschutzwand Geh-/Radweg Zuckschwerdtstraße	Stützwand, 22 Blöcke	22 x 8	120	2,70 / 2,70	20,00		≥ 99,40		93,5	93,1-95,6
	Lärmschutzwand	25	90	5,00	10,00		≥ 102,90	92,90		
Stützwand Höchster Bahnstraße		Flachgründung								98,7
PU und Zugangsbauwerke Bf Höchst		Flachgründung								98,7
Tunnel Bf Höchst	Bohrpfahlwand Westseite Tunnel	L = 110 m	120	0,9 / -	25	~ 103,3	102,60	77,60	93,5	98,7
	Mittelsützen Tunnel	66	120	3,0 - 3,6 / -	25	~ 103,3	92,00	67,00		98,7
	Bohrpfahlwand Ostseite Tunnel	L = 113 m	120	0,9 / -	25	~ 103,3	102,60	77,60		98,7

Bauwerk	Bauteil	Anzahl der Bohrpfähle	Bohrpfahldurchmesser	Achsabstand längs / quer	Tiefe	GOK	UK Pfahlkopfplatte	Einbindehöhe	Mittlerer GW-Stand	GW-Stand (2016, 2017) Nullaufspiegelung	
			[cm]	[m]	[m]	[müNN]	[müNN]	[mNN]	[müNN]	[müNN]	
SU Liederbach	Achse 10	8	90	- / > 2,50	20		95,00	75,00	93,5	98,7	
	Achse 20	10	90	- / > 2,70	20		95,00	75,00		-	
Leunabrücke					Bestandsbauwerk						
Stützwand Leunabrücke (inkl. Treppen-/Rampenanlage)	15 Blöcke	15 x 6	120	2,50 / 2,50	20,00		91,00	71,00	87,5		
Stützwände Industriepark Süd I					Flachgründung					87,7	
Stützwände Industriepark Süd II					Flachgründung					88	
Stützwände Industriepark Süd III					Flachgründung					88,2	
Stützwände Industriepark Süd IV					Flachgründung					88,4	
Kleintierdurchlass Kelsterbacher Weg					Flachgründung					88,8	90,5
EU K162	Achse 10	14	120	≥ 2,20 / 3,75	20,00		91,60	71,6	89	92 90,8	
	Achse 20	15	120	≥ 2,65 / 3,75	20,00		91,60	71,6			
EU B40 Schwanheimer Knoten Nord	Widerlager Achse 10	6 x 4	120	3,20 / 2,85	20,00		93,00	73,00	89,2	90,9 90,5	
	Pfeiler Achse 20	2 x 3	120	3,60 / 3,60	20,00		89,40	69,40			
	Pfeiler Achse 30	2 x 3	120	3,60 / 3,60	20,00		89,40	69,40			
	Pfeiler Achse 40	2 x 3	120	3,60 / 3,60	20,00		89,30	69,30			
	Pfeiler Achse 50	2 x 3	120	3,60 / 3,60	20,00		90,20	70,20			
	Pfeiler Achse 60	2 x 3	120	3,60 / 3,60	20,00		92,05	72,05			
	Widerlager Achse 70	3 x 5	120	3,35 / 2,40	20,00		93,50	73,50			
Stützbauwerk Schwanheimer Knoten Mitte	Stützwand West (bahnrechts), Block 1	5 x 5	120	3,35 / 3,00	20,00		≥ 96,85	76,85	89,4	94 90,2	
	Stützwand West (bahnrechts), Block 2	5 x 5	120	3,35 / 3,00	20,00		≥ 96,15	76,15			
	Stützwand West (bahnrechts), Block 3	11 x 5	120	3,35 / 3,00	30,00		96,15	66,15			
	Stützwand Ost (bahnlinks), Block 4	Flachgründung									
EU Schwanheimer Knoten Süd	Widerlager Achse 10	11	120	≥ 3,60 / ≥ 2,75	20,00		89,40	69,40	89,5	90,9 90,3	
	Widerlager Achse 20 / 30	20	120	≥ 3,65 / ≥ 2,75	20,00		89,30	69,30			
	Pfeiler Achse 40	2 x 2	150	4,50 / 4,50	20,00		89,60	69,60			
	Widerlager Achse 50	11	120	≥ 3,60 / ≥ 2,75	20,00		89,80	69,80			
Durchlass Kelsterbach					Flachgründung				89,7	90,5	
EU Galeriebauwerk B40	Achse A	25 27	120	- / 3,90 3,60	15,00		94,10	79,1	90,8	91,0	
	Achse B	42 43	120	- / 3,90 3,60	15,00		92,00	77,0			
	Achse C	47 18	120	- / 3,90 3,60	15,00		92,40	77,4			
	Achse C (Bohrpfahlwand)	47 19	120	- / -	15,00		92,60	77,6			
EU S-Bahn-Strecke 3520 & Wirtschaftsweg					Flachgründung				91,1	93,5	
SU Am Hinkelstein					Flachgründung				91,1	93,6	
HessenWasser Kelsterbach Einschiebung	Rohrvortrieb	48	90		20,00	~ 109,1	107,8	~ 87,8	92,8	94 94,0	
EU S-Bahn-Strecke 3683					Flachgründung				92,4	94,1	

Lärmschutzwände

Im PFA Mitte werden Lärmschutzwänden errichtet, welche auf Bohrpfählen tief gegründet werden. Die Pfähle besitzen einheitlich einen Durchmesser von 0,9 m und greifen bei einem Achsabstand von 5 m 10 m in den Untergrund ein. Bei dieser Anordnung entsteht über die Einbinde-tiefe der Pfähle eine Querschnittsverengung von <20 %. Bei dieser Querschnittsverengung kann eine Aufstauwirkung des Grundwassers unabhängig von lithologischen Verhältnissen und Grundwasserführung ausgeschlossen werden.

Lärmschutzwände sind nördlich des Mains auf der östlichen Gleisseite zwischen EU BAB A66 und Zuckschwerdtstraße mit Ausnahme des Bereiches beim Stadtpark und auf der westlichen Gleisseite vom Sossenheimer Weg bis zur Zuckschwerdtstraße vorgesehen. Südlich des Mains reichen die Lärmschutzwände auf der westlichen Gleisseite von entlang der Leunastraße von RTW-km 12,2 bis 12,9.

EÜ Sulzbach und EÜ BAB 66

Bei RTW-km 7,6 liegt die Überführung des Sulzbaches, an welche sich direkt die Überführung über die BAB 66 anschließt. Die EÜ Sulzbach überquert zunächst einen Wirtschaftsweg und anschließend den Sulzbach. Ab RTW-km 7,6 beschreibt die Strecke eine Kurve in südlicher Richtung. Die EÜ BAB 66 setzt den in Richtung Süden führenden Bogen fort.

Die Überführungen besitzen insgesamt sieben Stützen und Widerlager, welche auf Bohrpfählen gegründet werden. Die Bohrpfähle besitzen einen Durchmesser von 1,5 m ~~oder 1,2 m~~ und eine Länge von ~~18 bis 24~~ 30 m. Die Einbindehöhe in Untergrund liegt bei ~~79,5~~ 73,8 bis ~~87,7~~ 75,7 mNN. Der Achsabstand beträgt 2,4 bis ~~3,2~~ 3,5 m in Längs- und ~~2,4 bis 3,2 m~~ Querrichtung.

Die Widerlagerachsen 10 und 70 werden auf je 3 Reihen mit jeweils ~~4~~ bzw. 5 Bohrpfählen tiefgegründet, die Pfeilerachsen 20, 30, 50 und 60 haben eine Bohrpfahlanzahl von ~~57~~ x 2. Für die Pfeilerachse 40 ist ein Raster bestehend aus 4 x 4 Pfählen vorgesehen.

Aufgrund der Anordnung der Bohrpfähle können signifikante Auswirkungen auf Grundwasserstände ausgeschlossen werden.

Die Grundwasserstände liegen nach der geologischen Karte (HLFB 1980) etwa bei 103 mNN und damit etwa 3 bis 6 m unter der Geländeoberfläche. Im Rahmen der geotechnischen Erkundung wurde in einigen Bohrungen gespanntes Grundwasser angetroffen, welches zum Zeitpunkt der Erkundungsbohrungen z.T. artesisch war. Artesisches Wasser wurde im Bereich etwa 100 m vor der EÜ Sulzbach bis zum Sulzbach angetroffen (BK 1-139, BK 1-140 und BK 1-142), zwischen Sulzbach und BAB A66 lagen gespannte Verhältnisse vor (BK 1-143 und BK 1-145). Dem HLNUG ist artesisches Grundwasser in diesem Bereich nicht bekannt (DB Engineering & Consulting GmbH 2016).

Im Rahmen einer ergänzenden geotechnischen Erkundung (Ingenieursozietät Katzenbach 2022) wurde der bauzeitliche Bemessungsgrundwasserstand im oberen, freien Grundwasserleiter für alle Achsen des Bauwerkes auf 105,5 müNN festgelegt. Im unteren, gespannten Grundwasserleiter, welcher nach der geotechnischen Erkundung in einem Tiefenbereich von 71 bis 91 müNN anzutreffen ist, wurde der bauzeitliche Bemessungsgrundwasserstand auf 107,0 müNN festgelegt. Unter Zugrundelegung der bauzeitlichen Bemessungsgrundwasserstände reichen die Baugruben bis zu 2,1 m in das Grundwasser. Die Baugrubensohle entspricht der Unterkante der Pfahlkopfplatte (Tabelle 4) zzgl. einer Sauberkeitsschicht von 0,1 m. Es wird somit eine Grundwasserhaltung notwendig. Nur bei der Achse 40 liegt der bauzeitliche Bemessungsgrundwasserstand unterhalb der Baugrubensohle. Es ist vorgesehen, die in das Grundwasser einbindenden Baugruben durch wasserdichte Spundwandkästen zu sichern.

Nach dem Baugrundmodell der ergänzenden geotechnischen Erkundung (Ingenieursozietät Katzenbach 2022) ist die Unterkante der oberflächennahen bindigen Schichten auf einer Höhe von 94,6 müNN (Achse 20) bis 100,5 müNN (Achse 50) anzutreffen. In den einzelnen Baugruben ergibt sich so eine Mächtigkeit der oberflächennahen bindigen Schichten von 3,5 m (Achse 60) bis zu 8,8 m (Achse 40) unterhalb der Baugrubensohle. Der Durchlässigkeitsbeiwert der oberflächennahen bindigen Schichten wurde auf 10^{-7} m/s festgesetzt (Ingenieursozietät Katzenbach 2022).

Infolge von Undichtigkeiten im Baugrubenverbau kann Grundwasser in geringem Umfang in die Baugrube nachströmen. Diese Menge wird mit max. 1,5 l/s pro 1000 m² benetzter Baugrubenfläche abgeschätzt. Zudem strömt Grundwasser aus der Baugrubensohle zu. Diese Menge wird ausgehend vom Potentialgradienten und der Mächtigkeit sowie Durchlässigkeit der

oberflächennahen Schichten abgeleitet. Für die einzelnen Baugruben ergeben sich so Leckagemengen, welche zwischen 0,04 l/s (0,14 m³/h, Achse 70) und 0,15 l/s (0,54 m³/h, Achse 10) liegen. Zusätzlich fallen zwischen 84 m³ (Achse 50) und 286 m³ (Achse 10) Lenzwasser an. Die Tagwassermengen (Niederschlag) liegen über eine geschätzte Bauzeit von 4 Monaten gerechnet zwischen 12 m³ (Achse 60) und 40 m³ (Achse 70). Insgesamt betragen die Mengen des zuströmenden Grundwassers (Leckage), des Tagwassers (Niederschlag) und des Lenzwassers: 1.910 m³ (Achse 10), 1.350 m³ (Achse 20), 710 m³ (Achse 30), 720 m³ (Achse 50), 880 m³ (Achse 60) und 540 m³ (Achse 70).

Eine signifikante Grundwasserspiegelabsenkung in Folge des Abpumpens von Lenz- und Leckagewasser kann auf Grund der geringen Entnahmemengen ausgeschlossen werden. Auswirkungen auf die Grundwasserströmung durch den Spundwandverbau können auf Grund der geringen Abmessungen der Baugruben ausgeschlossen werden. Das aufgefangene Grund- und Tagwasser wird gefasst und geregelt entsorgt.

Stromleitungsmasten Amprion

Im Zuge des Vorhabens wird als notwendige Folgemaßnahme eine Stromtrasse der Amprion GmbH im Bereich zwischen Eschborn und Raststätte Frankfurt a. M. (ca. RTW-km 6,5 bis 7,8) in einem Bogen nach Norden verlegt. Die Abweichung zum bestehenden Trassenverlauf beträgt im Maximum etwa 150 m. Hierzu werden die Masten 16 bis 19 versetzt, die neue Bezeichnung lautet Mast 1016 bis 1019. Die Lage der neuen Maststandorte findet sich im Lageplan (Anlage 18.1.1a) sowie in der Darstellung des Überschwemmungsgebietes um den Sulzbach (Anlage 18.1.6.2a). Die in den Planunterlagen grau dargestellten, bestehenden Maststandorte sind Bestandteil der Topografischen Karte (TK 25). Diese nachrichtlich dargestellten Maststandorte dienen lediglich der Orientierung und werden daher in den Kartendarstellungen nicht gestrichen.

Die neuen Masten werden auf jeweils 4 Einzelfundamenten, welche auf Zwillingsbohrpfählen ruhen, tief gegründet. Die Pfähle besitzen einen Durchmesser von bis zu 180 cm und greifen bis in eine Tiefe von 20 m unter Gelände in den Untergrund ein. Nach Herstellung der Pfähle wird die Baugrube bis in eine Tiefe von ca. 2,5 m uGOK ausgehoben und die Betonriegel werden betoniert. Die Einzelfundamente besitzen eine Kantenlänge von ca. 2,4 x 4,5 m, der Abstand zwischen den Außenkanten der Fundamente beträgt 20 m. Auf den Betonriegeln ruhend ragen die Mastfüße, welche einen Durchmesser von 2 m besitzen, aus dem Gelände hervor.

Ausgehend von mittleren Grundwasserständen befindet sich keine Baugrube im Grundwasser, der Abstand zum Grundwasser beträgt bei den Masten 1017 bis 1019 wenigstens 10 m (Tabelle 4). Beim Mast 1016 beträgt der Abstand 2,4 m. Der Mast 1016 liegt etwa 160 m nordwestlich der EÜ Sulzbach/A66, für welche im Zuge einer ergänzenden geotechnischen Erkundung ein bauzeitlicher Bemessungsgrundwasserstand von 105,5 m üNN festgelegt wurde (Ingenieursozietät Katzenbach 2022). Ausgehend von einem durchschnittlichen Grundwassergefälle von 1/135 m, welches aus dem Grundwassergleichenplan (Anlage 18.1.3.1) abgeleitet wurde, kann ein bauzeitlicher Bemessungsgrundwasserstand von 106,7 m üNN für den Maststandort 1016 festgelegt werden. Auch dieser Grundwasserstand liegt unter der Baugrubensohle.

Der Mast 1016 befindet sich am äußersten Rand des WSG Zone III des Tiefbrunnen Sulzbach. Auswirkungen des Vorhabens auf den Brunnen können auf Grund der Entfernung und dem durch den Brunnen erschlossenen Grundwasserleiter (s. Kap. 4.1) ausgeschlossen werden. Auswirkungen auf die Grundwasserströmung können auf Grund der Bohrfahldurchmesser und deren Anordnung ausgeschlossen werden.

Sossenheim-Dunatsiedlung - Umlegung Trinkwasserleitung

Zwischen Überquerung der BAB 66 und Dunatsiedlung am RTW-km 7,8 ist die Herstellung einer Querung für eine Trinkwasserleitung geplant. Hierzu wird ein Tunnel errichtet, welcher bis auf etwa 108,5 müNN in den Untergrund einbindet und einseitig über eine Treppe begehbar ist, die Geländehöhe liegt bei 114,5 müNN. Die mittleren Grundwasserstände liegen etwa auf 103,0 müNN und somit deutlich unterhalb des flach gegründeten Bauwerkes. ~~Zur Stabilisierung wird eine überschüttete Bohrfahlwand hergestellt, deren Pfähle eine Länge von 20 m besitzen und somit in das Grundwasser einbinden. Diese stellen somit ein Hindernis für die Grundwasserströmung dar, welche in diesem Bereich von Nordwesten nach Südosten verläuft und senkrecht zum Bauwerk gerichtet ist. Gleichzeitig wurden im näheren Umfeld jedoch höher durchlässige Sande und Kiese erkundet (BK 1-152, Anlage 18.1.2.2), welche in der Lage sind, das Grundwasser im Anstrom zu dem etwa 26,3 m breiten Bauwerk abzuleiten. Hierdurch kann ein signifikanter Grundwasseraufstau im Zustrom und eine signifikante Grundwasserabsenkung im Abstrom ausgeschlossen werden.~~

Stützbauwerke Dunant Ost und West

Vor der Einfahrt in den HP Dunatsiedlung sind zwei Stützbauwerke vorgesehen. Während das Stützbauwerk Dunat West flach gegründet wird, ist für das Stützbauwerk Ost, welches mit einer Lärmschutzwand kombiniert wird, tief gegründet. Die 20 m in den Untergrund einbindenden Bohrpfähle besitzen einen Durchmesser von 1,2 m und werden in einem Raster von 14 x 8 Pfählen angeordnet, der Achsabstand beträgt 2,70 m. Aufgrund der Anordnung der Bohrpfähle können signifikante Auswirkungen auf Grundwasserstände ausgeschlossen werden.

HP Dunantsiedlung mit PU und Treppen- /Rampenanlage

Der bestehende Haltepunkt Bf Sossenheim am RTW-km 8,65 wird um einen Bahnsteig ergänzt, welcher wie die PU flach gegründet wird.

HP Sossenheim

Der bestehende HP Sossenheim befindet sich etwa bei RTW-km 8,65 und wird durch einen zweiten Bahnsteig ergänzt. Der HP wie die dazugehörige PU und die Treppen-, Aufzugs- und Rampenanlage flach gegründet.

HP Höchst Stadtpark mit PU und Treppen- /Rampenanlage

Bei RTW-km 9.2 befindet sich der Haltepunkt Höchst Stadtpark. Sowohl die PU, als auch die Treppen-/Aufzug-/Rampenanlage werden flach gegründet. Durch diese Bauwerke erfolgt kein Eingriff in das Grundwasser.

Stützwände Kurmainzer Straße, Paul-Wempe-Allee und Karl-Blum-Allee

Die Stützwände Kurmainzer Straße, Paul-Wempe-Allee/Karl-Blum-Allee, Billatalstraße und Zuckschwerdtstraße werden auf Pfählen gegründet. Diese besitzen einen Durchmesser von 1,2 m und greifen 20 m in den Untergrund ein. Der Achsabstand beträgt in Längs- und Querrichtung meist 2,7 m. Aufgrund der Anordnung der Bohrpfähle können signifikante Auswirkungen auf Grundwasserstände ausgeschlossen werden.

EÜ Zuckschwerdtstraße, EÜ Billatalstraße und EÜ Königsteinerstraße

Im Zuge der Ergänzung der Bestandsstrecke 3640 werden die Eisenbahnüberführungen Zuckschwerdtstraße, Billatalstraße und Königsteinerstraße ausgebaut. Zur Sicherung der Baugrube wird ein Spundwandverbau eingebracht, welcher in das Grundwasser einbindet. Die Unterkanten der Pfahlkopfplatten befinden sich bei allen Bauwerken oberhalb des Grundwassers.

HP Bf Höchst mit PU

Der Haltepunkt am Bf Höchst wird zusammen mit der Personenunterführung und den weiteren Zuwegungen flach gegründet.

Tunnel Bf Höchst

Der Liederbach kreuzt in seiner derzeitigen Lage das nördliche Ende der Rampe am Bf Höchst und muss daher vor Beginn der Bauarbeiten in diesem Streckenabschnitt verlegt werden. Die Verlegung ist über eine Gesamtlänge von etwa 200 m geplant und wird im überwiegenden Teil als Tunnel ausgeführt. Parallel zum Tunnel des Liederbaches verläuft der Tunnel RTW. Beide Tunnel werden als ein Bauwerk (im Folgenden Tunnel Bf Höchst genannt) geplant.

Der Tunnel wird mit überschnittenen Bohrpfahlwänden hergestellt, welche bis in eine Tiefe von 25 m reichen und in geringdurchlässige Schichten einbinden. Nach der Einbringung einer Unterwasserbeton- bzw. DSV-Sohle wird die Baugrube gelenzt. Die Bohrpfahlwand dient zusätzlich als Auflager für Hilfsbrücken, über die die Gleise während der Bauzeit geführt werden. Die sich im Norden an den Tunnel anschließende Trog besitzt eine Länge von etwa 110 m und wird auf seiner Südseite gegenüber den parallel verlaufenden Bestandsgleisen durch eine überschnittene Bohrpfahlwand gesichert. Auch diese Pfähle reichen bis in eine Tiefe von 25 m.

Südlich des Tunnels bindet der Liederbach in seinen ursprünglichen Verlauf ein, bevor er die Liederbacher Straße im Bestand kreuzt. Der Abschnitt zwischen Tunnel Bf Höchst und Liederbacher Straße besitzt eine Länge von etwa 35 m. Hierbei wird ein Abschnitt von etwa 19 m nach Tunnelauslass offen hergestellt. Der nachfolgende Bereich bis zum Liederbachtunnel wird gedeckelt ausgeführt. Das südliche Rampenbauwerk wird im Schutze einer Spundwand als Trog hergestellt.

Die Oberkante der Unterwasserbetonsohle liegt an der tiefsten Stelle etwa in der Mitte des Bauwerkes bei etwa 93,4 mNN. Der mittlere Grundwasserstand liegt hier bei etwa 93,3 mNN. Am Portal Nord liegt der mittlere Grundwasserstand aufgrund des Grundwassergefälles bei etwa 93,6 mNN. Auch dieser Wert liegt unterhalb der Oberkante Unterwasserbetonsohle, [welche zum Nordportal hin ansteigt](#). Höhere Mengen an zuströmenden Grundwasser sind demnach nicht zu

erwarten. Die abzupumpenden Tageswassermengen beschränken sich auf das anfallende Niederschlagswasser. Im Falle von erhöhten Grundwasserständen können die Lenz- und Leckagewassermengen jedoch schnell ansteigen. Im Falle eines angenommenen GW-Standes von 94,5 müNN über die gesamte Bauwerkslänge ergibt sich eine Fläche von 228 m², welche in das Grundwasser einbindet. Hieraus entsteht unter Berücksichtigung einer Leckagewassermenge von 1,5 l/s pro 1000 m² Baugrubenverbau, welcher in das Grundwasser einbindet eine Menge von 0,34 l/s (1,2 m³/h) bzw. über eine Bauzeit von 1 Jahr zusammen mit einer der Kubatur entsprechenden Lenzwassermenge von 4.100 m³ und dem Tagwasser von 4,12 m³ eine Menge von 16.400 m³.

Die Aufstauwirkung des Tunnel Bf Höchst wurde mittels eines Grundwassermodells ermittelt (Anhang V). Da die vorgesehene überschnittene Bohrpfahlwand bis in die tiefliegende Schichten des von Tonschichten durchsetzten Grundwasserleiters hineinreicht, wurde zur Bewertung des ungünstigsten Szenarios der Grundwasserleiter über seine gesamte Mächtigkeit im Bereich der überschnittenen Bohrpfahlwand als versperrt angesehen. Hierzu wurde das FE-Netz im Bereich des Bauwerkes verfeinert und an die Geometrie des Tunnel Bf Höchst angepasst. Auch die überschnittene Bohrpfahlwand des nördlichen Trogos wurde in die verfeinerte Geometrie des Modellnetzes einbezogen und als hydraulisch undurchlässig parametrisiert (**Anlage 18.1.11**).

Der höchsten Abweichungen ergeben sich auf Höhe des Überganges vom Tunnel zum Trogbauwerk nahe des Liederbaches. Die Berechnungen zeigen einen Grundwasseraufstau unmittelbar nordwestlich der Bohrpfahlwand in Höhe von 0,5 – 1,0 m, unmittelbar südwestlich der Wand ergibt sich eine Absenkung 1,0 – 1,5 m. Bereits in einer Entfernung von 110 m bzw. 210 m zum Bauwerk beträgt die Aufhöhung bzw. Absenkung höchstens 25 cm (Anlage 18.1.11). Die Grundwasserstandsänderungen sind unter Berücksichtigung der Flurabstände von etwa 5 m (Anlage 18.1.4) tolerierbar. Mit Ausnahme des unmittelbaren Brunnennahbereiches wird das Feld der Grundwasserströmung nicht wesentlich verändert. Es gibt keine Auswirkung auf die Grundwassersanierungs-/sicherungsmaßnahme auf dem Gelände der Infraserb.

Ein Profilschnitt durch den Bereich des Tunnel Bf Höchst ist in der Anlage 18.1.2.5 beigegefügt.

SÜ Liederbach

Der Liederbach wird unter der Leunastraße, der südlichen Verlängerung der Liederbacher Straße, durchgeführt. Die bestehende Unterführung kann aufgrund der Lage des RTW-Tunnels nicht mehr genutzt werden und wird zurückgebaut. Das Bauwerk ruht auf Bohrpfählen, welche einen Durchmesser von 0,9 m und eine Länge von 20 m besitzen. An der nördlichen Seite werden 8 Pfähle in einem Abstand von 2,5 m und auf der Südseite 10 Pfähle in einem Abstand von 2,7 m in den Untergrund eingebracht. Es reichen lediglich die Bohrpfähle in das Grundwasser. Aufgrund der Anordnung der Bohrpfähle können signifikante Auswirkungen auf Grundwasserstände ausgeschlossen werden.

Leunabrücke

Der Main wird auf der bestehenden Leunabrücke gequert. Der vorhandene Querschnitt der Brücke ist breit genug, um die RTW mit aufzunehmen. Neben der Verlegung der Fahrspuren, der

Aufnahme der RTW-Gleise und Anpassungen in der Beleuchtung und Herstellung der Oberleitungsmasten sind keine weiteren Maßnahmen an der Brücke erforderlich.

Stützwand Leunabrücke

Von der Leunabrücke kommend wird der Damm zur Aufnahme der RTW und Verlegung einer Fahrspur verbreitert. Um die Breite des bestehenden Dammes sowie einer Treppen-/Rampenanlage aufnehmen zu können, wird dieser durch eine Stützwand abgefangen. Die Tiefgründung der Stützwand besteht aus einem Bohrpfahlraster von 15 x 6 Pfählen, welche eine Länge von 20 m besitzen und mit einem Durchmesser von 1,2 m in einem Abstand von 2,5 m angeordnet werden. Bei mittleren Grundwasserständen greifen diese etwa 16 m in das Grundwasser ein. Aufgrund der Anordnung der Bohrpfähle können signifikante Auswirkungen auf Grundwasserstände ausgeschlossen werden.

Stützwände und Kleintier- Amphibiendurchlässe Industriepark Ost

Im weiteren Verlauf der Strecke bis zur Querung des Kelsterbacher Weges sind mehrere Stützwände geplant. Diese Bauwerke werden flach gegründet. Ebenfalls finden sich in diesem Abschnitt mehrere Kleintier- und Amphibiendurchlässe ohne Wechselwirkung zum Grundwasser.

EÜ K162

Bis RTW-km 13,8 verläuft die Strecke auf einem geböschten Dammkörper und überführt dort die Kreisstraße 162. Die lagert an beiden Seiten auf Stützpfeilern auf. Die Widerlager sind auf 14 bzw 15 Pfählen gegründet, welche einen Durchmesser von 1,2 m besitzen und 25 m in den Untergrund einbinden. Die Pfähle jedes Widerlagers sind in einem Raster von $\geq 2,25 \times 3,75$ m angeordnet. Vor und hinter der Überführung verläuft die Strecke auf dem geböschten Dammkörper weiter. Aufgrund der Anordnung der Bohrpfähle können signifikante Auswirkungen auf Grundwasserstände ausgeschlossen werden.

EÜ Schwanheimer Knoten Nord

Zur Überführung der B40 (alle Fahrrichtungen), sowie der K162 und eines seitlichen Weges ist bei RTW-km 14.2 ein sechsfeldriges Überführungsbauwerk geplant. Das etwa 165 m lange Bauwerk lagert an beiden Enden jeweils auf tief gegründeten Winkelstützwänden auf. Die Mittelpfeiler werden auf Einzelfundamenten ruhenden Bohrpfählen gegründet. Bei mittleren Grundwasserständen steht dieses bei etwa 89,2 mNN an, die Unterkante der Pfahlkopfplatten liegen bei allen Pfeilerachsen oberhalb des Grundwasserspiegels (s. Tabelle 4).

Die Bohrpfähle der Mittelstützen sind in einem Raster von 32 x 43 Pfählen mit einem Abstand von 3,6 m angeordnet und besitzen eine Länge von 25 - 30 m bei einem Durchmesser von 1,2 m. Die Widerlager ruhen auf 25 m langen Pfählen, welche in einem Raster von $\geq 3,62$ m x $\geq 2,43,6$ m angeordnet sind. ~~Beim nordöstlichen Widerlager sind 24 Pfähle und beim südwestlichen auf 15 Pfählen.~~ Aufgrund der Anordnung der Bohrpfähle können signifikante Auswirkungen auf Grundwasserstände ausgeschlossen werden.

Schwanheimer Knoten Stützwand

Ab RTW-km 14,3 ist es aufgrund der beengten Platzverhältnisse nicht möglich den Dammkörper geböscht auszuführen. Es ist beidseitig eine Stützung durch Winkelstützelemente vorgesehen, wobei der zu überwindende Höhenunterschied auf der westlichen Seite deutlich größer als der auf der östlichen Seite ist. Auf der westlichen Seite wird die Winkelstützwand auf Bohrpfählen mit einer Länge von 20 m bzw. 30 m gegründet. Diese haben einen Durchmesser von 1,2 m und einen Achsabstand von ≥ 3 m in Längs- und Querrichtung. Die Unterkante der Pfahlkopfplatten liegt mit > 96 müNN deutlich oberhalb des Grundwasserspiegels. Aufgrund der Anordnung der Bohrpfähle können signifikante Auswirkungen auf Grundwasserstände ausgeschlossen werden.

EÜ Schwanheimer Knoten Süd

Am Schwanheimer Knoten Süd (RTW-km 14,6) quert die geplante Trasse die B40 (beide Fahrrichtungen), sowie die Auffahrt zur B40. Zu diesem Zweck sind zwei Überbauten vorgesehen, die über einen verfüllten Hohlkasten verbunden sind. Die südliche Überführung wird von einer Mittelstütze getragen.

Die Widerlager werden auf jeweils 11 bzw. 20 Bohrpfählen mit einem Durchmesser von 1,2 m und einer Länge von 20 m tief gegründet. Sie besitzen einen Pfahlabstand von $\geq 3,6$ m x $\geq 2,8$ m. Ein Pfeiler wird auf 4 Pfählen mit einem Durchmesser von 1,5 m und einer Länge von 20 m tief gegründet, welche in einem Raster mit einem Achsabstand von 4,5 m angeordnet sind. Aufgrund der Anordnung der Bohrpfähle können signifikante Auswirkungen auf Grundwasserstände ausgeschlossen werden.

Unter Zugrundelegung mittlerer Grundwasserstände greift die Pfahlkopfplatte des Widerlagers der Achse 20/30 etwa 0,2 m in das Grundwasser ein, die Pfahlkopfplatte des Widerlagers Achse 10 befindet sich 0,1 m im Grundwasser. Nach den Grundwasserstandsmessungen an den nahegelegenen GWM 1-323 und GWM 1-321 von 2014 bis 2019 ist von geringeren Grundwasserständen als den angesetzten 89,5 müNN auszugehen. Diese bewegten sich zwischen 88,11 und 88,83 müNN (GWM 1-321) bzw. zwischen 88,84 und 89,55 müNN (GWM 1-323). Sollten sich jedoch zum Zeitpunkt der Baumaßnahme erhöhte Grundwasserstände abzeichnen, so wird die Herstellung des Bauwerkes in wasserdichter Baugrube geprüft.

Die erforderlichen Mengen einer geschlossenen Grundwasserhaltung wurden mittels des Programms GWEM (©Brand Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH) abgeschätzt. Der Grundwasserleiter setzt sich aus nicht bindigen Auffüllungen sowie Sanden und Kiesen zusammen, für die Durchlässigkeit wurde ein Wert von $5 \cdot 10^{-4}$ m/s vorgegeben. Unter den beschriebenen Voraussetzungen ist unter Berücksichtigung eines Sicherheitsmaßes von 0,5 m von einer Gesamtentnahme von etwa 616 l/s (Achse 20/30) bzw. 13 l/s (Achse 10) auszugehen. Bei einer Bauzeit von 43 Monaten fallen so insgesamt etwa ~~5.500~~ 125.000 (Achse 20/30) bzw. 100.000 (Achse 10) m³ Grundwasser an.

Zur Verbringung des Grundwassers ist vorgesehen, das Wasser in die Kanalisation einzuleiten. Vor der Einleitung wird das Wasser im Hinblick auf seine Unbedenklichkeit zur Einleitung geprüft und eine Ausnahmegenehmigung zur Einleitung von Grundwasser bei der SEF beantragt.

Schwellenwerte für Grundwasser können dem von der SEF erstellten „Merkblatt für Grundwasser“ in Frankfurt am Main (Ausgabe: 19.06.2013) entnommen werden.

Die Entnahmebrunnen der Wasserhaltung befinden sich im Zustrom der Sanierungsbrunnen der Infraserb GmbH & Co. Höchst KG (s. Anlage 18.1.7). Aufgrund der geringen Entnahmemengen und des zeitlichen Umfangs der Wasserhaltung, welcher mit insgesamt 3 Monaten abgeschätzt wird, kann ein Einfluss auf die Sanierung **nahezu** ausgeschlossen werden. **So wurde nach Sichardt (1928) ein Einflussbereich der Grundwasserentnahme von ca. 50 m ermittelt, die Sanierungsbrunnen befinden sich in etwa 1.500 m Entfernung. Sollte eine Wasserhaltung notwendig werden, so wird diese aus Gründen der Beweissicherung jedoch dennoch durch ein hydraulisches und ein qualitatives Grundwassermonitoring überwacht (Kap. 7.3).** Der Bauablauf des Bauwerkes wird so gestaltet, dass nur eine Grundwasserhaltung für die verschiedenen Gründungen gleichzeitig betrieben wird.

Durchlass Kelsterbach

Bei RTW-km 14,9 quert die geplante Regionaltangente West den Kelsterbach. Zu diesem Zweck ist ein etwa 44 m langer Durchlass in dem Dammkörper der Eisenbahnstrecke vorgesehen. Dieser schließt auf der östlichen Seite an die bereits bestehende Straßenquerung und auf der westlichen Seite an das vorhandene Bachbett an. Der Durchlass ist als Stahlbetonrohr mit 1,5 m Durchmesser vorgesehen.

Der Kelsterbach ist nicht dauerhaft wasserführend. Während der Bauphase wird am Einlauf der bestehenden Verrohrung ein Pumpensumpf hergestellt und das Wasser über eine temporäre Rohrleitung geführt (s. Anhang III).

EÜ Galeriebauwerk B40

Die B40 wird von der geplanten Strecke bei RTW-km 15,1 ein weiteres Mal überquert. Aufgrund des sehr flachen Kreuzungswinkels und der Überführung von 4 Fahrspuren ergibt sich eine Gesamtlänge des Bauwerkes von etwa 190 m.

Das Galeriebauwerk besteht aus hintereinander angeordneten Rahmen, auf welche eine Fahrbahnplatte für die Gleise installiert wird. Die Rahmen besitzen drei Achsen, welche auf Bohrpfählen tief gegründet werden. Die Pfähle aller Achsen besitzen einen Durchmesser von 1,2 m und sind in einem Abstand von 3,96 m angeordnet. Die Unterkanten der Pfahlkopfplatten liegen $\geq 1,2$ m oberhalb des Grundwasserspiegels. Aufgrund der Anordnung der Bohrpfähle können signifikante Auswirkungen auf Grundwasserstände ausgeschlossen werden.

Das Bauwerk befindet sich im WSG IIIA der Stadtwaldwasserwerke. Die entsprechenden Vorgaben zum Bau und zur Verwendung von Baustoffen werden daher beachtet (s. Kap. 4.2).

EÜ S-Bahn-Strecke 3520

Die EÜ S-Bahn-Strecke 3520 wird flach gegründet. Die Flachgründung greift nicht in das Grundwasser ein. **Zur Sicherung der Baugrube ist ein Verbau vorgesehen. Die Unterkante des Verbaus liegt mit 96 müNN ebenfalls deutlich über dem mittleren Grundwasserspiegel.**

Das Bauwerk befindet sich im WSG IIIA der Stadtwaldwasserwerke. Die entsprechenden Vorgaben zum Bau und zur Verwendung von Baustoffen werden beachtet (s. Kap. 4.2).

SÜ Am Hinkelstein

Die SÜ Am Hinkelstein wird flach gegründet. Die Flachgründung greift nicht in das Grundwasser ein.

Das Bauwerk befindet sich im WSG IIIA der Stadtwaldwasserwerke. Die entsprechenden Vorgaben zum Bau und zur Verwendung von Baustoffen werden beachtet (s. Kap. 4.2).

Querung Trinkwasserleitung bei Kelsterbach

Etwa am RTW-km 16,0 zwischen EÜ S-Bahn-Strecke 3683 und der Ausfahrt B40 zur Südliche Ringstraße wird die Verlegung einer DN1200-Trinkwasserleitung notwendig. Die Querung der RTW-Strecke, als auch der B40 wird durch eine Durchpressung hergestellt. Die Zugänge zur waagrecht in etwa 13 m tiefe liegenden Leitung werden durch ringförmig Baugruben hergestellt, welche einen Innendurchmesser von 4,5 bzw 8,0 m besitzen und durch überschnitzene Bohrpfehlwände stabilisiert werden. Der westliche Zugang wird zu Wartungszwecken als dauerhaft begehbar ausgeführt.

Die Leitungsunterkante liegt etwa auf 96,1 müNN und somit etwa 3,3 m über dem Grundwasser, die Bohrpfähle binden etwa 4,8 m in das Grundwasser ein.

Das Bauwerk befindet sich im WSG IIIA der Stadtwaldwasserwerke. Die entsprechenden Vorgaben zum Bau und zur Verwendung von Baustoffen werden beachtet (s. Kap. 4.2).

EÜ S-Bahn-Strecke 3683

Die EÜ S-Bahn-Strecke 3683 wird flach gegründet. Die Flachgründung greift nicht in das Grundwasser ein.

Das Bauwerk befindet sich im WSG IIIA der Stadtwaldwasserwerke. Die entsprechenden Vorgaben zum Bau und zur Verwendung von Baustoffen werden beachtet (s. Kap. 4.2).

7 Grundwassermonitoring und Beweissicherung

7.1 Allgemeines und Vorbemerkungen

Das Grundwassermonitoring im PFA Mitte dient [im Wesentlichen](#) zur Überwachung der bauzeitlichen [und betrieblichen](#) Auswirkungen des Vorhabens auf die Grundwasserqualität. Eine Überwachung erfolgt an allen Bauwerken im WSG [der Stadtwaldwasserwerke](#), welche in das Grundwasser eingreifen sowie am Tunnel Bf Höchst. Zudem wird die Barrierewirkung auf die Grundwasserströmung am Tunnel Bf Höchst überwacht. [Das betriebliche Monitoring erfolgt an zwei Messstellen in der Nähe der Brunnen des WW Hinkelstein.](#)

[Aus Gründen der Beweissicherung für die Sanierung auf dem Gelände der Infrserv GmbH & Höchst KG wird im Falle einer Grundwasserhaltung bei dem Bauwerk Schwanheimer Knoten Süd ebenfalls ein Monitoring durchgeführt \(s. Kap. 7.3\).](#)

Auswirkungen von Tiefgründungen auf die Grundwasserstände können aufgrund des Bohrpfahlabstandes und -durchmessers bei allen Bauwerken ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen des Tunnels Bf Höchst auf die Grundwasserstände wurden durch Modellrechnungen quantifiziert. Ergänzend wird an zwei bestehenden Messstellen, welche im Zuge der geotechnischen Erkundung durch die RTW errichtet wurden, der Grundwasserstand im Zu- und im Abstrom des Tunnels gemessen.

Die flachgegründeten Bauwerke und Pfahlkopfplatten reichen nicht oder nur sehr geringfügig in das Grundwasser, weshalb hier eine Wirkung auf das Grundwasser ausgeschlossen werden kann.

Tiefgründungen im WSG [der Stadtwaldwasserwerke](#) besitzen im PFA Mitte nur das Galeriebauwerk der EÜ B40 und die Querung der Trinkwasserleitung bei Kelsterbach. Hier werden im unmittelbaren Grundwasserzu- und abstrom der Bauwerke die Messstellen GWM 1 bis 4 neu eingerichtet. Das Qualitätsmonitoring umfasst die Aufnahme der Vorortparameter, die Messung der Grundwasserstände und eine Analyse der Proben auf einen festgelegten Parameterumfang. Vor Beginn der Baumaßnahme werden in einer Basisaufnahme alle Untersuchungsparameter erhoben (s. Kapitel 7.2). [Das WSG der TB Sulzbach ist nur durch einen Strommast in seinem äußersten Randbereich betroffen. Bei diesem Bauwerk wird daher auf ein Monitoring verzichtet.](#)

Die Lage der Monitoringmessstellen ist in **Anlage 18.1.10a** dargestellt.

Die genaue Lage der neu zu bauenden Überwachungsmessstellen wird in der Örtlichkeit mit den Betroffenen und den Behörden abgestimmt. Die sachgerechte Einrichtung der Messstellen wird gutachterlich bestätigt.

[Die Validierung der vorhabenübergreifenden Risikobetrachtung erfolgt im Verfahren Umbau Knoten Frankfurt\(M\) - Sportfeld, 2. Ausbaustufe. Hierzu ist die Beprobung des Zuflusses zur Sickerbinnenanlage Adolf-Miersch-Straße sind über einen Zeitraum von 5 Jahren ab Betriebsbeginn aller Vorhaben vorgesehen. Nähere Angaben sind dem Hydrologischen Gutachten zum Verfahren Umbau Knoten Frankfurt\(M\) - Sportfeld, 2. Ausbaustufe \(BGS UMWELT 2020\) zu entnehmen.](#)

7.2 Basisaufnahme

An allen Monitoringmessstellen erfolgt bis spätestens 3 Monate vor Baubeginn eine Basisaufnahme der Grundwasserstände und der Grundwasserqualität. Dabei wird der gesamte für die Überwachung der Grundwasserqualität vorgesehene Parameterumfang beprobt. Eine Probenahme umfasst immer auch die Messung der Vorort-Parameter Temperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Redoxpotential. Durch die Basisaufnahme sollen auch evtl. bereits vorhandene Grundwasserbelastungen erkannt werden.

Der Analysenumfang des Qualitätmonitorings wurde aus den Parametern der Grundwasserverordnung (GrwV 2017) sowie zusätzlich aus relevanten Parametern der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV 2016) zusammengestellt. Auf den Einsatz von Herbiziden zur Gleisentkrautung auf den Bestands- und Neubaustrecken sowie den technischen Bauwerken der RTW wird im gesamten WSG der Stadtwaldwasserwerke verzichtet. Daher im Betrieb der RTW keine Herbizide eingesetzt werden, wird auf deren Analyse verzichtet werden die bahntypischen Herbizide Flumioxazin, Flazasulfuron und Glyphosat zunächst nur zur Charakterisierung des Grundwassers gemessen, eine Entscheidung über die weitere Messung erfolgt in Abhängigkeit der Ergebnisse der Basisaufnahme. Im Umfeld des Tunnels Bf. Höchst werden auf Grund des Umfanges der Maßnahme zusätzlich der Summenparameter AOX gemessen, im Bereich des WSG der Stadtwaldwasserwerke werden 13 PFC nach LAWA 2017 zusätzlich gemessen. Der gesamte Analysenumfang ist in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5 Parameterumfang der Grundwasseranalysen

Parameter	
Hauptanionen und –kationen	Sonstige Metalle
Ammonium	Aluminium
Natrium	Eisen
Kalium	Mangan
Calcium	Organische Parameter
Magnesium	BTEX
Chlorid	Summe LHKW
Hydrogencarbonat	Summe Tri- und Tetrachlorethen
Sulfat	Vinylchlorid
Nitrat	Summe PAK
Schwermetalle	Summe PCB
Arsen	Kohlenwasserstoffe
Blei	Sonstige Parameter
Cadmium	Abfiltrierbare Stoffe
Chrom	Bor
Kobalt	CSB
Kupfer	Cyanide, leicht freisetzbar
Molybdän	Cyanide, gesamt
Nickel	Fluorid

Quecksilber	Selen
Zink	Flumioxazin, Flazasulfuron und Glyphosat
	WSG Stadtwald: 13 PFC nach LAWA 2017
	Umfeld Tunnel Bf. Höchst: AOX

Ein Bericht zu den Untersuchungsergebnissen der Basisaufnahme wird der Behörde bis spätestens 2 Monate vor Baubeginn zugesandt.

7.3 Bau- und Betriebsphase

Das bauzeitliche Grundwassermonitoring zielt darauf ab, mögliche Veränderungen der Grundwasserqualität in Folge der Bautätigkeiten an der RTW zu erkennen.

Bei Baumaßnahmen von Bauwerken im WSG, welche in das Grundwasser eingreifen, erfolgt aus Vorsorgegründen während der Bauarbeiten eine monatliche Beprobung des Grundwassers. Weiterhin wird zunächst während der Bauphase an **beidenden** Grundwassermessstellen wöchentlich der pH-Wert und die Leitfähigkeit überwacht und protokolliert. In der folgenden Übergangsphase **nach Ende aller Bauarbeiten** werden **im ersten Quartal weiterhin monatlich und in der sich anschließenden 2-jährigen Übergangsphase** quartalsweise Proben genommen und analysiert. Im WSG IIIA der Stadtwaldwasserwerke befindet sich das Bauwerk EÜ Galeriebauwerk B40 und die Querung Trinkwasserleitung bei Kelsterbach.

Bei den Probenahmen werden der Grundwasserstand und die Vor-Ort-Parameter gemessen und protokolliert und das in Tabelle 5 aufgelistete Parameterspektrum analysiert. Sollten bei den Bautätigkeiten Betonzusatzmitteln, Injektionsmaterialien oder Verpressmittel zur Verwendung kommen, sind diese der Behörde zu benennen. Der Analyseumfang muss dann ggf. diesbezüglich angepasst werden.

Die Überwachung der Grundwasserstände an den Messstellen des Tunnel Bf Höchst erfolgt in den gleichen Intervallen wie die Probenahme.

Die Überwachungsergebnisse der Bauphase inkl. einer 2-jährigen Übergangsphase nach Bauende werden in Jahresberichten dokumentiert. Grenzwertüberschreitungen der GWS-VwV werden der Behörde sofort mitgeteilt.

Das bauzeitliche Monitoring **beginnt mit Aufnahme jeglicher Arbeiten für das Bauwerk und** endet nach einer Übergangsphase 2 Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten.

Aus Gründen der Beweissicherung ist im Falle einer Grundwasserhaltung am Bauwerk Schwanheimer Knoten Süd ein qualitatives und quantitatives Monitoring vorgesehen. Während der Grundwasserhaltung werden an den bestehenden Messstellen GWM 1-307, GWM 1-323 und an der neu zu errichtenden GWM-neu 7 wöchentlich die Grundwasserstände überwacht. Die direkt am Bauwerk gelegene Messstelle GWM 1-321 ist auf Grund ihrer Filterstrecke unterhalb einer Trennschicht nicht für das Monitoring geeignet. Es wird daher die GWM-neu 7 wird im direkten Grundwasserabstrom des Bauwerkes neu errichtet. Geeignet hierzu wäre die Fläche zwischen

den Fahrspuren, welche sich nach Nordwesten in Richtung des Betriebsgeländes Infraserb erstreckt. An dieser Messstelle wird ebenfalls ein Qualitätsmonitoring durchgeführt, welches neben den „Vor-Ort-Parametern“ pH-Wert, el. Leitfähigkeit, Redox-Potential, Geruch, Farbe und Trübung den gelösten organischen Kohlenstoff (DOC), adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX), Arsen, den Phenolindex, Cyanid (ges.), MKW und Schwermetalle umfasst. Das Qualitätsmonitoring wird in monatlichen Abständen während der Grundwasserhaltung durchgeführt, im Vorfeld der Grundwasserhaltung erfolgt eine Basisaufnahme mit demselben Parameterumfang wie bei der Überwachung.

Auf Grund der Nähe der RTW-Trasse zu den Brunnen des WW Hinkelstein werden die Auswirkungen der RTW im Betrieb in diesem Bereich ebenfalls überwacht. Hierzu werden im Rückstrombereich der Brunnen westlich und östlich der Trasse zwei Messstellen errichtet.

Die Messstellen zum betrieblichen Monitoring werden in vierteljährlichen Intervallen im Hinblick auf die Parameter der Tabelle 5 beprobt und gemessen. Die Ergebnisse des Grundwassermonitorings werden in jährlichen Berichten dargestellt. Bei unauffälligen Ergebnissen endet das betriebliche Monitoring 5 Jahre nach Inbetriebnahme der Strecke. Grenzwertüberschreitungen werden der Behörde sofort mitgeteilt.

8 Vorhabenübergreifende Risikobetrachtung

Der RP Darmstadt (Obere Wasserbehörde) und das Eisenbahn-Bundesamt (Sachbereich 1) fordern, dass durch das Vorhaben Umbau Knoten Sportfeld 2. BS stellvertretend für die Infrastrukturvorhaben der DB Netz NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar, Umbau Knoten Sportfeld 2. BS und Umbau Knoten Stadion 3. BS eine vorhabenübergreifende (kumulative) Risikobetrachtung durchgeführt wird. Gleiches ergibt sich aus dem Planfeststellungsbeschluss vom 31.01.2014 für das Vorhaben „S-Bahn Anbindung Gateway Gardens“. In die vorhabenübergreifende Risikobetrachtung ist die RTW einzubeziehen, wobei im PFA Mitte nur der Trassenabschnitt westlich des WW Hinkelstein im Betrachtungsraum liegt.

Es folgt eine kurze Beschreibung der vorgenannten weiteren Vorhaben und eine Darstellung der Fallgestaltungen, aus denen sich Risiken für den Belang der Trinkwasserversorgung ergeben können. Die DB Netz hat erforderliche verkehrliche und technische Daten und Planungen für das Gutachten bereitgestellt.

Die Randbedingungen der vorhabenübergreifenden Risikobetrachtung sind identisch mit den Unterlagen zum Vorhaben Regionaltangente West, PFA Süd 1 (BGS Umwelt 2018).

8.1 Beschreibung der anderen Bauvorhaben

Es folgt eine kurze Beschreibung der weiteren Vorhaben im Einzugsgebiet der Stadtwaldwasserwerke und eine Darstellung der Fallgestaltungen, aus denen sich Risiken für den Belang der Trinkwasserversorgung ergeben können. Die DB Netz hat erforderliche verkehrliche und technische Daten und Planungen für das Gutachten bereitgestellt. ~~Für die Vorhaben der DB Netz liegen die Zugzahlen 2025 zu Grunde.~~

8.1.1 S-Bahnanbindung Gateway Gardens (Strecke 3683)

Zur Verbesserung der Anbindung durch den öffentlichen Personennahverkehr ist eine Anbindung des Projektgebiets Gateway Gardens an das Streckennetz der DB Netz AG geplant. Die nachfolgende Beschreibung des Vorhabens „S-Bahnanbindung Gateway Gardens“ beruht auf dem Erläuterungsbericht zur Planfeststellung vom 19.12.2011 (Inge Schüller Plan / Grontmij / BGS 2011). Die nachfolgenden Ausführungen stimmen mit dem Stand der Planungen aus dem Frühjahr 2017 überein. Die Strecke ging im Dezember 2019 in Betrieb.

Die Planung zur Erschließung des Gebiets sieht vor, eine S-Bahn-Trasse in Tunnellage durch das Gebiet Gateway Gardens zu führen und im Streckenverlauf eine S-Bahn-Station zu errichten. Dazu ist die vorhandene Gleistrasse der S-Bahn zwischen den Bahnhöfen Frankfurt(M)-Stadion und Frankfurt(M) Flughafen Regionalbahnhof nahezu auf der gesamten Streckenlänge entsprechend zu verlegen. Die Strecke wird planmäßig ausschließlich für den Personennahverkehr genutzt.

Westlich des Bahnhofs Frankfurt(M)-Stadion wird zunächst eine möglichst stark an der vorhandenen Gleislage der Strecke 3683 orientierte Trassierung angestrebt, bevor die Gleise der parallel verlaufenden Strecke 3520 (Frankfurt – Mainz / Wiesbaden) in Richtung Kelsterbach / Mainz

mittels eines Überführungsbauwerks überquert werden. Bis Bau-km 0,17 der S-Bahn-Strecke bleibt die vorhandene Entwässerung unverändert, da lediglich die Gleislage geringfügig angepasst wird. Nachfolgend ist die Strecke zur Querung der Strecke 3520 gegenüber dem Bestand anzuheben und mittels Stützwänden bzw. einer Fangedammkonstruktion abzustützen. Das im Gleisbereich anfallende Niederschlagswasser wird auf einer auf dem zur Mitte geneigten Planum angeordneten Kunststoffdichtungsbahn der Tiefenentwässerung zugeführt und mittels zweier Querschlüge einer ca. 285 m langen Sickermulde, die außerhalb der Schutzzone II südlich der Strecke 3520 angeordnet ist, zugeführt und über ~~die belebten Bodenzonen~~ bewachsenen Oberboden versickert.

Südlich der Überquerung der Gleise der Strecke 3520 ist die Entwässerung im überhöhten Bereich technisch vergleichbar ausgeführt. Das im Dammbereich gesammelte Niederschlagswasser wird über Teilsickerleitungen der Tiefenentwässerungen in eine 250 m lange zwischen den Gleisen liegende Sickermulde (Bau-km 1,00 bis 1,25 der S-Bahn-Strecke) geleitet und dort über ~~die belebten Bodenzonen~~ bewachsenen Oberboden versickert.

Im Bereich des geländegleich verlaufenden Verbindungsgleises von der Strecke 3683 zur Strecke 3520 wird über eine auf dem Planum angeordneten Kunststoffdichtungsbahn das Niederschlagswasser den trassenbegleitenden Versickerungseinrichtungen zugeführt und über ~~die belebten Bodenzonen~~ bewachsenen Oberboden versickert.

Ab ca. Bau-km 1,10 der S-Bahn-Strecke verläuft die Gleistrasse im Einschnitt, der sich zum Tunnelportal bei Bau-km 1,96 der S-Bahn-Strecke hin vertieft. Über den auf dem Planum angeordneten Kunststoffdichtungsbahnen fließt das Niederschlagswasser den trassenbegleitenden Mulden zu und wird über die belebte Bodenzone versickert. Die minimalen Grundwasserflurabstände entlang der oberirdischen Strecke am Tunnelportal betragen zu den Bemessungsgrundwasserständen der Versickerung etwa 2 m und zu durchschnittlichen Verhältnissen Verhältnissen (~~Bewirtschaftungskonzept der Stadtwaldwasserwerke 2016 und Vorgaben zu den Grundwasserständen des Wasserrechtsbescheides~~) etwa 6 m.

Mit Beginn der Stützwandkonstruktion für den bahnlinks geplanten Rettungsplatz (Bau-km 1,88 der S-Bahn-Strecke) wechselt die Neigung des Planums, so dass die Niederschläge in Gleismitte gesammelt werden und in den Tunnel abfließen.

Ab der östlichen Anrampung zum Erschließungsgebiet Gateway Gardens verläuft die Strecke vollständig im Tunnel. Westlich von Gateway Gardens wird eine annähernde Parallellage der Strecke zur Bundesstraße B 43 erreicht. Die Strecke unterfährt dabei in Tieflage eine Fußgängerunterführung im östlichen Bereich des Kreisverkehrsplatzes „Unterschweinstiege“ sowie einen Straßentunnel, durch den der auf der B 43 von Osten her kommende Verkehr zum Terminal 2 geführt wird. Der neu zu errichtende Bahntunnel schließt innerhalb des vorhandenen Flughafentunnels an die bestehende Strecke an.

Der Tunnel kommt auf seiner gesamten Strecke im Grundwasserschwankungsbereich zum Liegen. Lediglich im Bereich der östlichen Tunnelstrecke bindet der vorgesehene Verbau über eine Länge von ca. 250 m bis in die geringer durchlässigen pliozänen Sedimente ein. Auf dem weit

überwiegenden Teil der Tunnelstrecke wird der fließwirksame Querschnitt der quartären Substrate nur teilweise versperrt. Die Barrierewirkung des Tunnels ist deshalb gering. Der Grundwasseraufstau im südlichen Grundwasserzustrom und im nördlichen -abstrom beträgt in unmittelbarer Nähe des östlichen Tunnelabschnitts nach den Ergebnissen von Grundwassermodellrechnungen jeweils max. ca. 0,25 m. Bereits in einer Entfernung von weniger als 300 m zum Tunnel beträgt die Grundwasserstandsänderung in Folge der Barrierewirkung weniger als 0,1 m.

Das gesamte in der Tunnelstrecke anfallende Wasser wird mittels Hebeanlagen dauerhaft aus dem Tunnelbauwerk gepumpt und in die vorhandene öffentliche Kanalisation abgeleitet.

Zur Herstellung des unterirdischen Streckenabschnitts wurden ab Bau-km 1,96 der S-Bahn-Strecke wasserdichte Baugrubenumschließungen eingerichtet. Die Gesamtmenge des zu fördernden Grundwassers (Lenz- und Leckagewasser) wurde auf ca. 650.000 m³ geschätzt. Das bauseitig gelenzte Wasser wurde vollständig in die Kanalisation abgeleitet und der Kläranlage Frankfurt-Niederrad zugeführt.

Um Konflikte mit der Bewirtschaftung der Stadtwaldwasserwerke zu vermeiden, wurde vereinbart, die durch das geplante Vorhaben hervorgerufene bauzeitliche Absenkung des Grundwasserspiegels an den nächstgelegenen Referenzmessstellen der Stadtwaldwasserwerke auf 0,25 m zu begrenzen.

Es war bis zum östlichen Tunnelportal keine Grundwasserhaltung erforderlich.

Das auf dem bisherigen oberirdischen Streckenabschnitt anfallende Niederschlagswasser durchsickerte den Schotteroberbau in den anstehenden Untergrund.

Der zwischen dem Bahnhof Frankfurt(M)-Stadion und dem Regionalbahnhof Flughafen betriebene Streckenabschnitt der Strecke 3683 wurde in diesem Teilabschnitt vollständig zurückgebaut.

Sämtliche technische Einrichtungen, Gleisanlagen und Massivbauwerke werden entfernt. Erdbauwerke der alten Strecke werden eingeebnet und Wegeverbindungen in einem hochwertigen Naherholungsgebiet wieder zusammengeführt. Durch den Rückbau und die Renaturierung des bestehenden Streckenabschnitts kann ein vollständiger Ausgleich der im Gegenzug auf der Ostseite der Bundesautobahn A5 in Anspruch genommenen Strecken im Stadtforst hergestellt werden.

8.1.2 Umbau Knoten Sportfeld 2. BS

Die 2. Ausbaustufe umfasst den Bau von zwei zusätzlichen Gleisen zwischen dem Bahnhof Frankfurt(M)-Stadion und dem Abzweig Gutleuthof und betrifft den Streckenabschnitt von km 31,24 – km 34,43 der Strecke 3520 sowie am östlichen Abzweig des Gleisdreiecks den Streckenabschnitt ab km 6,11 der Strecke 3624. Die zusätzlichen Gleise werden östlich der vorhandenen Strecke für den Fernverkehr gebaut. In Folge des Ausbaus werden die vorhandenen Eisenbahnüberführungen entsprechend erweitert. Für die Überquerung des Mains zum Hauptbahnhof wird eine zusätzliche Brücke gebaut.

Der südliche Abschnitt des Bauvorhabens liegt bis km 32,73 in der gemeinsamen WSG IIIA der Stadtwaldwasserwerke. Der Ausbauabschnitt der von Osten kommenden Strecke 3624 liegt im Bereich des WWs Oberforsthaus in der Zone IIIA.

Die vorhandenen Bahnanlagen zwischen dem Bahnhof Frankfurt(M)-Stadion bis zum Abzweig Gutleuthof werden in Dammlage geführt. Der Damm erreicht eine Höhe von bis zu 7 m. Wegen der guten Sickerfähigkeit des anstehenden Untergrundes liegt der Schotteroberbau der vorhandenen Gleise meist direkt auf dem verdichteten Boden auf. Für den Ausbau wird der Damm nach Osten hin verbreitert.

Der Abschnitt einer geschlossenen Entwässerung mit einer Abdichtung des Gleiskörpers und einer Ableitung (inkl. Güterzuggleis, Strecke 3624) wird bis an die Grenze des WSG III der Stadtwaldwasserwerke bei km 32,73 geführt. Die Strecke 3624 wird bereits mit Beginn der Tiefbaumaßnahmen ab ca. km 6,11 der Strecke 3624 bis zum Kreuzungsbauwerkes Gleisdreieck mit Kunststoff- oder Tondichtungsbahnen abgedichtet.

Aus dem abgedichteten Bereich innerhalb des WSG erfolgt eine Ausleitung des Entwässerungswassers in das Versickerbecken südlich der Adolf-Miersch-Straße (Streckenabschnitte der Strecken 3657, 3624, 3520, südl. Teil der EÜ Adolf-Miersch-Straße) sowie in das Versickerbecken nördlich der Golfstraße (Entwässerung Kreuzungsbauwerk Gleisdreieck, Güterzugrampe und EÜ Golfstraße). Alle neu errichteten Versickerbecken liegen außerhalb des WSGes.

Ab km 32,73 erfolgt die Entwässerung in der Regel über dezentrale Versickerung. In den Dammbereichen heißt dies, dass ein breitflächiger Abfluss über die begrünte Dammböschung erfolgt. In geländegleicher Lage werden, soweit möglich, trassenbegleitende Versickerungseinrichtungen (bahnbegleitende Versickerungsgräben) eingesetzt. Durch die konstruktive Gestaltung ist sichergestellt, dass von den Gleisanlagen abfließendes Niederschlagswasser vollständig über ~~die belebten Bodenzonen~~ den bewachsenen Oberboden versickert wird. Bei beengten Verhältnissen werden abschnittsweise Versickerungsschlitze mit Vollsickerrohren vorgesehen. Die Tiefen der einzelnen Versickerungsschlitze sind so dimensioniert, dass unter Berücksichtigung der Gradienten und der Stauhöhen der einzelnen Versickerungsabschnitte bis 1,50 m unter Schienenoberkante kein Wasser anstehen kann. Der Abstand zwischen der Sohle der Versickerschlitze und dem Grundwasser beträgt bei mittleren Verhältnissen im Mittel 4-5 m, mindestens 3 m.

Alle Versickerbecken werden mit 30 cm Oberboden angedeckt und begrünt. Allen neu anzulegenden Versickerbecken werden Absetzbecken mit einer wasserundurchlässigen Sohle vorge-schaltet.

8.1.3 Umbau Knoten Stadion 3. BS / NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar

Die bestehende Eisenbahnstrecke der „Riedbahn“ (Strecken-Nr. 4010) führt von Frankfurt(M)-Stadion im Norden über Zeppelinheim, Walldorf, Mörfelden, Biblis u. a. durch das Hessische Ried bis nach Mannheim im Süden. Die Strecke besteht aus zwei Gleisen. Im Rahmen der ersten Ausbaustufe, zweiter Bauabschnitt, des Umbaus Knoten Sportfeld wurde auf einer Strecke von ca. 1,4 km Länge ein zusätzliches Gleis für Personen- und Güterzüge parallel zur Riedbahn auf der östlichen Seite gebaut.

Heute ist die Riedbahn eine der zentralen Verkehrsachsen des Schienenverkehrs und eine der meist befahrenen Strecken im süddeutschen Raum. Zwischen Zeppelinheim und Stadion binden die Gleise der Strecke 2690 (Schnellfahrstrecke Köln-Frankfurt) aus/in Richtung Flughafen Fernbahnhof in die Riedbahn ein. Auf der Riedbahn verkehren Züge des Personenfern-, Personen-nah- (einschließlich S-Bahn) und des Güterverkehrs.

Das Vorhaben Umbau Knoten Stadion 3. Baustufe stellt die geänderte Fortsetzung des Vorhabens NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar auf dem Abschnitt zwischen Bahnhof Zeppelinheim und Bahnhof Frankfurt-Stadion dar. Dieses Vorhaben befindet sich zur Zeit in der Vorplanung. Es umfasst im Wesentlichen einen viergleisigen Ausbau der Riedbahn (Strecke 4010) mit jeweils einem zusätzlichen Gleis auf der linken und rechten Seite der Strecke zwischen Zeppelinheim und dem Bahnhof Frankfurt-Stadion sowie den zweigleisigen Ausbau der Strecke 3628 im Westkopf des Bahnhofs Frankfurt-Stadion. Der Ausbau der Strecken 3628 und der Bau der Gleise der Riedbahn erfolgen zeitgleich mit den im Bahnhof Frankfurt-Stadion erforderlichen Maßnahmen des Vorhabens Umbau Knoten Sportfeld 2. BS.

Auf dem Abschnitt zwischen dem Abzweig zum Flughafen Fernbahnhof und dem Bahnhof Stadion werden die Gleisverbindungen so gestaltet, dass der Betrieb entsprechend den betrieblichen Anforderungen relationsabhängig flexibel durchgeführt werden kann. Die erforderlichen Bauwerke werden nicht in das Grundwasser reichen. Das Entwässerungskonzept sieht vor, im WSG II und IIIA das abfließende Niederschlagswasser vollständig zu fassen, auszuleiten und außerhalb des WSG IIIA über Absetz- und Versickerbecken zu versickern. Insgesamt ist der Umfang der geplanten Baumaßnahmen gegenüber dem Vorhaben NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar v.a. durch den Entfall von Kreuzungsbauwerken reduziert.

Der ehemalige PFA 1 des Vorhabens Neubaustrecke Rhein-Main/Rhein-Neckar (NBS RM/RN) beginnt nunmehr erst im Bahnhof Zeppelinheim. In Parallellage werden jeweils ein Gleis östlich und westlich zur vorhandenen Strecke 4010 ergänzt. Der PFA 1 liegt nur im Einzugsgebiet des WWs Hinkelstein, wenn die Grundwassersanierungen im Bereich des Flughafens abgeschlossen sind. Entwässerungswasser von der Neubaustrecke Rhein/Main – Rhein/Neckar fließt dann auf sehr langen Fließwegen mit Fließdauern von vielen Jahrzehnten den Brunnen Hinkelstein zu. Da die Sanierungsmaßnahmen am Flughafen jedoch nur temporär sind, wird das Vorhaben Neubaustrecke Rhein-Main/Rhein-Neckar in seinem neuen Zuschnitt in der vorliegenden Untersuchung mit betrachtet.

8.2 Quantitative Beeinflussung des Grundwassers

Kumulierende Wirkungen aus den einzelnen Vorhaben sind in Folge der Barrierewirkungen von Bauwerken, die in das Grundwasser reichen, und in Folge von bauzeitlichen Grundwasserentnahmen zu betrachten.

Die veränderte Flächennutzung führt bei allen Vorhaben zu einer geringen Veränderung in der Grundwasserneubildung, die jedoch keinen relevanten Einfluss auf das Grundwasserdargebot hat.

Eine Barrierewirkung auf die Grundwasserströmung entsteht beim Vorhaben S-Bahnanbindung Gateway Gardens im westlichen Abschnitt durch die Tunnelstrecke, die teilweise im Grundwasser liegt. Bereits in eine Entfernung von weniger als 300 m zum Tunnel beträgt die Grundwasserstandsänderung in Folge der Barrierewirkung weniger als 0,1 m.

Beim Vorhaben Umbau Knoten Sportfeld, 2. Ausbaustufe zeigt die EÜ Golfstraße den deutlichsten Einfluss auf die Grundwasserströmung. Er ist mit einer Änderung des Grundwasserstands von max. 0,15 m in unmittelbarer Bauwerknahe gering und nur von lokaler Relevanz.

In den Vorhaben Umbau Knoten Stadion 3. BS / NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar PFA 1 und RTW sind keine Bauwerke vorgesehen, die eine signifikante Grundwasserstandsänderung sowohl dauerhaft als auch bauzeitlich zur Folge haben.

Eine dauerhafte kumulierende Wirkung auf die Grundwasserstände und –strömung ist aus den drei Vorhaben der DB Netze nicht gegeben.

Der mit Abstand größte bauzeitliche Eingriff in das Grundwasser erfolgte bei der offenen Bauweise der ca. 2 km langen Tunnelstrecke ca. ab Bau-km 1,96 der S-Bahnanbindung Gateway Gardens. Auf zwei Teilstrecken ca. zwischen Bau-km 2,1 - 2,7 und ca. zwischen Bau-km 3,3 - 3,7 lag die Baugrube teilweise im Grundwasser. In Folge der Restdurchlässigkeit des wasserdichten Verbaus und des Lenzens der Baugrube waren Grundwasserentnahmen erforderlich. Durch die abschnittsweise Herstellung wurden die Grundwasserentnahmen theoretisch als Ergebnis von Grundwassermodellrechnungen auf max. 1.730 m³/d begrenzt. Zur Vermeidung eines Konfliktes mit den Korridorwerten an den nächst gelegenen Referenzmessstellen G03920, G03930 und G03950 der Stadtwaldwasserwerke bzw. zur Begrenzung der Absenkung an den o.g. Messstellen auf < 0,25 m war bei einer Wasserhaltung mit einer Grundwasserentnahme von mehr als 1.800 m³/d eine Stützung der Grundwasserstände durch Infiltration zumindest in Höhe der diese Menge überschreitenden Grundwasserentnahme vorgesehen.

Die bauzeitliche Grundwasserentnahme zur Herstellung der EÜ Golfstraße beträgt insgesamt rund 135.000 m³. Als Folge resultiert in einem Umkreis von 200 - 300 m um die Eisenbahnüberführung eine Absenkung der Grundwasserstände von 10 – 15 cm, die als nicht signifikant zu bezeichnen ist.

Eine kumulierende Wirkung aus der Überlagerung der bauzeitlichen Einflüsse auf die Grundwasserströmung und auf den quantitativen Grundwasserhaushalt aus den 3 Vorhaben ist nicht gegeben.

8.3 Qualitative Beeinflussung des Grundwassers

8.3.1 Methodische Grundlagen

Die vorhabenübergreifende Risikobetrachtung und Risikobewertung basiert auf dem DVGW Merkblatt W 1001-B2 (M): Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risikomanagement im Normalbetrieb.

Das Risikomanagement nach DVGW W 1001-B2 (M) gliedert sich in die folgenden Teilaspekte bzw. Arbeitsschritte:

- Beschreibung des Versorgungssystems,
- Gefährdungsanalyse,
- Risikoabschätzung,
- Risikobeherrschung.

Untersuchungsgebiet ist das Einzugsgebiet der Stadtwaldwasserwerke (**Anlage 18.1.12**). Bei der Gefährdungsanalyse und der Risikoabschätzung werden die in Kapitel 8.1 beschriebenen, innerhalb des Einzugsgebietes liegenden Baumaßnahmen der DB sowie die RTW berücksichtigt. Die RTW wird dabei gesondert von den DB-Vorhaben betrachtet. Als Gefährdung der Grundwasserqualität werden die durch die genannten Bauvorhaben bedingten Stoffeinträge in das Grundwasser betrachtet.

Abbildung 1 zeigt die berechneten Bahnlinien zu den Brunnen der Stadtwaldwasserwerke für eine Fließzeit von 100 Jahren. Die hierbei zugrunde gelegten Entnahme- und Infiltrationsmengen sind hierbei eine Reaktion auf die an den veränderlichen Trinkwasserbedarf angepassten Grundwasserentnahmen gemäß Bewirtschaftungskonzept und auf die witterungsbedingte Entwicklung der Grundwasserstände. Der Sanierungsbetrieb am Frankfurter Flughafen wurde nicht berücksichtigt. Für das am weitesten von den Trinkwasserbrunnen entfernte Vorhaben ICE-NBS resultieren unter diesen Voraussetzungen mittlere Fließzeiten von mehr als 100 Jahren. Aus den Transportberechnungen (s. Kap. 8.3.4) können Hinweise entnommen werden, dass auch geringere Fließzeiten von 30 bis 40 Jahren möglich sind.

Die Risikoabschätzung erfolgt auf Grundlage der quantitativen Methode auf der Basis numerisch berechneter Einheitsdurchbruchskurven gemäß DVGW Merkblatt W 1001-B2 (M), Anhang D. Hierzu wird der Stofftransport mit einem Grundwassermodell (s. Anhang VI) in Transportberechnungen für die verschiedenen Stoffeintragssituationen durchgeführt (aktuelle Situation (Ist-Zustand), Planzustand, Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung) und bewertet.

Bei der gegebenen Fragestellung sind zur quantitativen Risikoabschätzung großräumige Grundwassermodellrechnungen notwendig, da andernfalls die räumliche Lagebeziehung der Emittenten (d.h. der Zugstrecken) und der lokalen Belastungsschwerpunkte nicht berücksichtigt werden kann.

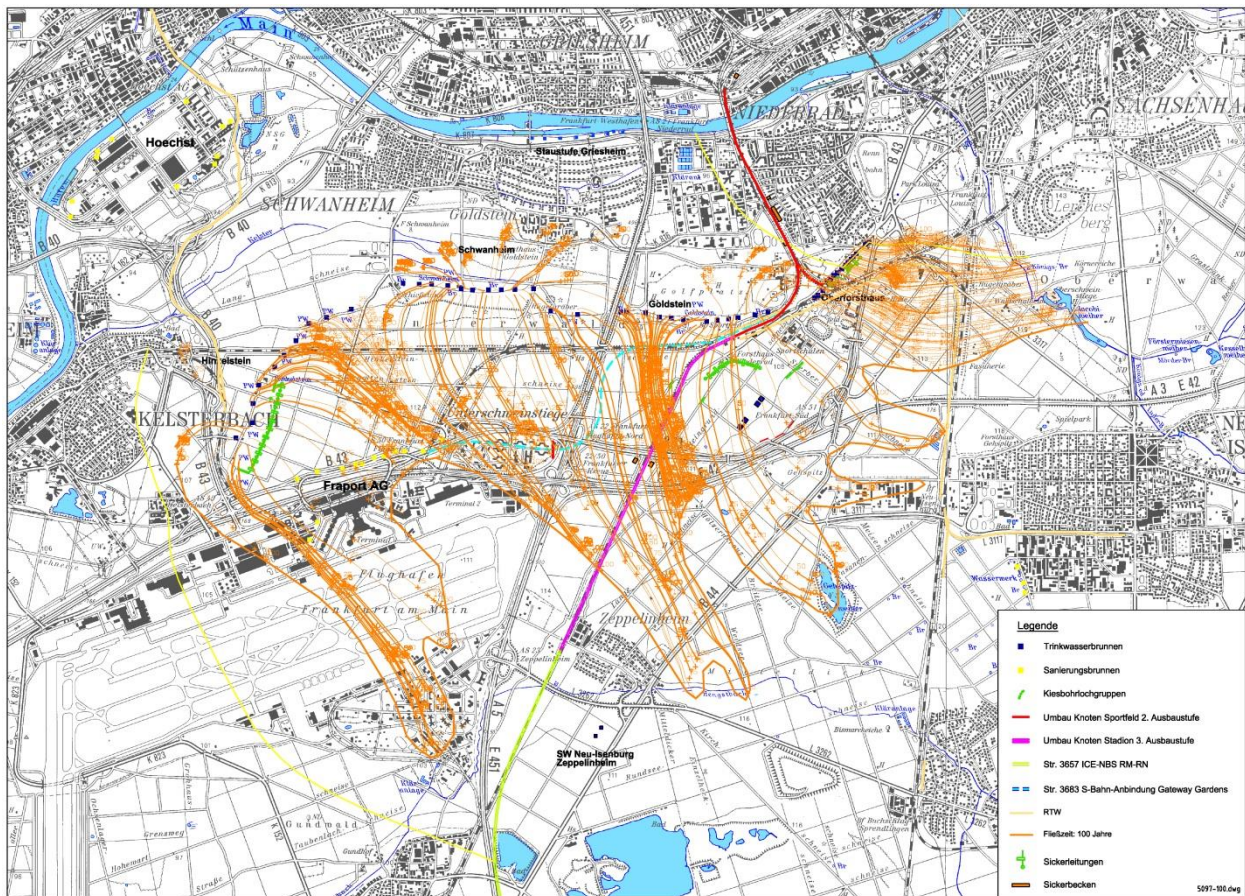


Abbildung 1 Bahnlinien im Einzugsgebiet der Stadtwaldwasserwerke mit 100 Jahren Fließzeit zu den Brunnen

Die Risikobewertung beruht sowohl auf der durch die verschiedenen Bauvorhaben bedingten veränderten Stoffeintragssituation in das Grundwasser als auch auf den mit dem Grundwassermodell an den Trinkwasserbrunnen der Stadtwaldwasserwerke berechneten Durchbruchkurven. Die dort berechneten Stoffkonzentrationen bilden die Bewertungsgrundlage dafür, ob durch die geplanten Vorhaben ein höheres Risiko für die Trinkwassergewinnung der Stadtwaldwasserwerke in Folge der geplanten Vorhaben entsteht. Hierzu werden die berechneten Stoffkonzentrationen im Ist- und im Planzustand miteinander verglichen. Dabei werden keine absoluten Stoffkonzentrationen betrachtet und mit Qualitätsnormen wie z.B. den GFS-Werten in Bezug gesetzt, sondern die Bewertung erfolgt auf der Grundlage normierter Eingangskonzentrationen C_0 und deren relativer Änderung.

„Normierte Eingangskonzentrationen“ bedeutet hierbei, dass den Stoffgruppen im Istzustand in Abhängigkeit von den wesentlichen Einflussgrößen (z.B. Zugbetrieb, Anzahl der Gleise, Anzahl der Weichen) eine fiktive Konzentration C_0 zugewiesen wird, die sich im Planzustand bzw. im Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung proportional zur Änderung der Einflussgrößen verändert. Nähere Ausführungen zur Normierung und zur Ableitung der wesentlichen Einflussgrößen finden sich in Kapitel 8.3.4. Zur Ergänzung werden in Kapitel 8.3.4 auch Messwerte bahnbedingter Stoffemissionen auf Grundlage einer Studie der EAWAG (ETH Zürich) für

Emissionen der Schweizer Bundesbahnen von 2005 aufgeführt. Nach Angaben der DB sind die Bahntechnik der DB und der SBB (Schweizer Bundesbahnen) vergleichbar.

Zur Risikobeherrschung wurden im Rahmen der beschriebenen Vorhaben verschiedene Maßnahmen konzipiert, die dem Trinkwasserschutz dienen und das Risiko eines unerwünschten Stoffeintrags minimieren sollen. Beispiele hierfür sind insbesondere der Verzicht auf den Einsatz von Herbiziden, das Sammeln und die Ausleitung des Entwässerungswassers aus bestimmten Streckenabschnitten und der Einsatz von schmierungsfreien Weichen.

Die Validierung der Maßnahmen erfolgt wiederum sowohl über die Veränderung der Stoffeintragssituation als auch über Transportberechnungen. Anhand der im Planzustand bei Anwendung von Schutzmaßnahmen berechneten Stoffkonzentrationen an den Trinkwasserbrunnen wird die Wirksamkeit der Maßnahmen bewertet.

8.3.2 Beschreibung des Versorgungssystems

Im Interesse der öffentlichen Wasserversorgung wurde zum Schutz des Grundwassers im Einzugsgebiet der Wasserwerke Hinkelstein, Schwanheim, Goldstein, Oberforsthaus und Staustufe Griesheim 1997 ein WSG festgesetzt. Die Stadtwaldwasserwerke haben u.a. auf Grund ihrer Leistungsfähigkeit eine herausragende Bedeutung bei der Sicherstellung der Wasserversorgung im Versorgungsbereich Frankfurt (große Schutzwürdigkeit). Die Schutzzone II im Bereich der WWe Goldstein und Oberforsthaus schließt auch die im Oberstrom angeordneten Infiltrationsanlagen ein. Auf Grund der Standortmerkmale (geringe Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung, hohe Durchlässigkeit der anstehenden Substrate, besondere Verkehrsbelastung des Gebiets durch die besondere Nähe zu einem der weltweit größten Flughäfen, viele stark frequentierte Straßen und Bahnstrecken) ist von einem überdurchschnittlichen Gefährdungspotential für die Trinkwasserversorgungsanlagen mit einer großen Schutzbedürftigkeit auszugehen.

Die Grundwasserqualität ist in größeren Teilen des Einzugsgebietes anthropogen beeinflusst. Grundwasserschäden auf dem Flughafengelände wirken sich auf die Grundwasserbewirtschaftung im Bereich des WWs Hinkelstein aus. Das WW kann aber uneingeschränkt zur Trinkwasserversorgung genutzt werden. Im Oberstrom der WWe Goldstein und Oberforsthaus ist das Grundwasser u.a. in geringen Konzentrationen mit Herbiziden und CKWs sowie sprengstofftypischen Verbindungen (z.B. TNT) belastet.

8.3.3 Gefährdungsanalyse

Für die Gefährdungsanalyse wurden die Stoffemissionen von den Gleiskörpern im Einzugsgebiet der Stadtwaldwasserwerke im Bestand und im Ausbauzustand systematisch erfasst. Die betrachteten Zugstrecken werden streckenabhängig sowohl für den Personennah- als auch für den Personenfernverkehr und den Güterverkehr genutzt. Die S-Bahn-Strecke 3683 sowie die RTW-Neubaustrecken dienen ausschließlich dem Personennahverkehr. Auf allen anderen Strecken können auch Güterzüge verkehren. Auf den Strecken mit Güterverkehr sind Gefahrguttransporte vorgesehen.

Zur Vegetationskontrolle werden im Untersuchungsgebiet Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Nach den Nebenbestimmungen Nr. III der Ausnahmegenehmigung nach § 12 (2) PflSchG des EBA Frankfurt/Saarbrücken vom 27.03.2015 wurden 2016 und 2017 innerhalb der gesamten WSG-Zone II der Stadtwaldwasserwerke keine Herbizide eingesetzt. Ebenso ist auf allen RTW-Neubaustrecken der Einsatz von Herbiziden nicht vorgesehen. Der im Rahmen des Vorhabens Umbau Knoten Sportfeld, 2. Ausbaustufe zusätzlich vorgesehene Verzicht auf Herbizideinsatz innerhalb des WSGes der Stadtwaldwasserwerke ~~findet sich in den Planfeststellungsbeschlüssen zu den Verfahren Umbau Knoten Sportfeld, 2. Ausbaustufe und RTW - PFA Süd 1~~ [ist in Kap. 4.9 dargestellt](#). Die weiteren im Genehmigungsverfahren zugesicherten Strecken mit einem Verzicht auf Herbizideinsatz blieben unberücksichtigt und die Streckenlängen mit Herbizideinsatz werden in der vorhabenübergreifenden Risikobetrachtung etwas überschätzt.

Im aktuellen Zustand erfolgt die Entwässerung der Bahnstrecken im Untersuchungsgebiet durch dezentrale Versickerung. Generell ist der Oberbau der betrachteten Strecken nicht abgedichtet, so dass es zu einer direkten Versickerung von Niederschlagswasser durch den Gleiskörper ohne Passage ~~der belebten Bodenzone~~ [des bewachsenen Oberbodens](#) kommen kann. Das Korngemisch KG 1 (schwach wasserdurchlässige Korngemische) für Trag- und Schutzschichten wird im Kontext der vorhabenübergreifenden Risikobetrachtung als nicht dicht angesehen.

Aus dem regulären Eisenbahnbetrieb ist v.a. mit Stoffemissionen der folgenden Substanzgruppen, die mit ihren Emissionswegen und Stoffeigenschaften bereits in Kapitel [35.2](#) ausführlich beschrieben wurden, zu rechnen:

- Schwermetalle,
- Kohlenwasserstoffe,
- Herbizide.

Bei den Kohlenwasserstoffen werden die PAK, die v.a. aus Holzschwellen freigesetzt werden, nicht berücksichtigt.

Bauzeitliche Einflüsse werden durch einen auf die Bauzeit und Baufläche begrenzten temporär erhöhten Kohlenwasserstoffeintrag berücksichtigt. Die Baustellen sind räumlich getrennt und liegen größtenteils in unterschiedlichen Brunneneinzugsgebieten. Darüber hinaus ist auch die Abfolge der Baumaßnahmen im Einzugsgebiet der Stadtwaldwasserwerke zeitlich versetzt (Tabelle 6), wobei die späteren Bauvorhaben der DB in größerer Entfernung zu den Brunnen liegen.

Tabelle 6 Zeitfenster der Baumaßnahmen im Einzugsgebiet der Stadtwaldwasserwerke

Bauvorhaben	Bauphase
Gateway Gardens	Ende 2016 – Ende 2021
Knoten Sportfeld 2. Baustufe	2021 – 2028
Knoten Sportfeld 3. Baustufe	2023 – 2027
NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar	2023 – 2028

RTW

20242 - 20238

8.3.4 Risikoabschätzung

8.3.4.1 Grundlagen

Die Risikoabschätzung unterteilt sich nach dem DVGW Merkblatt W 1001-B2 (M) in die Schritte Risikoanalyse und Risikobewertung. Sie erfolgt quantitativ auf der Basis mit einem Grundwassermodell berechneter Einheitsdurchbruchskurven in den Wasserwerksbrunnen.

Für die Risikoanalyse wird das Ausmaß des Stoffeintrags am Eintragsort bestimmt. Den Ort des Stoffeintrags stellt zunächst der Gleiskörper dar, an dem die Stoffe, z.B. durch Abrieb, Tropfverluste, Weichenschmierung etc., emittiert werden. Bei einer Abdichtung des Gleiskörpers und der Ausleitung des Entwässerungswassers ist die Einleitstelle als Ort des Stoffeintrags zu sehen.

Bei einer Modellierung des Stoffeintrags vom Gleiskörper über die Bodenzone in das Grundwasser müssen die Transportprozesse in der ungesättigten Zone modelliert und die Prozesse berücksichtigt werden, die in der Bodenzone zu einem Stoffrückhalt und –abbau führen können. Dies sind z.B.:

- Verflüchtigung (Kohlenwasserstoffe),
- Sorption in der Bodenzone (Schwermetalle und Kohlenwasserstoffe),
- Abbau in der Bodenzone (Herbizide und Kohlenwasserstoffe).

Da dies methodisch sehr aufwändig ist und eine Risikobewertung für das Grundwasser erfolgt, wird für die quantitative Risikoabschätzung ein vereinfachter, konservativer Ansatz gewählt, der ohne Berücksichtigung der Prozesse in der Bodenzone den Stoffeintrag an der Grundwasseroberfläche ansetzt. Ein veränderter Stoffeintrag in die Bodenzone, z.B. durch einen erhöhten Zugbetrieb oder eine höhere Herbizidapplikation, setzt sich in diesem Ansatz als gleichermaßen erhöhter Stoffeintrag ins Grundwasser fort.

Als Leitparameter für den Stoffeintrag aus dem regulären Eisenbahnbetrieb werden die Substanzgruppen Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe und Herbizide angesetzt.

Für alle Leitparameter wird ein konstanter Stoffeintrag in das Grundwasser angenommen. Dies entspricht bei den Schwermetallen und den Kohlenwasserstoffen auch dem tatsächlichen Emissionsmuster. Bei den Herbiziden erfolgt nur periodisch eine Stoffemission. In der Regel werden die zu behandelnden Strecken zweimal in der Vegetationsperiode mit Spritzzügen befahren. Wegen der großen Flurabstände und der dadurch bedingten langen Fließzeiten in der ungesättigten Zone ist jedoch mit einer Verschmierung der Schadstofffront zu rechnen, so dass auch für diese Stoffgruppe die Annahme eines konstanten Eintrags in das Grundwasser berechtigt ist. Die Modellierung des Stofftransports im Grundwasser erfolgt konservativ, d.h. ohne Berücksichtigung von Sorptions- und Abbauvorgängen.

Für die drei gewählten Leitparameter kann die Intensität des Stoffeintrages über ihren typischen Austragsmechanismus mit verschiedenen Indikatoren verknüpft werden (Tabelle 7):

- Die Emission von Schwermetallen ist vornehmlich durch den Abrieb von Rad, Schiene, Bremse und Oberleitung bedingt. Als Indikator für die Emissionsmengen dient daher die Anzahl der Züge.
- Die Emission von Kohlenwasserstoffen stammt vornehmlich aus der Mechanismusschmierung der Züge sowie der Weichenschmierung. Indikatoren für die Emissionsmengen sind daher die Zugzahlen sowie die Anzahl der geschmierten Weichen.
- Pflanzenschutzmittel werden gezielt mit Spritzzügen ausgebracht. Der Indikator für die Ausbringungsmengen ist daher die Anzahl der zu behandelnden Gleise bzw. die Länge der zu behandelnden Gleisstrecke.

Tabelle 7 Leitsubstanzen, typische Austragsmechanismen und Indikatoren als Maß für die Emissionsmenge

Leitsubstanz	Austragsmechanismus	Indikator
Schwermetalle	Abrieb von Rad, Bremse und Schienen	Zugzahlen
Kohlenwasserstoffe	Schmierung von Mechanismus und Weichen	Zugzahlen Anzahl Weichen
Pflanzenschutzmittel	Gezielte Ausbringung	Anzahl und Länge der zu behandelnden Gleise

8.3.4.2 Eintragssituation

Die Eintragssituation im Ist-Zustand wird in **Anlage 18.1.13.1 – Anlage 18.1.13.5** dargestellt. Anlage 18.1.13.1 zeigt zunächst die aktuellen Zugzahlen (Züge/Tag) auf den betrachteten Strecken im Einzugsgebiet der Stadtwaldwasserwerke. Die tatsächlichen Zugzahlen wurden für alle betrachteten Szenarien (Ist-Zustand, Planzustand, Planzustand mit Maßnahmen) für eine leichtere Nachvollziehbarkeit in vier Klassen von insgesamt 0 – 1200 Züge/d zusammengefasst. Deutlich ist in Anlage 18.1.13.1 der Belastungsschwerpunkt Bahnhof Stadion mit den meisten Zugbewegungen pro Tag zu erkennen. Hier verkehren im aktuellen Zustand ca. 650 Züge und im Planzustand unter Berücksichtigung der RTW über 1000 Züge täglich. Den Berechnungen der Eintragsmengen wurden die tatsächlichen Zugzahlen zu Grunde gelegt.

Schwermetalle

Da die Schwermetallemission v.a. durch Abrieb bedingt ist, korreliert sie stark mit den Zugbewegungen. In einem pauschalen Ansatz wurde das Verteilungsmuster der täglichen Zugbewegungen direkt auf das Verteilungsmuster der Schwermetallemission im Ist-Zustand übertragen (Anlage 18.1.13.2). Auf eine weitergehende Unterteilung, z.B. in Güter-, Personenfern- und Personennahverkehr, wurde mangels geeigneter verfügbarer Daten verzichtet.

Die Emissionsmengen für die verschiedenen Schwermetalle unterscheiden sich stark und sind in Tabelle 8 auf Grundlage der Studie „Gewässerschutz an Bahnanlagen, Emittierte Stoffe im

Normalbetrieb der SBB sowie Grundlagen zu deren Umweltverhalten“ (EAWAG 2005) aufgeführt. Auf diese Studie verweist auch das DB Umweltzentrum bei diesbezüglichen Fragestellungen, z.B. zu bahnbedingten Stoffemissionen im Bereich der DB Netz. Nach Angaben der DB sind die Bahntechnik der DB und der SBB (Schweizer Bundesbahnen) vergleichbar.

Zu beachten ist, dass die Schwermetalle aus dem Bahnbetrieb größtenteils partikulär freigesetzt werden, sich im Gleisschotter anreichern und nur ein gewisser Anteil der gesamten Emissionsmenge in Lösung geht und damit mobilisiert werden kann.

Tabelle 8 Schwermetallemissionen aus Bahnanlagen nach EAWAG 2005

Stoff	Emission pro Gleis-km [g/km·a]
Blei	0,50
Cadmium	0,30
Chrom	960 - 1160
Kupfer	6480
Nickel	50
Zink	2750

Herbizide

Die Herbizidausbringung ist unabhängig vom Streckenbetrieb. Sie ist im Wesentlichen von der Länge und der Anzahl der zu behandelnden Gleise abhängig. Anlage 18.1.13.3 zeigt eine Luftbildauswertung des Untersuchungsgebietes, in der aus dem Luftbild die Anzahl parallel laufender Gleise ermittelt wurde. In einem vereinfachten und konservativen Ansatz wurde auf jedem zu behandelnden Gleisabschnitt eine gleichmäßige Herbizidausbringung simuliert. Dies bedeutet, dass bei parallel laufenden Gleisen mit Herbizidapplikation die Emissionsmenge direkt proportional zur Anzahl der Gleise ist.

Nach Angaben der DB wurden 2008 bundesweit ca. 78 Tonnen Wirkstoff auf einer Fläche von 1040 km² ausgebracht. Dies entspricht bei einer üblichen Applikationsbreite von 5,5 m, die sich aus der Trassenbreite (Schienen, Schotter und Schotterflanken, Randweg) und der Konstruktion der Spritzzüge ergibt (WYGODA ET AL 2006), einer jährlichen Ausbringungsmenge von 410 g Wirkstoff pro Gleis-km und Gleis. Die eawag gibt für 2003 eine jährliche Ausbringungsmenge von 540 g Glyphosat pro Gleis-km im Normalbetrieb an (EAWAG 2005).

Wie aus Anlage 18.1.13.4 gut zu erkennen ist, liegen im Ist-Zustand die Belastungsschwerpunkte beim Herbizideintrag wegen der großen Anzahl parallel laufender Gleise auf der Main-Neckar-Bahn (Str. 3601 und 3688) und am Bahnhof Stadion (außerhalb der WSG-Zone II). Die Simulation des Herbizideintrags im Ist-Zustand entspricht der Applikationspraxis 2015 und 2016. In diesen Jahren wurden gemäß den Nebenbestimmungen Nr. III der Ausnahmegenehmigung nach § 12 (2) PflSchG des EBA Frankfurt/Saarbrücken vom 27.03.2015 innerhalb der gesamten WSG-Zone II der Stadtwaldwasserwerke keine Herbizide eingesetzt.

Kohlenwasserstoffe

Anlage 18.1.13.5 zeigt schließlich das Eintragsmuster für die Kohlenwasserstoffe. Hier werden zwei Effekte überlagert:

- eine räumlich verteilte Kohlenwasserstoffemission aus dem Zugbetrieb (Mechanismusschmierung und Tropfverluste), die mit den Zugzahlen korreliert sowie
- ein lokaler, vom Zugbetrieb unabhängiger Stoffeintrag aus geschmierten Weichen.

Tabelle 9 stellt die jährlichen Emissionsmengen nach EAWAG 2005 aus der Weichenschmierung und dem Zugbetrieb (Mechanismusschmierung) nebeneinander. Die eawag-Daten beruhen auf einer mittleren Zugdichte von ca. 130 Zügen/Gleis-km. Bei einer Durchfahrt von 100 Zügen ergibt sich damit überschlägig eine KW-Emission von ca. 30 kg pro Gleis-km, bei einer Durchfahrt von 500 Zügen entsprechend 150 kg. In einem Weichenfeld mit 10 Weichen würde unabhängig vom Zugbetrieb eine Kohlenwasserstoffemission von ca. 70 kg resultieren.

Tabelle 9 Kohlenwasserstoffemissionen aus Bahnanlagen nach EAWAG 2005

Stoff	Emission pro Weiche [kg/a]	Emission pro Gleis-km [kg/km·a]
Kohlenwasserstoffe	7*	37**

*KW-Verluste durch Verflüchtigung wurden bei diesem Wert bereits berücksichtigt

**aus Mechanismusschmierung

Abbildung 2 zeigt die durch die Weichenschmierung bedingten zusätzlichen Eintragsschwerpunkte für Kohlenwasserstoffe im Untersuchungsgebiet aus den großen Weichenfeldern an den Bahnhöfen oder Streckenabschnitten mit vielen Weichen. Die Anzahl der Weichen wurden für die geplanten Vorhaben anhand der Systempläne der DB Netz ermittelt. Am Knoten Sportfeld liegen derzeit ca. 40 Weichen. Unter der konservativen Annahme, dass es sich dabei ausschließlich um geschmierte Weichen handelt, würden durch die Weichenschmierung rechnerisch 280 kg Kohlenwasserstoffe pro Jahr emittiert werden.

Auch wenn über EAWAG (2005) eine umfassende Datengrundlage für die bahnbedingten Stoffemissionen vorliegt, wurden bei der Transportmodellierung keine absoluten, sondern normierte Stoffkonzentrationen betrachtet. Hierfür waren die folgenden Gründe maßgebend:

- Es ist sehr schwierig, aus den Emissionsmengen am Gleis Eintragsmengen in das Grundwasser abzuleiten. Hierfür müsste zunächst der in Lösung gehende Anteil der z.T. partikulären Emissionen bestimmt werden. Darüber hinaus müssten auch atmosphärische Prozesse wie Verflüchtigung oder Drift und schließlich der Transport in der ungesättigten Zone berücksichtigt werden.
- Bei einer Betrachtung und Bewertung absoluter Stoffkonzentrationen an den Trinkwasserbrunnen müsste auch der Einfluss anderer Emittenten im Untersuchungsgebiet quantifiziert

werden, wie z.B. der Straßenverkehr, anthropogene Bodenauffüllungen oder atmosphärische Deposition.

Die Bewertung des vorhabenübergreifenden Risikos für die Trinkwasserversorgung durch die Stadtwaldwasserwerke erfolgt entsprechend nicht auf der Grundlage absoluter, an den Trinkwasserbrunnen der Stadtwaldwasserwerke berechneter Stoffkonzentrationen, sondern aus der berechneten Entwicklung der normierten Stoffkonzentrationen (Zunahme, Stagnation oder Minderung der berechneten Konzentrationen). Diese leitet sich aus der Entwicklung der oben genannten Indikatoren ab.

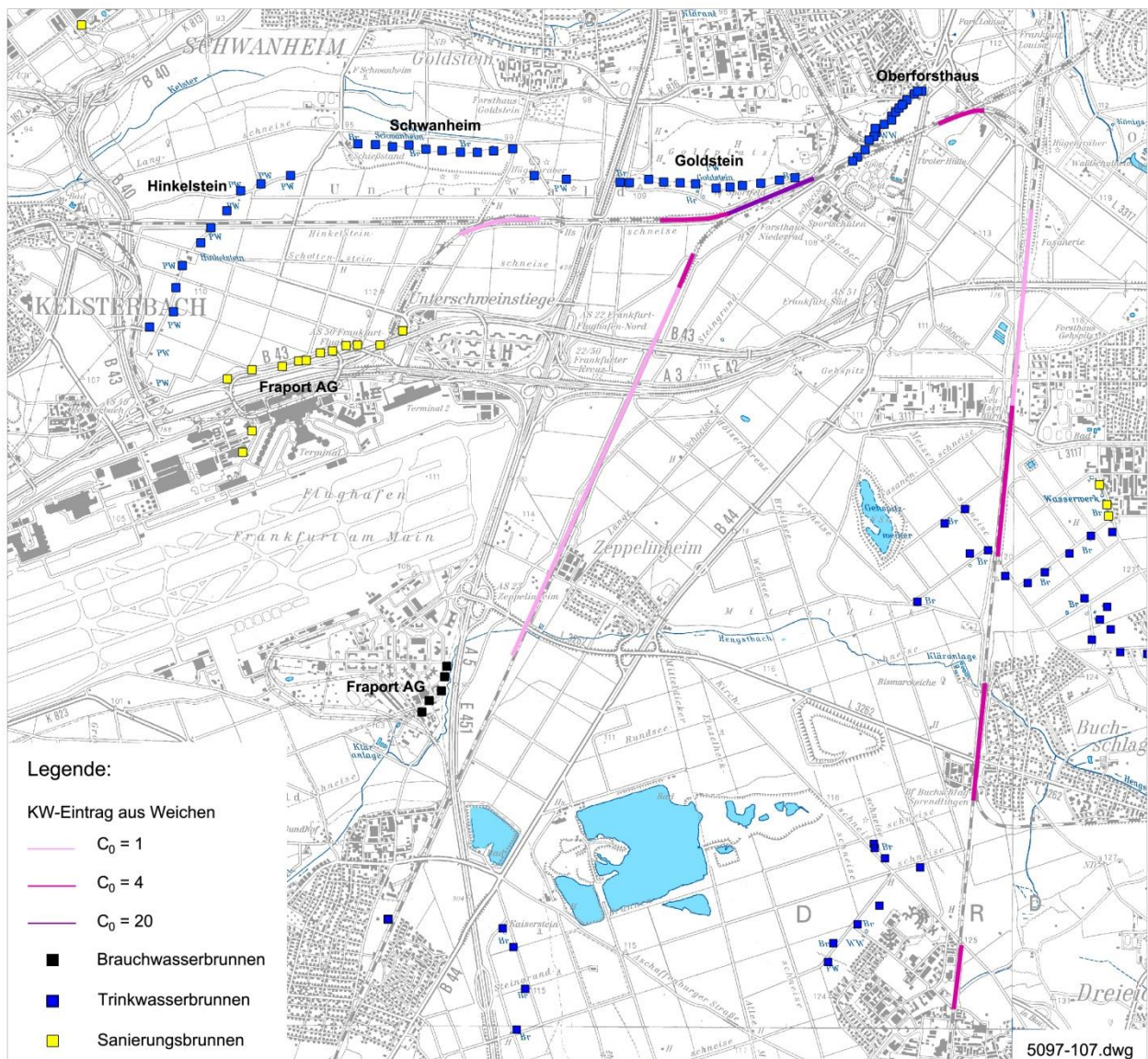


Abbildung 2 Belastungsschwerpunkte des Kohlenwasserstoffeintrags aus Weichenfeldern im Istzustand

8.3.4.3 Strömungs- und Transportmodellierung Ist-Zustand

Die Strömungs- und Transportmodellierung erfolgte mit dem in Anhang VI beschriebenen Grundwassermodell. Die hydrogeologische Schematisierung des Modells wurde übernommen und die numerische Diskretisierung im Untersuchungsgebiet entsprechend den Anforderungen von Transportmodellierungen angepasst.

Zur Bestimmung einer im Ist-Zustand vorhandenen Ausgangskonzentration C_0 wurde für jede Schadstoffgruppe (Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe, Herbizide) jeweils 1 Rechenlauf durchgeführt.

Die Eintragsmuster und -zahlen für die unterschiedlichen Schadstoffgruppen wurden wie folgt erstellt:

- Der Eintrag der Herbizide wurde mit der Anzahl der nebeneinander liegenden und zu behandelnden Gleise korreliert. Aufgrund des bestehenden Anwendungsverbots in WSG Zone II wurden diese Bereiche mit keinem Stoffeintrag belegt.
- Der Eintrag der Schwermetalle wurde mit den Zugzahlen korreliert.
- Der Eintrag der Kohlenwasserstoffe wurde aus den Zugzahlen und in Streckenabschnitten mit Weichen mit einem zusätzlichen Eintragsfaktor für den Stoffaustrag aus der Weichenschmierung abgeleitet. Diese Streckenabschnitte sind in Abbildung 2 dargestellt.

Die Normierung der Eintragswerte für die verschiedenen Stoffgruppen erfolgte anhand der oben genannten Faktoren und ist in Tabelle 10 zusammengefasst. Die größte Spannweite der Eintragswerte von 0 – 5048 ergibt sich bei den Kohlenwasserstoffen, da hier zusätzlich zu den Zugzahlen lokal der Stoffeintrag aus den Weichenfeldern berücksichtigt wird. Die normierten Eintragswerte der betrachteten Stoffgruppen sind in Anlage 18.1.13.2, Anlage 18.1.13.4 und Anlage 18.1.13.5 dargestellt.

Tabelle 10 Normierte Eintragswerte der Schadstoffgruppen zur Bestimmung einer Belastungskonzentration

Schadstoff	Indikator	Normierung	Theoretische Spannweite der Eintragswerte
Herbizide	Gleislänge	1 Gleis = 1	0 – 8
Schwermetalle	Zugzahlen	40 Züge = 1	0 – 3027
Kohlenwasserstoffe	Zugzahlen und Weichen	40 Züge = 1 (Grundbelastung) + Zusatzbelastung aus Weichen: 0 - 20	0 - 5048

Wie in Kapitel 8.3.4.1 ausführlich dargelegt, wird darauf verzichtet, diese Eintragswerte in das Grundwasser mit konkreten Frachten oder Konzentrationen zu koppeln. Richtwerte für die Größenordnung bahnbedingter Emissionen sind ebenfalls in Kapitel 8.3.4.1 nach EAWAG (2005) angegeben.

Die Schadstofffrachten wurden anhand der Auswertungen der jeweiligen Indikatoren wie in den Anlagen 18.1.13.2, 18.1.13.4 und 18.1.13.5 dargestellt entlang der Bahnstrecken im Modell implementiert. Um einen stationären Ist-Zustand der Schadstoff-Konzentrationen in den Brunnen

der WWs Goldstein, Schwanheim und Hinkelstein zu erlangen, wurden die Rechenläufe des Ist-Zustandes über einen Zeitraum von 200 Jahren durchgeführt.

Abbildung 3 - Abbildung 5 zeigen die berechneten Durchbruchskurven ausgewählter Brunnen der WWs Goldstein, Schwanheim und Hinkelstein für die Leitsubstanzen zur Ermittlung des Ausgangszustandes (Ist-Zustand). Hier wurde unter den oben beschriebenen Eintragsbedingungen ein stationärer Stoffeintrag entlang der Bahnstrecken in das Grundwasser simuliert. Nach ca. 200 Jahren ist für die genannten Stoffgruppen an den Brunnen der Stadtwaldwasserwerke ein weitgehend stationärer Zustand, d.h. stationäre Stoffkonzentrationen, erreicht. Diese dienen bei der weiteren Berechnung des Planzustandes als Ausgangskonzentration.

Die auf der y-Achse aufgetragenen Belastungswerte entsprechen hierbei den berechneten Stoffkonzentrationen, die sich für die einzelnen Schadstoffgruppen aus den normierten Eintragswerten ergeben. Sie sind entsprechend einheitslos. Da der Berechnungsansatz rein konservativ und damit ohne Berücksichtigung von Verflüchtigung, Abbau- oder Sorptionsprozessen ist, ist die Verdünnung durch den Grundwasserzustrom und die Grundwasserneubildung der die Stoffkonzentrationen bestimmende Faktor.

Am WW Goldstein werden beispielsweise bei einem maximalen Herbizideintragswert von „8“ Herbizidbelastungswerte $\leq 0,02$ berechnet. Dies entspricht ungefähr einer 400-fachen Verdünnung. Aufgrund der nahen Lage der Brunnen Goldstein zu den relativ hohen Eintragskonzentrationen des Bahnhofs Sportfeld werden hier für alle drei Schadstoffgruppen die höchsten Endkonzentrationen erreicht.

Die Durchbruchskurven wurden an repräsentativen Brunnen bzw. Brunnengruppen der Stadtwaldwasserwerke ausgewertet. Die dargestellte Durchbruchskurve ist beim WW Goldstein einem Brunnen der dem Knotenpunkt Bahnhof Sportfeld nahe liegenden mittleren Ostgalerie entnommen, die die höchsten berechneten Konzentrationen erreicht. Alle Brunnen des WWs Schwanheim zeigen ähnliche Konzentrationsniveaus in den errechneten Endkonzentrationen. Die Durchbruchskurve ist einem Brunnen aus der Mitte der Brunnengalerie entnommen, um einen repräsentativen Mittelwert der errechneten Konzentrationen darzustellen. Die Brunnen des WWs Hinkelstein zeigen aufgrund ihrer Lage insgesamt die niedrigsten Konzentrationen sowie die längste Reaktionszeit für alle drei Schadstoffgruppen. Die dargestellte Durchbruchskurve für das WW Hinkelstein ist dem nördlichsten Brunnen der Südgalerie entnommen.

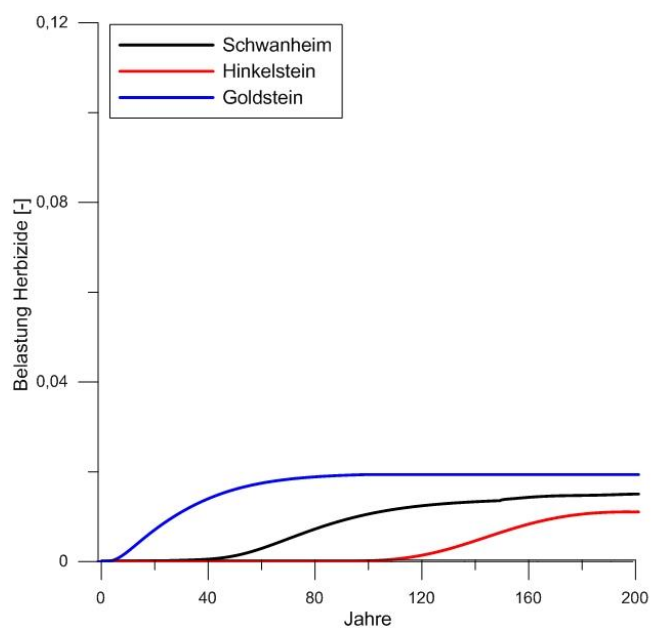


Abbildung 3 Durchbruchkurven des Modellaufs mit normiertem Herbizideintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim zur Bestimmung der Ist-Belastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 8)

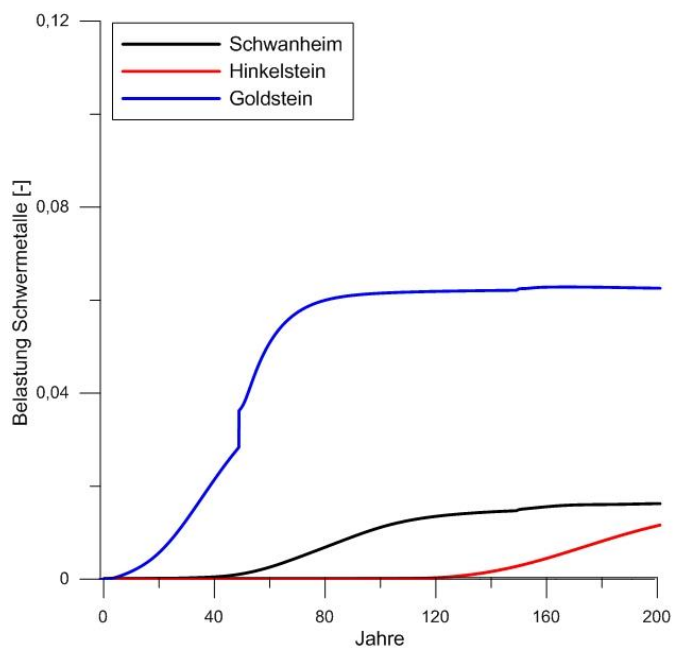


Abbildung 4 Durchbruchkurven des Modellaufs mit normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim zur Bestimmung der Ist-Belastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 16)

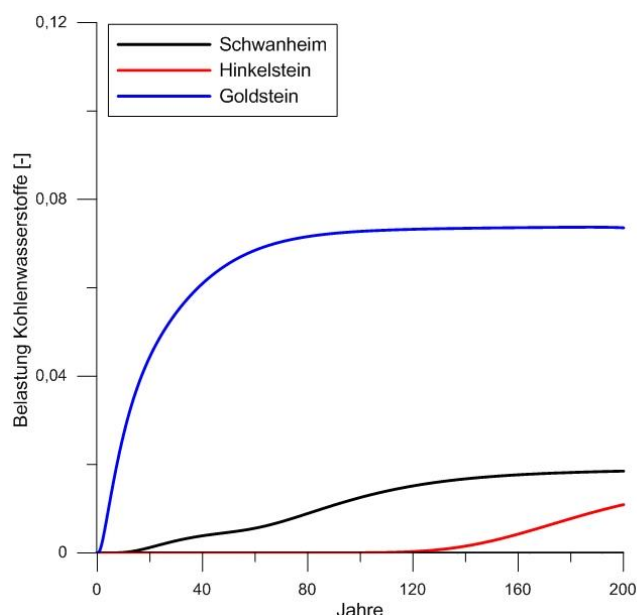


Abbildung 5 Durchbruchkurven des Modellaufs mit normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim zur Bestimmung der Ist-Belastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 36)

Aufgrund der nahen Lage der Brunnen des WW Goldstein zum Bahnhof Stadion, an dem die Weichenzahl und die Zugzahlen die höchsten Werte annehmen, sind die berechneten Belastungswerte hier sowohl für Schwermetalle als auch für Kohlenwasserstoffe im Gegensatz zu den Werten an den Brunnen Schwanheim und Hinkelstein stark erhöht.

8.3.4.4 Eintragungssituation Plan-Zustand

Anlage 18.1.13.6 – Anlage 18.1.13.9 stellen die Eintragungssituation im Plan-Zustand dar. Auf fast allen Strecken resultiert im Prognosezustand [2025/2030](#) ein gegenüber der aktuellen Situation erhöhter Zugbetrieb. Deutlich ist dies entlang der ICE-Neubaustrecke (Str. 3657) und der Rhein-Neckar-Bahn (Str. 3601 und 3688) zu erkennen. Für die RTW wird mit 160 zusätzlichen Zügen ausgegangen. Am Bahnhof Stadion werden täglich über 1000 Züge fahren. Der erhöhte Zugbetrieb resultiert direkt in einem proportional höheren Schwermetalleintrag (Anlage 18.1.13.7). Der Herbizideintrag ist dagegen von der Anzahl der neu zu behandelnden Gleise abhängig (Anlage 18.1.13.8). Für den Umbau Knoten Stadion, 3. BS werden mit Ausnahme eines kurzen Streckenabschnittes in Höhe der Strecke 3628 zwei neue Gleise errichtet. Im Simulationslauf „Planzustand“ wird zunächst davon ausgegangen, dass außerhalb der WSG-Zone II auch diese Gleise mit Herbiziden behandelt werden. Entsprechend erhöht sich in Anlage 18.13.8 entlang der ICE-Neubaustrecke der Herbizideintragswert gegenüber dem Ist-Zustand. Auf allen Neubaustrecken der RTW im WSG wird auf den Einsatz von Herbiziden verzichtet.

Bei den Kohlenwasserstoffen ist die Eintragungssituation wie im Ist-Zustand durch den Zugbetrieb einerseits und den lokalen Eintrag aus den Weichenfeldern andererseits bedingt. Auf allen Strecken wird der Eintrag von Kohlenwasserstoffen an die höheren Zugzahlen angepasst (Anlage 18.1.13.9). Die Gesamtzahl der Weichen ändert sich am Knoten Sportfeld nicht signifikant.

Tabelle 11 fasst zusammen, wie aus der Eintragskonzentration C_0 im Ist-Zustand die Eintragskonzentration C_0' im Planzustand abgeleitet wird.

Tabelle 11 Ableitung der Eintragskonzentrationen im Planzustand anhand der Veränderung der Indikatoren

Leitsubstanz	Quantifizierung der Veränderung Ist-/Planzustand	Eintragskonzentration im Planzustand
Schwermetalle	Veränderung der Zugzahlen	$C_0' = C_0 \cdot (\text{Zugzahlen}_{\text{neu}} / \text{Zugzahlen}_{\text{alt}})$
Kohlenwasserstoffe	Veränderung der Zugzahlen und der Anzahl geschmierter Weichen	$C_0' = C_0 \cdot (\text{Zugzahlen}_{\text{neu}} / \text{Zugzahlen}_{\text{alt}})$ Berücksichtigung der Weichen: $C_0' = C_0 \cdot (\text{Weichenzahl}_{\text{neu}} / \text{Weichenzahl}_{\text{alt}})$
Pflanzenschutzmittel	Veränderung der behandelten Gleiskilometer	$C_0' = C_0 \cdot (\text{Gleislänge}_{\text{neu}} / \text{Gleislänge}_{\text{alt}})$

Die Risikobewertung erfolgt ausgehend von der aktuellen Belastungssituation anhand der Entwicklung der berechneten Stoffkonzentrationen im Planzustand. Das Entscheidungskriterium ist dabei, ob die an den Trinkwasserbrunnen berechneten relativen Konzentrationen im Planzustand steigen, sinken oder stagnieren und damit aus dem veränderten Bahnbetrieb ein höheres, geringeres oder gleichbleibendes Risiko für die Trinkwasserversorgung durch die Stadtwaldwasserwerke entsteht.

8.3.4.5 Strömungs- und Transportmodellierung Planzustand

Die Transportmodellierung des Planzustands wurde mit den aus dem Ist-Zustand bestimmten stationären Endkonzentrationen als Anfangskonzentration initialisiert. Die normierten Eintragsbelastungen wurden entsprechend der geplanten Änderungen der Indikatoren Gleislänge bzw. -zahl, Zugzahl und Weichenzahl angepasst.

Die Änderungen des Modells für den Planzustand beinhalteten insbesondere:

- Ersetzen der Zuführung vom Bahnhof Stadion zum Frankfurter Flughafen (Strecke 3683) durch die geplante Streckenführung Gateway Gardens
- Geänderte Zugzahlen auf den bestehenden und verbleibenden Strecken aufgrund geänderter Streckenplanung
- Zusätzliche Gleiszahlen und Zugzahlen aus der geplanten ICE-Neubaustrecke Rhein/Main – Rhein/Neckar (Strecke 3657)
- Zusätzliche Zugzahlen der RTW

Zur Bestimmung der Belastungswerte der Kohlenwasserstoffe wurde zu Beginn des Simulationszeitraums auch die zu erwartende Belastung aus den verschiedenen Bauphasen integriert. Die Bauphasen wurden mit einem zusätzlichen Kohlenwasserstoffeintrag von 30 kg berücksichtigt. Dies entspricht eine Belastung von 100 zusätzlichen Zügen über den Zeitraum der geplanten Maßnahmen. Die Baumaßnahmen wurden entsprechend der in Tabelle 6 angegebenen Bauzeiträume in der Modellrechnung berücksichtigt. Aufgrund der zeitlich und räumlich versetzten, relativ

kurzen Einwirkung des erhöhten Kohlenwasserstoffeintrags und der relativ niedrigen zusätzlichen Eintragswerte im Gegensatz zu dem aus dem Zugverkehr bestehenden Eintrag resultierte aus der Bauphase keine wesentliche Erhöhung der Belastungswerte an den betrachteten Brunnen.

In Bezug auf den Herbizideintrag zeigten der Einfluss der geänderten und erweiterten Streckenführungen im Planzustand wenig Auswirkungen auf die Belastungswerte in den ausgewerteten Brunnen (Abbildung 6). An den Brunnen des WWe Schwanheim gingen die Belastungswerte mit den simulierten Eintragswerten aufgrund der veränderten Lage der Flughafenzuführung (S-Bahn Gateway Gardens) signifikant zurück.

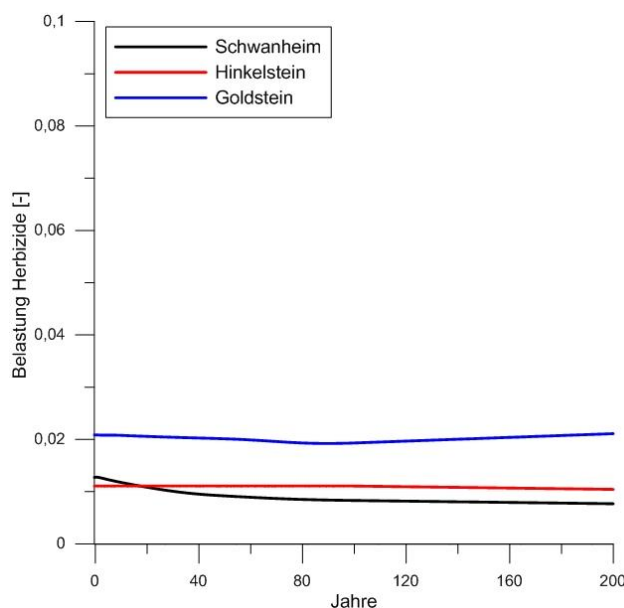


Abbildung 6 Belastungswerte aus normiertem Herbizideintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 8)

Für den simulierten Eintrag der Schwermetalle und der Kohlenwasserstoffe ergab sich im Planzustand eine Erhöhung der Belastungswerte aufgrund der Erhöhung der Zugzahlen, insbesondere aufgrund der Zugzahlen auf der Strecke Zeppelinheim – Bf Stadion – Bf Niederrad, Abbildung 7 - Abbildung 8). Durch den Neubau der Bahnstrecke Gateway Gardens im Planzustand und deren gegenüber der Bestandsstrecke nach Osten verschobenen Lage zeigen die Randbrunnen des WWe Schwanheim unterschiedliche Konzentrationsverläufe. Je nach Lage des betrachteten Brunnen kommt es zunächst zu leicht sinkenden Stoffeinträgen, die nach 100 Jahren wieder leicht ansteigen.

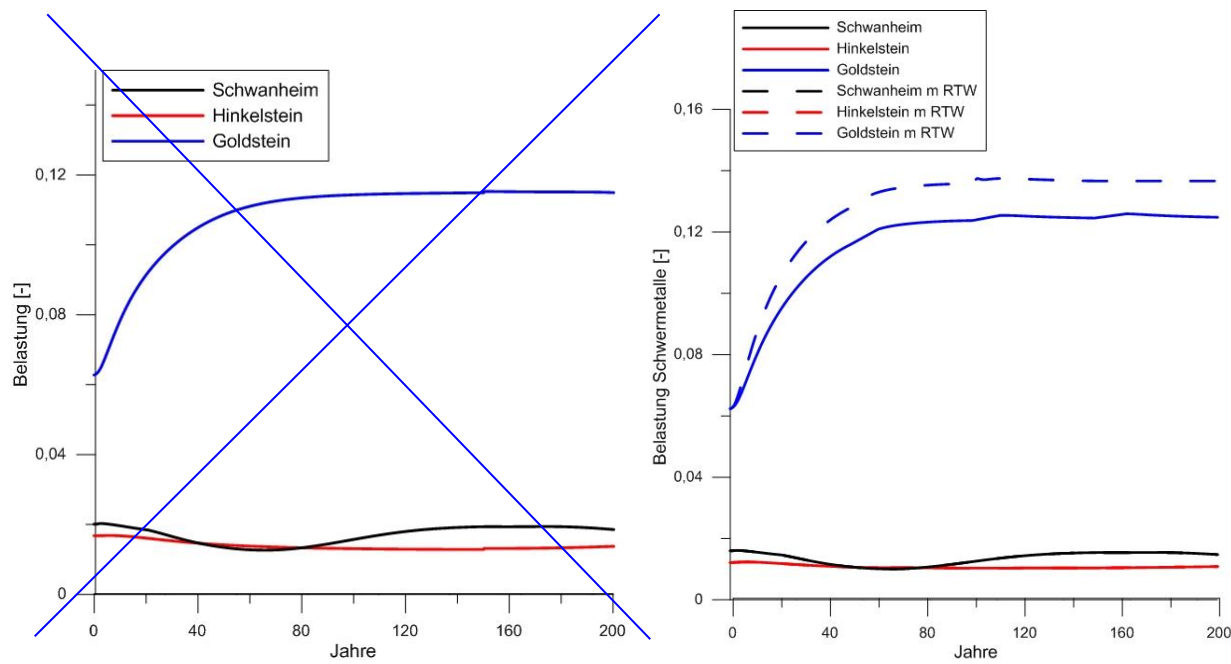


Abbildung 7 Belastungswerte aus normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWa Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 2627)

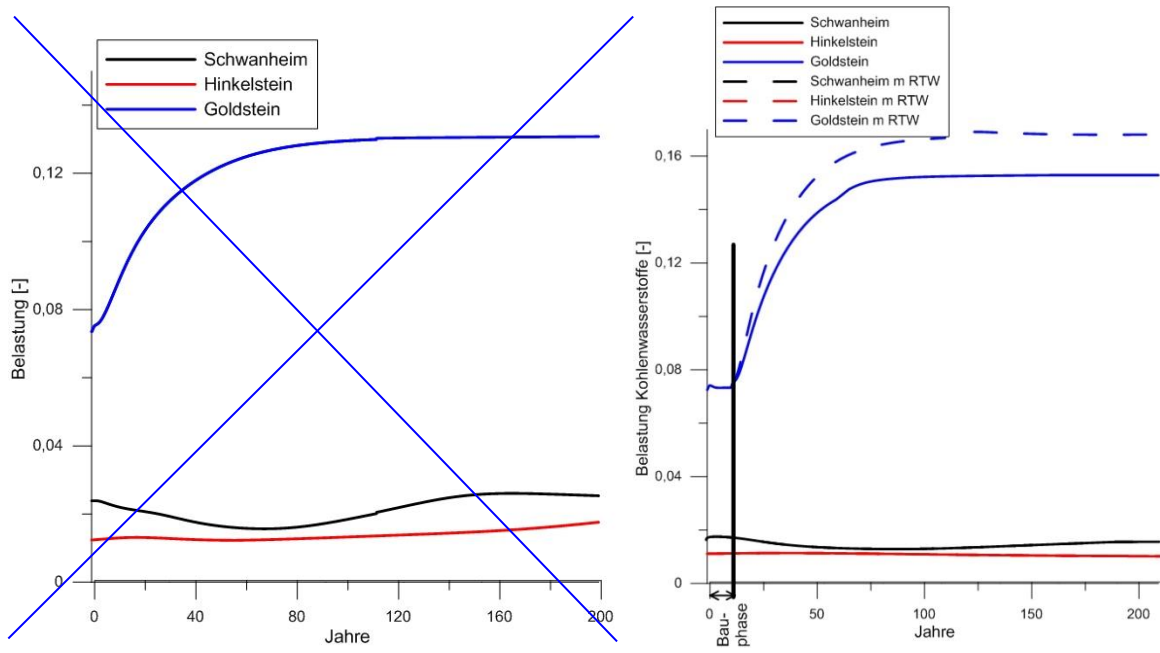


Abbildung 8 Belastungswerte aus normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWa Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung und der Bauphase (Spanne der Eintragswerte: 0 - 4648)

8.3.5 Risikobeherrschung

8.3.5.1 Eintragssituation Plan-Zustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung

Zum Schutz des Grundwassers vor einem unerwünschten Stoffeintrag werden im Rahmen der **RTW und der** beschriebenen DB-Vorhaben verschiedene Maßnahmen getroffen.

- Die Neubauabschnitte der freien Strecke werden nach einem höheren Schutzstandard errichtet. In der Schutzzone II wird das Entwässerungswasser gesammelt und ausgeleitet. Eine Dichtungsbahn unter dem Oberbau stellt sicher, dass auch in der Zone IIIA der Abfluss vom Gleiskörper gesammelt und den trassenbegleitenden Versickerungsgräben zur Versickerung über die belebte Bodenzone (S-Bahn Gateway Gardens) zugeführt oder ebenfalls ausgeleitet wird (Umbau Knoten Sportfeld, 2. BS und Umbau Knoten Stadion, 3. BS). Bei der RTW im PFA Süd 1 wird neben der Zone II auch im Bereich in der Zone IIIA mit Fließzeiten <1 Jahr das im Streckenbereich abfließende Niederschlagswasser gesammelt und aus diesem Bereich ausgeleitet. Dies trifft auch für das im Rahmen des RTW-Vorhabens nach Norden verschobene S-Bahngleis zu.

Im Bereich des Bahnhofs Frankfurt(M)-Stadion werden Dichtungsbahnen in Weichenbereichen bautechnisch und baubetrieblich nicht in voller Länge eingebaut werden können. Die entwässerungstechnischen Maßnahmen wurden unter Berücksichtigung der Abschnitte ohne Dichtungsbahn in der vorhabenübergreifenden Risikobetrachtung zur Beschreibung der Eintragssituation umgesetzt. Nach den aktuellen behördlichen Vorgaben (z.B. Ausnahmegenehmigung nach § 12 (2) PflSchG des EBA Frankfurt/Saarbrücken vom 27.03.2015) ist bereits im gesamten WSG II der Stadtwaldwasserwerke der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verboten. Zukünftig wird auf den nicht abgedichteten Gleisen darüber hinaus bis km 32,0 der Str. 3520 auf den Herbizideinsatz verzichtet werden (s. Übersichtsplan zum Herbizideinsatz, Planfeststellungsunterlagen). Wegen der räumlichen Nähe zu den östlichen Brunnen Goldstein sind diese Gleisabschnitte hinsichtlich des Grundwasserschutzes als besonders kritisch anzusehen. Die RTW verzichtet auf den in WSGen gelegenen Neubaustrecken auf den Einsatz von Herbiziden.

- Soweit möglich werden die im Bereich des Bahnhofs Frankfurt(M)-Stadion durch Umbau veränderten Weichen an die vorhandene Entwässerung angeschlossen.
- Eine deutliche Verbesserung des Grundwasserschutzes ergibt sich aus dem Neubau der Eisenbahnüberführung Güterzugrampe auf der Strecke 3624. Gegenüber dem heutigen Zustand ohne Abdichtung unter dem Oberbau wird zukünftig das aus dem Gleisbereich abfließende Niederschlagswasser über die Passage der belebten Bodenzone versickert.
- Die neu zu bauenden Gleise im Bahnhof Stadion werden abgedichtet und das Entwässerungswasser nach Norden in das Sickerbecken Adolf-Miersch-Straße ausgeleitet. Das Sickerbecken Adolf-Miersch-Straße befindet sich außerhalb des Einzugsgebietes der Stadtwaldwasserwerke.
- Die Gleise des Vorhabens Umbau Knoten Stadion, 3. BS werden auch in der gesamten WSG-Zone IIIA abgedichtet und das Entwässerungswasser in südlich der A 3 und südlich der WSG-Zone IIIA liegende Sickerbecken ausgeleitet.

- Bei der neuen S-Bahnanbindung Gateway Gardens wird durch die vorgesehenen Maßnahmen ein in den 1970er Jahren errichteter, oberirdisch geführter Streckenabschnitt aufgegeben, der mit der Versickerung durch den Oberbau ohne Passage der belebten Bodenzone den heute definierten Qualitäten und Anforderungen hinsichtlich Grundwasserschutz in einem WSG nicht mehr genügt. Wie oben ausgeführt, wird das Entwässerungswasser über eine Dichtungsbahn in die trassenbegleitenden Mulden geführt und dort über ~~die belebten Boden-~~
~~zonen~~ **des bewachsenen Oberbodens** versickert. Damit wird der Grundwasserschutz in dem vom Umbau des Vorhabens S-Bahnanbindung Gateway Gardens betroffenen Abschnitt entlang des WWs Goldstein und des WWs Schwanheim deutlich verbessert.
- In den betrachteten DB-Vorhaben **und der RTW** wird auf allen Neubaustrecken in den Zonen II und IIIA des WSG eine präferentielle Verlagerung in der ungesättigten Bodenzone ohne Passage ~~der belebten Bodenzone~~ **des bewachsenen Oberbodens** durch die konstruktive Gestaltung der Entwässerung unterbunden. Diese Maßnahmen zum Grundwasserschutz blieben in den Modellrechnungen unberücksichtigt.
- Es werden in den geplanten Vorhaben nur schmierungsfreie Weichen eingebaut.

Diese Schutzmaßnahmen werden bei der Ermittlung der Stoffeintragungssituation im Planzustand mit Maßnahmen dahingehend berücksichtigt, dass die Eintragskonzentrationen der Leitparameter in abgedichteten Streckenabschnitten (alle Parameter), bei Verzicht auf Herbizideinsatz oder bei trockenlaufenden Weichen (anteiliger Kohlenwasserstoffeintrag aus der Weichenschmierung) auf Null gesetzt werden ($C_0' = 0$). Tabelle 12 fasst die Maßnahmen nochmals zusammen.

Tabelle 12 Schutzmaßnahmen mit Einfluss auf die Eintragskonzentrationen der Leitparameter

Leitsubstanz	Quantifizierung der Veränderung Ist-/Planzustand	Berücksichtigung der Schutzmaßnahmen
Schwermetalle	Veränderung der Zugzahlen	Berücksichtigung abgedichtete Streckenabschnitte
Kohlenwasserstoffe	Veränderung der Zugzahlen und der Anzahl geschmierter Weichen	Berücksichtigung abgedichtete Streckenabschnitte und Einsatz schmierungsfreier Weichen
Pflanzenschutzmittel	Veränderung der behandelten Gleiskilometer	Berücksichtigung abgedichtete Streckenabschnitte und Abschnitte mit Herbizid-Anwendungsverbot/-verzicht

Die Ableitung des Entwässerungswassers aus den abgedichteten Streckenabschnitten und die Einleitung in Sickerbecken wird durch einen lokalen Eintrag in die den jeweiligen Streckenabschnitten zugeordneten Sickerbecken berücksichtigt. Als Sickerbecken im Einzugsgebiet der WWe Goldstein, Schwanheim und Hinkelstein verbleiben die südlich der BAB 3 beidseits der Trasse geplanten Sickerbecken und die im Rahmen der RTW im PFA Süd 1 neu gebauten Sickerbecken am Abzweig Forsthaus und bei Neu-Isenburg sowie den im PFA Mitte geplanten Sickerbecken (s. Anlage **18.1.13.10**).

Als Beispiel ergeben sich die anfallenden zu versickernden Wassermengen aus der Fläche der abgedichteten Streckenabschnitte im Planungsabschnitt „Umbau Knoten Stadion, 3. Baustufe“ mit einer Länge von 4 km und einer Breite von 7 m (2 Gleise mit jeweils 3,5 m) sowie einem angenommenen mittleren jährlichen abflusswirksamen Niederschlag von 400 mm/a.

$$\text{Sickerwassermenge} = 4000 \text{ m} * 7 \text{ m} * 0,4 \text{ m/a} = 11.200 \text{ m}^3/\text{a}$$

Die Stoffkonzentrationen entsprechen der Eintragssituation auf den abgedichteten Streckenabschnitten. Die Lage und Länge der Streckenabschnitte mit weitgehender Ausleitung und mit dezentraler Entwässerung ist der Anlage 18.1.13.10 zu entnehmen, die das vorgesehene Entwässerungskonzept der betrachteten DB-Vorhaben sowie der RTW zeigt.

Durch die Schutzmaßnahmen ergeben sich die in **Anlage 18.1.13.11 - Anlage 18.1.13.13** dargestellten veränderten Eintragskonzentrationen im Planzustand mit Maßnahmen.

Bei den Schwermetallen (Anlage 18.1.13.11) zeigen sich wegen der Gleisabdichtungen im Bahnhof Stadion geringere Eintragswerte in die Bodenzone als im Istzustand (Anlage 18.1.13.2). Die Zunahme des Zugbetriebs im Planzustand um ca. 200 - 250 Züge täglich ohne Berücksichtigung der RTW und um ca. 400 Züge täglich bei Berücksichtigung der RTW wird dadurch kompensiert, dass die Strecken des Vorhabens Umbau Knoten Sportfeld 2. Baustufe und die RTW-Neubaustrecke über die WSG-Zone II hinaus innerhalb des gesamten Nahbereiches der Brunnen Oberforsthaus und Goldstein mit Fließzeiten zu den Gewinnungsanlagen < 1 Jahr soweit bautechnisch und baubetrieblich möglich abgedichtet werden. Die auf diesen Gleisen verkehrenden Züge verursachen daher im Nahbereich der Brunnen mit Ausnahme in einzelnen Weichenbereichen keinen Stoffeintrag in das Grundwasser. Die Ableitung des auf den DB-Strecken anfallenden Entwässerungswassers erfolgt in das nördlich, außerhalb des Einzugsgebietes der Stadtwaldwasserwerke gelegene Sickerbecken Adolf-Miersch-Straße. Die Versickerung des gedichteten Streckenabschnitts der RTW östlich des Bahnhof Stadion wird außerhalb der Brunneneinzugsgebiete erfolgen. Auch die Sickerbecken im PFA Mitte befinden sich außerhalb des Einzugsgebietes der Stadtwaldwasserwerke.

Anlage 18.1.13.12 zeigt die Eintragssituation für Herbizide. Diese bleibt außerhalb der betrachteten Vorhaben unverändert, verbessert sich aber im Bereich des Bahnhofs Stadion gegenüber dem Istzustand (Anlage 18.1.13.4). Ebenso erfolgt auf den RTW-Neubaustrecken im WSG kein Herbizideinsatz. Beim Vorhaben Umbau Knoten Stadion, 3. Ausbaustufe, wird von einem Anwendungsverzicht in der WSG-Zone II ausgegangen.

Auch bei den Kohlenwasserstoffen (Anlage 18.1.13.13) ergeben sich am Bahnhof Stadion wegen der Gleisabdichtungen (s.o.) im Planzustand mit Maßnahmen geringere Emissionswerte als im Istzustand (Anlage 18.1.13.5). Darüber hinaus werden im Bahnhof Stadion derzeit vorhandene geschmierte Weichen durch trockenlaufende Weichen ersetzt.

Auf den übrigen Streckenabschnitten, bei denen kein Ersatz von Weichen stattfindet, bleibt der Kohlenwasserstoffeintrag bei unveränderten Zugzahlen gleich bzw. erhöht sich bei steigenden Zugzahlen. Innerhalb der WSG Zone IIIA führen die steigenden Zugzahlen des Streckenabschnittes Zeppelinheim – Bf Stadion nicht zu einem erhöhten Kohlenwasserstoffeintrag entlang der

Strecke, da die Gleise der Strecke 3657 neu abgedichtet werden und das Entwässerungswasser ausgeleitet wird. Das Entwässerungswasser dieser Gleise wird in Sickerbecken südlich der A3 ausgeleitet, die sich in der WSG IIIB befinden. Der Stoffeintrag in diese Becken, entspricht der Stoffmenge, die auf den abgedichteten Streckenabschnitten des Vorhabens Umbau Knoten Stadion, 3. BS, vom Beginn der WSG IIIA bis zum östlichen Ende der WSG II am Bahnhof Stadion emittiert wird.

Es ist zu beachten, dass es sich bei den vorliegenden Betrachtungen um eine Erhöhung der Emissionswerte handelt. Bzgl. des Stoffeintrags in das Grundwasser ist mit deutlich verminderten Konzentrationen zu rechnen, da die Behandlung in der ungesättigten Bodenzone in den Modellrechnungen zum Planzustand mit Maßnahmen generell unberücksichtigt bleibt. Beispielsweise wird nach NADLER und MEISSNER (2009) und SOMMER (2007) bei einer Passage ~~der belebten Bodenzonen~~ **des bewachsenen Oberbodens** eine Frachtminderung bei Schwermetallen und Mineralölkohlenwasserstoffen von ca. 77 – 87 % erreicht.

Beispielsweise wird im Bereich der Strecke Gateway Gardens der gesamte S-Bahn-Verkehr sowie die RTW mit ca. 400 Zügen täglich über neue Strecken geleitet werden, die über eine geregelte Ableitung des Entwässerungswassers mit Versickerung über ~~die belebte Bodenzonen~~ **des bewachsenen Oberboden** verfügen. Diese Züge werden wegen der Filter- und Reinigungswirkung der Bodenzone in einem gegenüber dem Istzustand deutlich geringeren Maße zu einem Stoffeintrag in das Grundwasser beitragen.

8.3.5.2 Strömungs- und Transportmodellierung Planzustand mit Maßnahmen - Validierung der Maßnahmen

Die Transportmodellierung des Planzustands unter Berücksichtigung von Maßnahmen zur Risikobeherrschung wurde mit den aus dem Ist-Zustand bestimmten stationären Endkonzentrationen als Anfangskonzentration initialisiert. Die normierten Eintragsbelastungen wurden entsprechend der geplanten Änderungen der Indikatoren Gleislänge bzw. -zahl, Zugzahl und Weichenzahl sowie der geplanten Maßnahmen zur Risikobeherrschung angepasst (Anlage 18.1.13.11 - Anlage 18.1.13.13).

Bei der Simulation des zu erwartenden Stoffeintrags im Planzustand unter Berücksichtigung der geplanten Maßnahmen wurden die geplanten Sickerbecken zur Ableitung des anfallenden Gleiswassers im Modell anhand von Infiltrationsknoten implementiert. Die aus der Gleisfläche erwartete Wassermenge wurde mit der den Simulationen ohne Maßnahmen entsprechenden Schadstoffkonzentration in den Infiltrationsknoten eingebracht. Entsprechend erfolgt an den abgedichteten Streckenabschnitten kein Stoffeintrag.

Abbildung 9 zeigt die berechneten Belastungswerte für die Herbizide im Planzustand mit Maßnahmen. Die Modellrechnungen zeigen über den Simulationszeitraum von 200 Jahren hinweg für alle betrachteten Brunnen eine gegenüber dem Istzustand leicht sinkende stofflichen Belastung des Grundwassers. Der eingeschränkte Herbizideinsatz am Bahnhof Stadion bzw. die Ableitung des anfallenden Sickerwassers der Trassen und des Trassenabschnitts des ICE werden in den Modellrechnungen durch den Einfluss des konservativen Herbizidtransports aus dem fernen

Brunneneinzugsgebiet teilweise überdeckt. In der Realität werden die Herbizide abgebaut. Tatsächlich wird sich der weitergehende Verzicht auf einen Herbizideinsatz im Vorhaben Umbau Knoten Sportfeld, 2. BS daher in einem stärkeren Rückgang potentieller Herbizidbelastungen in den Brunnen Goldstein bemerkbar machen.

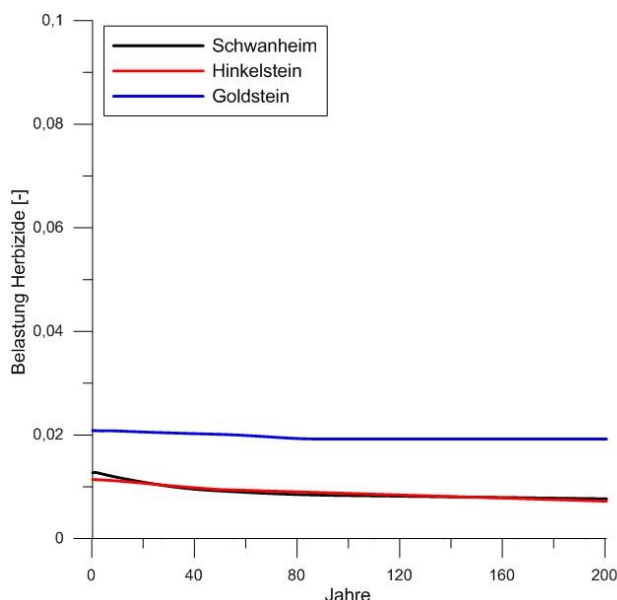


Abbildung 9 Belastungswerte aus normiertem Herbizideintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 8)

Bei der Simulation der Schwermetalle und der Kohlenwasserstoffe zeigte sich durch die eingesetzten Maßnahmen zur Risikobeherrschung an den Brunnen des WWs Goldstein und Hinkelstein eine leicht fallende bzw. stagnierende Belastung gegenüber dem Ausgangszustand an den ausgewerteten Brunnen (Abbildung 10 und Abbildung 11). An den Brunnen des WWs Schwanheim sind die Maßnahmen zur Risikobeherrschung nicht so stark einflussnehmend. Aufgrund der Erhöhung der Zugzahlen der ICE-Neubaustrecke in Richtung Zeppelinheim steigen die zunächst fallenden Konzentrationen nach entsprechenden Fließzeiten (vgl. Abbildung 1) wieder an, übersteigen jedoch nicht die Eingangskonzentrationen im Ist-Zustand.

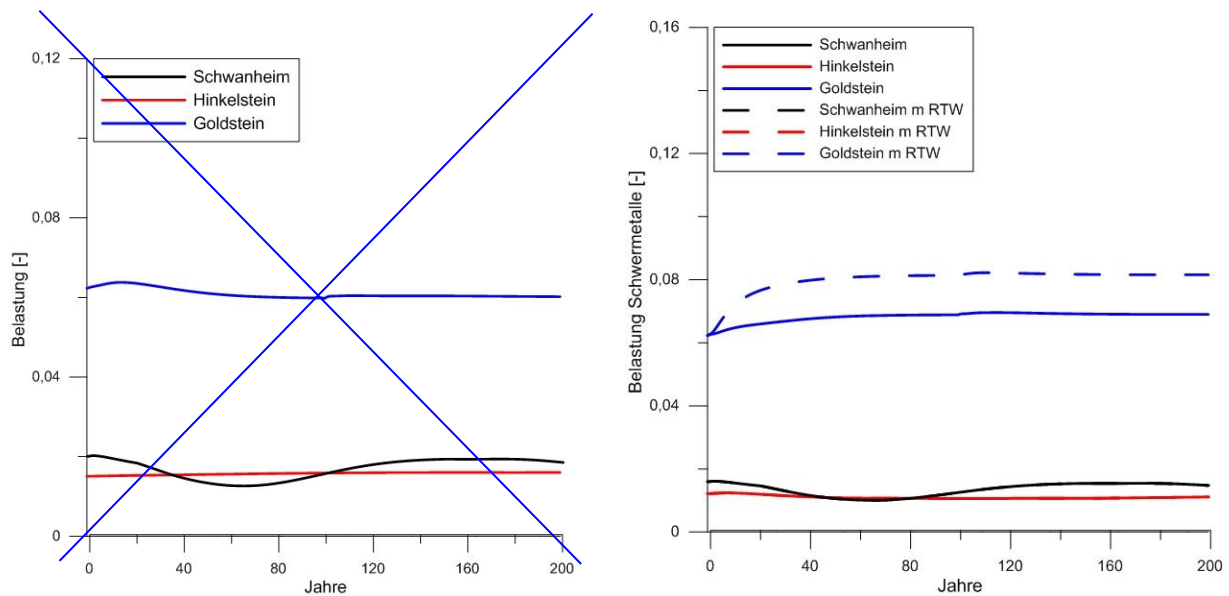


Abbildung 10 Belastungswerte aus normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 4516)

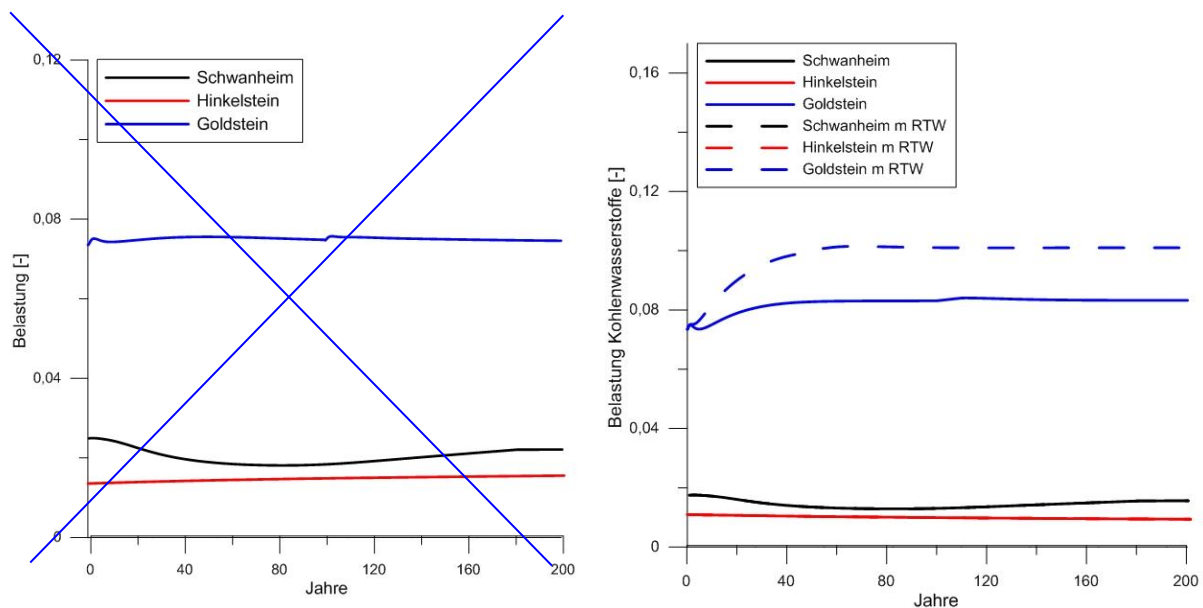


Abbildung 11 Belastungswerte aus normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 3028)

Grundsätzlich blieb bei allen betrachteten Simulationsläufen die Reinigungsleistung bei der Passage geeigneter Bodensubstrate in der ungesättigten Bodenzone unberücksichtigt, da der Stoffeintrag an der Bodenoberfläche dem Stoffeintrag an der Grundwasseroberfläche gleichgesetzt wurde. Speziell an der Strecke Gateway Gardens wird sich die Entwässerungssituation aber

dahingehend deutlich verändern, dass das Entwässerungswasser nicht mehr direkt durch den Gleiskörper versickern kann, sondern in bahnbegleitende Mulden abgeleitet und dort über eine Bodendecke versickert werden wird. Berücksichtigt man bei der Modellierung die Behandlung des abfließenden Niederschlagswassers durch geeignete Bodensubstrate in Mulden und Becken, so ergibt sich auch bei den erhöhten Zugzahlen der RTW in der Regel eine signifikante Verminderung der Belastung der Schwermetalle und Kohlenwasserstoffe an den Brunnen des WWs Goldstein. An den Brunnen der WWe Hinkelstein und Schwanheim ist aufgrund ihrer Lage zur Strecke Gateway Gardens eine nahezu konstante Belastung zu sehen (Abbildung 12 und Abbildung 13). Dabei ist eine in den Transportberechnungen berücksichtigte Schadstoffreduktion um 50% bei der Passage ~~der belebten Bodenzone~~ ~~des bewachsenen Oberbodens~~ aus geeigneten Substraten als konservative Abschätzung zu sehen. Nach Angaben aus Fachliteraturangaben (u.a. NADLER und MEISSNER 2009, SOMMER 2007) wird bei Schwermetallen und Mineralölkohlenwasserstoffen bei einer Passage ~~der belebten Bodenzone~~ ~~des bewachsenen Oberbodens~~ geeigneter Substrate eine Frachtminderung > 75 % erreicht.

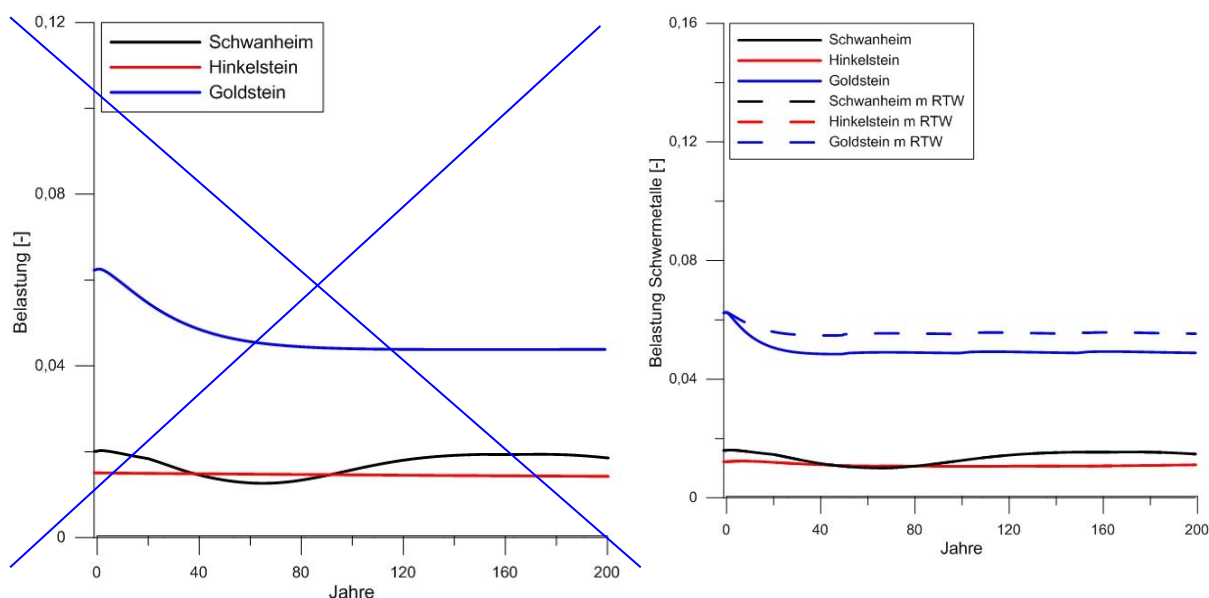


Abbildung 12 Belastungswerte aus normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung und einer Reinigungswirkung bei der Bodenpassage (Spanne der Eintragswerte: 0 - 4516)

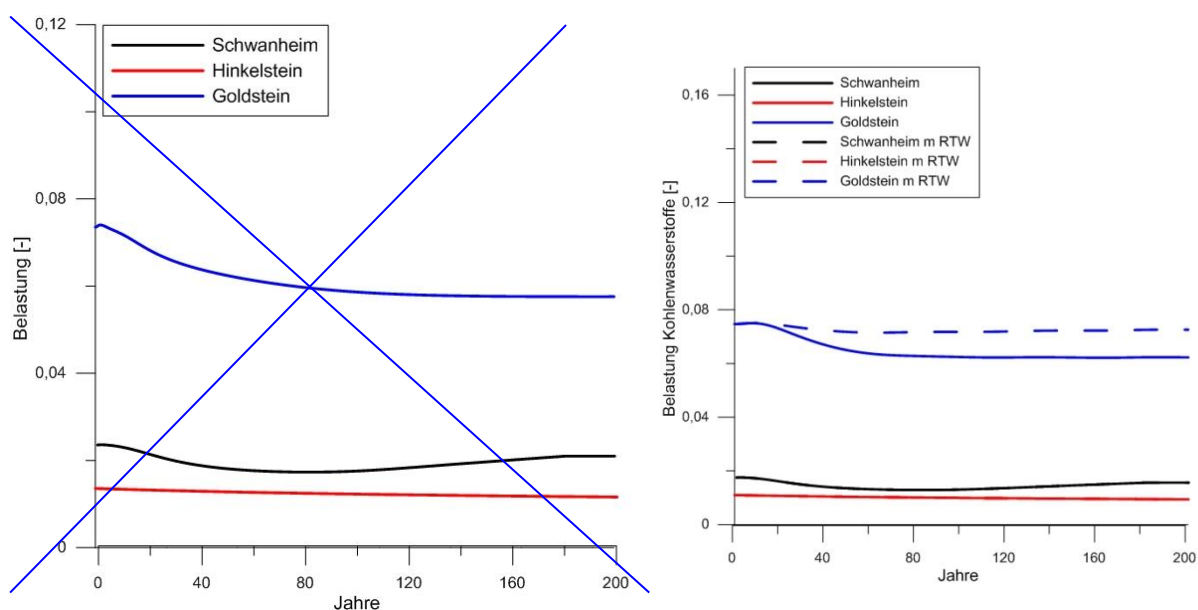


Abbildung 13 Belastungswerte aus normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung und einer Reinigungswirkung bei der Bodenpassage (Spanne der Eintragswerte: 0 - 3028)

Eine Voraussetzung für die Wirksamkeit der beschriebenen Schutzmaßnahmen ist deren fachgerechte technische Umsetzung und dauerhafte Funktionstüchtigkeit.

Auch technologische Verbesserungen werden zukünftig zu einem weiteren Rückgang der Stoffemissionen führen. So werden die Schwermetallemissionen bei der bereits heute laufenden Umstellung der Bremssysteme spürbar zurückgehen.

9 Auswirkungen der Baumaßnahme auf das Wasserwerk Hinkelstein

Das Wasserwerk Hinkelstein ist als Teil der Stadtwaldwasserwerke zentraler Bestandteil der Wasserversorgung Raum Frankfurt am Main und nimmt eine herausragende Stellung insbesondere zur Abdeckung des Spitzenbedarfes der Stadt Frankfurt ein. Die bereits dargestellten Baumaßnahmen, hydrogeologischen Standortverhältnisse und Maßnahmen zum Schutz des WW Hinkelstein werden daher an dieser Stelle aus Übersichtsgründen nochmals zusammengefasst.

Die RTW-Neubaustrecke tritt von Norden kommend nach der Querung des Kelsterbaches am Streckenkilometer 14,9 in das WSG IIIA der Stadtwaldwasserwerke ein. Kurz nach der Querung wird die Querspange Kelsterbach durch das Bauwerk EÜ Galeriebauwerk B40 überführt, welches eine Pfahlgründung besitzt. Bis zum Übergang in die Bestandsstrecke am RTW-km 16,5 östlich der B40 befinden sich am RTW-km 15,6 das Bauwerk EÜ-S-Bahnstrecke 3520 & Wirtschaftsweg, am RTW-km 15,7 die SÜ am Hinkelstein und am RTW-km 16,0 die EÜ S-Bahn-Strecke 3683. Alle diese Bauwerke nach der EÜ Galeriebauwerk B40 werden flach gegründet, ein Eingriff in das Grundwasser findet nicht statt. Ein Eingriff erfolgt nur durch die Querung der Trinkwasserleitung am RTW-km 16,0, bei welcher die für die Durchpressung notwendige überschnitzene Bohrpfahlwand bis zu etwa 4,8 m in das Grundwasser eingreifen, die Leitung selber befindet sich oberhalb des Grundwasserspiegels. Alle Bauwerke befinden sich im WSG IIIA, die WSG Zone II des WW Hinkelstein wird nicht erreicht. Bei den in das Grundwasser eingreifenden Bauwerken ist ein Monitoring im Zu- und Abstrom der Maßnahme vorgesehen (Kap. 7).

Die Flurabstände liegen ab Querung des Kelsterbaches bei durchweg >10 m (Anlage 18.1.4), die Durchlässigkeiten innerhalb der anstehenden Kiese und Sande sind als hoch anzusetzen (Kap. 2.5). Aus der Summe der hydrologischen Standortfaktoren ergibt sich eine mittlere Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung.

Die Auflagen, welche sich aus der WSG-VO ergeben, werden in Kap 4.2 beschrieben und beinhalten u.a. Angaben zur Verwendung geeigneter Baustoffe, Planung der Entwässerungseinrichtungen und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Bauzeitliche Auflagen, welche den Grundwasserschutz sicherstellen, sind im Kap. 4.2 und Anhang I, Kap. 4.6 beschrieben.


Zur Bewertung der Maßnahmen zum Schutz des WW Hinkelstein ist ein Nahbereich abgegrenzt worden, in welchem die Fließzeit zu den Entnahmebrunnen weniger als 1 Jahr beträgt (Anlage 18.1.7). Die RTW-Strecke befindet sich ausschließlich außerhalb dieses Bereiches. Die kürzeste Entfernung zu den Entnahmebrunnen wird beim Übergang in die Bestandsstrecke erreicht und beträgt ca. 320 m. Bei den Bauwerken mit Grundwassereingriff liegt diese bei ca. 440 m (Querung Trinkwasserleitung) bzw. 1100 m (EÜ Galeriebauwerk B40). Auf Grund der Fließzeit von >1 Jahr kann davon ausgegangen werden, dass im Falle eines unvorhergesehenen Ereignisses geeignete Schutzmaßnahmen zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung eingeleitet werden können. Der Grundwasserschutz im Betrieb wird durch die Versickerung über den bewachsenen

Oberboden im Bahnseitengraben sichergestellt (Kap. 4.2), Sickerbecken befinden sich nicht im WSG.

Brandt-Gerdes-Sitzmann
Umweltplanung GmbH

Darmstadt, den ~~30.10.2024~~ 17.01.2023


Dr.-Ing. M. Kämpf


Dr. M. Nottebohm


Dr. H. Pfletschinger-Pfaff

Literatur

ARGE WASSER – UMWELT – GEOTECHNIK 2005: Ausbau- / Neubaustrecke Stuttgart – Augsburg, Stellungnahme zur Wassergüte des Niederschlagswassers von der Festen Fahrbahn, Westheim/Stuttgart/Ettlingen,

BGS UMWELT 2009: ICE Neubaustrecke Rhein-Main / Rhein-Neckar, Gutachten zur Entwässerungswasserqualität, Darmstadt, Oktober 2009,

BGS UMWELT 2015: Regionaltangente West - Bodenchemisches Gutachten Frankfurter Stadtwald, Darmstadt, März 2015,

BGS UMWELT 2018: Regionaltangente West – Hydrologisches Gutachten, Dezember 2018,

BGS UMWELT 2020: Hydrologisches Gutachten Umbau Knoten Frankfurt (M) – Sportfeld, 2. Ausbaustufe, 3. Planänderung, Darmstadt, Mai 2020,

BUWAL 2002: Entwässerungsverhalten und Schadstoffaustrag von Gleiskörpern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Umwelt-Materialien Nr. 149 Umweltgefährdende Stoffe, Bern,

DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH 2016: Regionaltangente West – Los 1, Neubau EÜ über den Sulzbach und Bundesautobahn BAB A66, km 7,5+00 – km 7,8+00, Geotechnischer Bericht 1.13 und 1.14

DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH 2017: Regionaltangente West – Los 1, PFA Mitte, Streckenabschnitt Sossenheim bis Kelsterbach mit Stützwänden in Höchst. Geotechnischer Bericht 1.09

DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH 2020: Regionaltangente West – Los 1-PFA Mitte km 7,0+00 – km 16,3+00, BoVEK-Feinkonzept

EAWAG 2005: Gewässerschutz an Bahnanlagen, Emittierte Stoffe im Normalbetrieb der SBB sowie Grundlagen zu deren Umweltverhalten, Wasserforschungsinstitut ETH Zürich

FUGRO GMBH 2015: Hochwasserrisikomanagementplan für das Einzugsgebiet Sulzbach/Liederbach. Bericht im Auftrag des HLNUG. Abrufbar unter: <https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/hochwasser/hwrmp/Sulzbach-Liederbach/Erlaeuterungsbericht-HWRMP-Sulzbach-Liederbach.pdf> (zuletzt erreicht: Sept.2020)

HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HLFB) 1980: Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt Nr. 5917 Kelsterbach, Wiesbaden 1980.

HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HLUG) 2004: Hydrologisches Kartenwerk. Hessische Oberrheinebene. Grundwasserneubildung aus Niederschlag, Mittelwert der Jahre 1961 bis 1991. Wiesbaden 2004,

HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HLUG) 2007: Bodenkarte von Hessen 1:50.000, Blatt L 5916 Frankfurt a.M. West, Wiesbaden 2007,

HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HLUG) 2008: Hydrologisches Kartenwerk Hessische Rhein- und Mainebene. Grundwasserhöhengleichen im Oktober 2007. Abrufbar unter:

https://www.hlnug.de/fileadmin/img_content/wasser/grundwasser/grundwasserkarten/ried_07_okt_hl.pdf (erreicht: Sept. 2020)

HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HLUG) 2009: Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt Nr. 5817 Frankfurt a.M. West, Wiesbaden 2009.

INGENIEURSOZietät KATZENBACH 2022a: Vermerk Nr. IK2082-V/28 zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen zum Projekt Regionaltangente West. Neubau EÜ über den Sulzbach und Bundesautobahn BAB A66. Unveröff. Bericht vom 29.08.2022.

INGE SCHÜßLER-PLAN/GRONTMIJ/BGS (2011): Planfeststellungsverfahren nach § 18 AEG S-Bahn-Anbindung Gateway Gardens Erläuterungsbericht zur Planfeststellung,

LAWA 2017: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Per- und Polyfluorierte Chemikalien (PFC). Redaktionsschluss 28.07.2017. Abrufbar unter: https://www.lawa.de/documents/03_anlage_3_bericht_gfs_fuer_pfc_endfassung_22_11_2017_2_1552302208.pdf (zuletzt erreicht: August 2022)

NADLER, A., MEISSNER, E. (2009): Platzsparende Alternativen zur breitflächigen Versickerung, KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2009 (56), Nr. 8,

REGIERUNGSPRÄSIDIUM DARMSTADT 2015 (Hrsg.): Hochwasserrisikomanagementplan für das Einzugsgebiet Sulzbach/Liederbach. Ersteller: Horvat, J., Moder, M. und Flach, R., Fugro GmbH, Juni 2015,

SOMMER, H. 2007: Behandlung von Straßenabflüssen - Anlagen zur Behandlung von Straßenabflüssen in Gebieten mit Trennsystemen - Neuentwicklungen und Untersuchungen -, Dissertation Universität Hannover,

WYGODA. H.-J., RAUTMANN, D., GANZELMEIER, H., ZWERGER, P., GEBAUER, S. (2006): Ergebnisse aus Abdriftmessungen mit einem Spritzzug, Nachrichtenblatt des Deut. Pflanzenschutzdienstes 58 (12), S. 323-326.

Merkblätter, Regelwerke, Normen und Gesetze

DVGW (2006~~21~~): Technische Regel Arbeitsblatt W 101 – Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. Bonn,

DVGW (2006): Technische Regel Arbeitsblatt W 347 – Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung. Mai 2006. Bonn,

DVGW (2015): Technischer Hinweis – Merkblatt DVGW W 1001-B2 (M). Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risikomanagement im Normalbetrieb: Beiblatt 2: Risikomanagement für Einzugsgebiete von Grundwasserfassungen zur Trinkwassergewinnung. März 2015. Bonn,

DWA-A 138 (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Fassung April 2005,

DWA-M 153 (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Fassung August 2007,

HESSENWASSER (2016): Anforderungen zum Gewässerschutz für Arbeiten in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen der Hessenwasser GmbH & Co. KG – 01/16. Zur Verfügung gestellt durch die Hessenwasser GmbH,

HESSISCHER STAATSANZEIGER (1998): Verordnung zur Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Trinkwassergewinnungsanlagen Pumpwerk „Hinkelstein“, Pumpwerk Schwanheim“, Pumpwerk „Goldstein“, Pumpwerk „Oberforsthaus“ und Pumpwerk „Staustufe Griesheim“ der Stadtwerke Frankfurt GmbH im Frankfurter Stadtwald vom 17. November 1997. Hessischer Staatsanzeiger vom 04.05.1998, Nr.18,

LAGA TR-BODEN (2004): Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen. Teil II: Technische Regeln für die Verwertung,

VERORDNUNG ZUM SCHUTZ DES GRUNDWASSERS (Grundwasserverordnung - GrwV) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert worden ist,

VERORDNUNG ÜBER ANLAGEN ZUM UMGANG MIT WASSERGEFÄHRDENDEN STOFFEN (AwSV) vom 18. April 2017 (BGBl. I S. 905),

VERWALTUNGSVORSCHRIFT ZUR ERFASSUNG, BEWERTUNG UND SANIERUNG VON GRUNDWASSERVERUNREINIGUNGEN (GWS-VwV) vom ~~28.09.2016~~18.06.2021, Staatsanzeiger für das Land Hessen, ~~17.10.2016~~09.08.2021, S. ~~1072~~1046 ff.