



Anlage 18

Regionaltangente West PFA Süd 1

Hydrogeologisches Gutachten und Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Vorbemerkung	8
2	Hydrogeologische Verhältnisse	10
2.1	Hydrogeologische Schematisierung	10
2.2	Grundwasserfließgeschehen	11
2.3	Grundwasserqualität	13
2.4	Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung	14
3	Oberflächengewässer	16
4	Grundwasserschutzgebiete	16
4.1	Grundwasserschutzgebiete und Fließzeitberechnungen	16
4.2	Wasserschutzgebietsverordnung	18
5	Niederschlagswasserableitung	20
5.1	Konzeption der Strecken- und Bauwerksentwässerung im PFA Süd 1	20
5.2	Außergewöhnliche Einwirkungen während des Streckenbetriebes	24
5.3	Qualität des Entwässerungswassers	24
5.4	Minderung der Grundwasserneubildung	28
6	Wechselwirkungen mit dem Grundwasser	29
6.1	Allgemeines und Vorbemerkungen	29
6.2	Maßnahmen zur Baugrundverbesserung	30
6.3	Bauwerke	30
6.4	Baustellen, Baustelleneinrichtungsflächen, Baustofflager, Zuwegungen, bauzeitliche Risikominimierung und Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	36
6.5	Verbringung des bauzeitlich anfallenden Wassers	39
7	Grundwassermonitoring und Beweissicherung	40
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	Wasserrechtliche Antragsgegenstände	73
9.1	Benutzung von Gewässern	73
9.1.1	Erlaubnis zur Versickerung von gesammelten Niederschlagwasser in Sickerbecken	73
9.1.2	Erlaubnis zur Versickerung des Niederschlagwassers im Bahnseitengraben/Sickermulde	73
9.1.3	Erlaubnis zum Einbringen von Stoffen in das Grundwasser	74
9.1.4	Erlaubnis für das Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser durch Einbringen von Stoffen in das Grundwasser	75
9.2	Ausnahmen von Verboten der Wasserschutzgebietsverordnung	76
9.2.1	Ausnahme vom Verbot zur Versickerung im WSG IIIA	76
9.2.2	Ausnahme vom Verbot zur Änderung und Neubau von Verkehrswegen im WSG II	77
9.2.3	Ausnahme vom Verbot zur Durchleitung von Abwasser im WSG II	77
9.2.4	Ausnahme vom Verbot zur Errichtung von Baustellen, Baustofflagern und Baustelleneinrichtungen im WSG II	77
9.2.5	Ausnahme vom Verbot zum Lagern, Umfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen	78

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	58
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 Kohlenwasserstoffeintrag 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	Entnahmen und Infiltrationen der Wasserwerke	18
Tabelle 2	Entwässerungsabschnitte im PFA Süd 1	23
Tabelle 3	Übersicht der Bauwerke mit mittleren und konstruierten Grundwasserständen für das Stichjahr 1884 (Nullentnahme), sowie Angaben zur Art des Verbaus	35
Tabelle 4	Einbindetiefe der Bohrpfähle des Kreuzungsbauwerks Stadion ins Grundwasser	36
Tabelle 5	Parameterumfang der Grundwasseranalysen	41
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	Übersichtslageplan
Anlage 18.2.1	Lageplan PFA Süd 1
Anlage 18.2.2	Lage der hydrogeologischen Schnitte und Aufschlussbohrungen
Anlage 18.3.1	Bohrprofile Schnitt 1 (km 0 – km 2,9)
Anlage 18.3.2	Bohrprofile Schnitt 2 (km 3,0 – km 8,4)
Anlage 18.3.3	Bohrprofile Schnitt 3 (km 5,7 – km 7,7)
Anlage 18.4.1	Grundwassergleichenplan (Oktober 2007)
Anlage 18.4.2	Grundwassergleichenplan (1884)
Anlage 18.5	Flurabstandsplan (Oktober 2007)
Anlage 18.6.1	Auszüge aus der Wasserschutzgebietsverordnung Hessenwasser (Hes.St.Anz. Nr.18 vom 04.05.1998) sowie der Wasserschutzgebietsverordnung Neu-Isenburg (Hes.St.Anz. Nr.22 vom 29.05.1999)
Anlage 18.6.2	Anforderungen zum Gewässerschutz für Arbeiten in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen der Hessenwasser GmbH & Co. KG. Stand Januar 2016
Anlage 18.7.1	Untersuchungen zur Qualität des Entwässerungswassers an der NBS Köln - Rhein/Main, Probenahme im Herbst 2008 und Sommer 2009
Anlage 18.7.2	Untersuchungen zur Qualität des Entwässerungswassers im Sickerbecken Sportfeld, Probenahme im Herbst 2008 und Sommer 2009
Anlage 18.8	Entwässerungskonzept RTW – PFA Süd 1, Schlierenbild und Brunnennahbereichsabgrenzung
Anlage 18.9	Entwässerungskonzept RTW – PFA Süd 1
Anlage 18.10	Übersicht Monitoringmessstellen, Bereich Stadtwaldwasserwerke
Anlage 18.11	Strömungsbild und Einzugsgebiete der Brunnen der Stadtwaldwasserwerke ohne Sanierungsbetrieb der Fraport AG
Anlage 18.12.1	Streckennummern und Zugzahlen im Ist-Zustand
Anlage 18.12.2	Schwermetalleintrag im Ist-Zustand
Anlage 18.12.3	Gleisanzahl im Ist-Zustand
Anlage 18.12.4	Herbizideintrag im Ist-Zustand
Anlage 18.12.5	Kohlenwasserstoffeintrag im Ist-Zustand
Anlage 18.13.1	Streckennummern und Zugzahlen im Plan-Zustand

- Anlage 18.13.2 Schwermetalleintrag im Plan-Zustand ohne Maßnahmen
- Anlage 18.13.3 Herbizideintrag im Plan-Zustand ohne Maßnahmen
- Anlage 18.13.4 Kohlenwasserstoffeintrag im Plan-Zustand ohne Maßnahmen
- Anlage 18.14.1 Entwässerungskonzepte der betrachteten Vorhaben
- Anlage 18.14.2 Schwermetalleintrag im Plan-Zustand mit Maßnahmen
- Anlage 18.14.3 Herbizideintrag im Plan-Zustand mit Maßnahmen
- Anlage 18.14.4 Kohlenwasserstoffeintrag im Plan-Zustand mit Maßnahmen

Anhang

- Anhang I Dokumentation Grundwassermodell
- Anhang II Regionaltangente West - Bodenchemisches Gutachten Frankfurter Stadtwald
- Anhang III Regionaltangente West, PfA Süd1 – Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie

Abkürzungen

ALTIS	Altlasten- und Informationssystem Hessen
AwSV	Abwasserschutzverordnung
BAB	Bundesautobahn
BBodSchV	Bundesbodenschutzverordnung
Bf	Bahnhof
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole
DB	Deutsche Bahn
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
EBA	Eisenbahnbundesamt
EÜ	Eisenbahnüberführung
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert
GrwV	Grundwasserverordnung
GWS-VwV	Grundwasserschutz-Verwaltungsvorschrift
HLNUG (HLUG)	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HMUKLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucher- schutz
HP	Haltepunkt
KrBw	Kreuzungsbauwerk
KW	Kohlenwasserstoffe
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OWK	Oberflächenwasserkörper
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PfA	Planfeststellungsabschnitt
PSMBP	Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte
PÜ	Personenüberführung
SÜ	Straßenüberführung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSG	Wasserschutzgebiet
WW	Wasserwerk

1 Veranlassung und Vorbemerkung

Die RTW Planungsgesellschaft mbH 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 Süd 1. **Anlage 18.1** zeigt in einem Übersichtslageplan den geplanten Streckenverlauf. Die Neubaustrecken sind darin in rot, die Bestandsstrecken in grün dargestellt.

Die RTW-Strecke im PFA Süd 1 beginnt mit der Einbindung in die Bestandsstrecke zum Flughafen bei Kelsterbach und verläuft über den Bahnhof Frankfurt-Flughafen Regionalbahnhof und den Bahnhof Stadion bis zum Bahnhof Dreieich-Buchschlag. Der PFA Süd 1 liegt in den Gemarkungen Frankfurt am Main, Neu-Isenburg und Dreieich.

Im Bereich des Abschnitts Süd 1 sind nach dem derzeitigen Planungsstand folgende Maßnahmen vorgesehen:

Ab der Verknüpfung mit der Flughafenbahn bis zum Bahnhof Frankfurt-Flughafen Regionalbahnhof wird die Bestandsstrecke mitgenutzt. Von dort verläuft die RTW auf der Bestandsstrecke weiter über den Haltepunkt Gateway Gardens (im Bau) zum Bahnhof Frankfurt-Stadion. Im Bereich des Bahnhofs sind diverse Umbauten und Erweiterungen der dortigen Verkehrsanlage aufgrund der Ausfädelung der RTW aus der S-Bahnstrecke vorgesehen. Im Bereich zwischen Bahnhof Stadion und der Mörfelder Landstraße werden zwei neue RTW Gleise errichtet.

Die im Bestand eingleisig verlaufende Verbindungskurve im Bereich des Abzweigs Forsthaus in Richtung Darmstadt (Strecke 3651) soll zweigleisig ausgebaut werden. Nach der Straßenüberführung (SÜ) „Isenburger Schneise“ fädelt die RTW aus der Strecke 3651 wieder aus. Dort werden zwei neue RTW-Gleise errichtet.

Ab etwa der BAB 3 ist dann wiederum die Nutzung eines Gleises der bestehenden S-Bahnstrecke (Strecke 3688) bis zum Bahnhof Neu-Isenburg vorgesehen. Es wird zusätzlich ein RTW-Gleis für das Fahren in der Gegenrichtung errichtet. Dieses Gleis führt bis in die Verkehrsstation Bahnhof Neu-Isenburg, wo eine separate Bahnsteiganlage errichtet wird. Südlich des Bahnhofs unterquert die RTW die Eisenbahngleise und teilt sich in die Streckenäste nach Neu-Isenburg Gewerbegebiet Ost (PFA Süd 2) und nach Dreieich-Buchschlag.

Richtung Dreieich-Buchschlag fädelt die RTW in das Gleis der Dreieichbahn (Strecke 3655) ein.

Nördlich des Bahnhofs Dreieich-Buchschlag fädelt die RTW aus der Bestandsstrecke der Dreieichbahn in ein gesondertes neu zu errichtendes Gleis mit einem neuen Außenbahnsteig aus.

Im vorliegenden Gutachten werden nach einer Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet die wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Aspekte des Vorhabens im PFA Süd 1 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 sowie
- die Zusammenstellung der wasserrechtlichen Antragsgegenstände.

Von der zuständigen Genehmigungsbehörde wurde ein Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie gefordert, welcher die Vereinbarkeit des Vorhabens mit den Zielen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG; WRRL) darlegt. Dieser findet sich im **Anhang III** des vorliegenden Gutachtens.

2 Hydrogeologische Verhältnisse

2.1 Hydrogeologische Schematisierung

Der PFA Süd 1 liegt im nördlichen Oberrheingraben. Die oberflächennahen Schichten bestehen hier aus den Ablagerungen der altpleistozänen Mainterrassen, die sich überwiegend aus Kiesen und Sanden zusammensetzen. Die Mächtigkeit dieser Schichten variiert deutlich. In Mainnähe beträgt sie ca. 5 - 10 m und im Bereich des Flughafens Frankfurt ca. 40 m. Im Bereich der Wasserwerke Schwanheim, Goldstein und Oberforsthaus liegt die Mächtigkeit bei ca. 10 – 20 m. Lokal sind in unregelmäßiger Form gering durchlässige Tonhorizonte zwischengeschaltet (HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG 1980).

Die pleistozänen Ablagerungen werden von Sedimenten des Pliozän unterlagert. Beide Einheiten besitzen eine ähnliche lithologische Zusammensetzung, wobei die pliozänen Sedimente im Mittel eine geringere hydraulische Durchlässigkeit aufweisen. Die Mächtigkeit des Pliozäns beträgt ca. 40 m im Bereich der Ausbaustrecke und steigt relativ kontinuierlich auf bis zu ca. 200 m am Frankfurter Flughafen an. Am Nordostrand der RTW-Neubaustrecke nehmen die Lockergesteinsmächtigkeiten am Übergang vom Oberrheingraben zum Frankfurter Horst von >40 m auf 0 m ab (HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG 1980). Für die relative Höhe der Aquifersohle von Plio- und Pleistozän ergibt sich so ein vergleichsweise gleichmäßiger Abfall in südwestlicher Richtung vom Frankfurter Horst im Nordwesten des Untersuchungsgebietes auf etwa 90 mNN bis auf -80 mNN im Zentrum des Frankfurter Flughafens (BGS Umwelt 2017b). Die Sohle des Pliozän bildet gleichzeitig die Unterkante des Strömungsmodells, eine Karte der Höhenlage findet sich in der Modelldokumentation (**Anhang I, Anlage 4**).

Plioäne und pleistozäne Sedimente bilden für den Großteil des Untersuchungsgebietes meist eine hydraulische Einheit. Westlich von Neu-Isenburg hat sich jedoch eine etwa 1-10 m mächtige Tonlage ausgebildet, welche im Trassenverlauf der RTW etwa vom Bahnhof Neu-Isenburg bis zum Bahnhof Buchschlag reicht und den Aquifer in zwei hydraulische Einheiten trennt (BGS Umwelt 2017b). Im Bereich der Strecke Bahnhof Neu-Isenburg bis Neu-Isenburg Zentrum läuft die Schicht aus, ihre Mächtigkeit beträgt im Verlauf der RTW-Strecke etwa 1 m. Lokal im Bereich Buchschlag kann der in diesem Bereich neu ausgebildete, oberflächennahe Grundwasserleiter temporär trockenfallen (BGS Umwelt 2017b).

Im Rahmen der geotechnischen Erkundung wurden entlang der RTW-Trasse Bohrungen und Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von 32 m unter GOK niedergebracht. Sie schließen überwiegend pleistozänes und pliozänes Lockergestein auf - Sande, Schluffe und Tone in Wechsellagerung - und bestätigen damit die Erwartungen. Ausgewählte Bohrprofile aus der geotechnischen Erkundung von Bau-km 0,0 (Bahnhof Stadion) bis Bau-km 8,4 am Bahnhof Dreieich-Buchschlag, bzw. km 7,6 für den Neubauabschnitt nach Neu-Isenburg sind in den geologischen Schnitten in den **Anlagen 18.3.1 – 18.3.3** dargestellt. Die **Anlage 18.2.2** zeigt die Lage der geologischen Schnitte.

Der geologische Schnitt 1 (Anlage 18.3.1) verläuft in West-Ost-Richtung entlang der Bahntrasse vom Bahnhof Stadion (Bau-km 0,0) bis zum westlichen Kreuzungspunkt der Trasse mit der Isenburger Schneise am Bau-km 2,9. Auf dieser Strecke wurden 9 Bohrungen abgeteuft, welche eine Tiefe von bis zu etwa 32 muGOK erreichen können. In der Mehrzahl der Bohrungen wurden bis auf vereinzelte Schluff- und Tonlagen von bis zu 80 cm Mächtigkeit fast ausschließlich (Terrassen-)sedimente in Form von Mittelsanden und untergeordnet Kiesen aufgeschlossen. Einzig in der Bohrung (BK 2-93), wurden ab etwa 8,7 m schluffige und organische Tone vorgefunden, welche von einer 50 cm mächtigen Braunkohlelage durchzogen werden. In der Bohrung wurde ebenfalls miozäner Basalt in einer Tiefe von etwa 16,2 muGOK erbohrt. Diese Bohrung und Bohrung 2-125 liegen im Bereich der östlichen Randverwerfung des Oberrheingrabens der in diesem Abschnitt staffelförmig ausgebildet ist.

Der Abschnitt von Bau-km 3,3 bis 8,4 (Anlage 18.3.2) beginnt bei der Kreuzung von Neubau-strecke mit Isenburger Schneise und endet am Bahnhof Dreieich. Auf diesem Streckenabschnitt wurden bis etwa zum Bau-km 4,8 nur in einer Bohrung (RKS 2-129) geringdurchlässige Schichten in Form von Tonen vorgefunden. Die Bohrungen in diesem Streckenabschnitt erreichen eine maximale Teufe von etwa 10,0 m. Ab dem Bau-km 5,4 wurden vermehrt Grundwasserge-ring- und –nichtleiter erbohrt, welche den oberen Aquifer linsenförmig durchsetzen (BK 2-164 bis RKS 2-213). So wurden in diesem Abschnitt in allen Bohrungen Tone bis maximal 6,9 muGOK oder Endteufe aufgeschlossen. Von einer durchgehenden hydraulischen Trennung der Schichten auf 75-100 mNN etwa ab dem Bahnhof Neu-Isenburg wird in (BGS Umwelt 2017a) ausgegangen.

Ein Profilschnitt des Abzweigs der Neubaustrecke bis Neu-Isenburg (Bau-km 5,7 bis 7,5) ist in der Anlage 18.3.3 dargestellt. Östlich der Abzweigung am Bahnhof Neu-Isenburg (RKS 2-172) bis Neu-Isenburg Zentrum wurden ausschließlich Mittelsande und Auffüllungen erbohrt. Die Bohrungen erreichen hier jedoch nur eine Endteufe von 6,0 muGOK. Nach (BGS Umwelt 2017b) ist in diesem Abschnitt bis zum Bad Neu-Isenburg von einer hydraulischen Trennung im Grundwasserleiter in 75-100 mNN auszugehen (ca. 13-38 muGOK).

Oberflächennah wurden ausschließlich Auffüllungen oder sandige Böden erschlossen, gemäß der Bodenkarte finden sich im PFA Süd 1 anthropogen überprägte Böden, Braunerden aus flu-viatilen Terrassensedimenten und untergeordnet Böden aus äolischen Sedimenten (HLUG 2007).

2.2 Grundwasserfließgeschehen

Das großräumige Strömungsgeschehen im Untersuchungsgebiet wird von der Entwässerung in den Main bestimmt. Das von künstlichen Entnahmen weitgehend unbeeinflusste Strömungsbild von 1884 repräsentiert mittlere Grundwasserstände und kann der **Anlage 18.4.2** für den Aus-schnitt des PFA Süd 1 oder dem Beiblatt 2 zur geologischen Karte von Hessen (HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG 1980) entnommen werden. Hierbei strömt das Grundwasser

dem Main in nordwestlicher Richtung mit einem weitgehend gleichbleibenden Strömungsgefälle zu.

Mit Beginn der Installation von mehreren großen Wasserwerken ab 1885 wird das natürliche Grundwasserfließgeschehen in der Region des Frankfurter Stadtwald maßgeblich von der Nutzung des Grundwasserleiters als Trinkwasserressource beeinflusst. So befinden sich im direkten Umfeld der RTW-Trasse des PFA Süd 1 die Wasserwerke Hinkelstein, Goldstein und Oberforsthaus (Hessenwasser) sowie die Wasserwerke der Stadtwerke Neu-Isenburg und der Stadtwerke Dreieich. Aufgrund der hohen Durchlässigkeitsbeiwerte im Plio- und Pleistozän sowie der hohen Entnahmemengen können die Entnahmen eine großflächige Grundwasserspiegelabsenkung bewirken, sofern sie nicht durch Infiltrationen kompensiert werden. Die Entnahme- und Infiltrationsraten der verschiedenen Wasserwerke im Untersuchungsgebiet finden sich in der Tabelle 1. Nahe des Mains beeinflusst die Schleuse Griesheim das Grundwasserfließgeschehen.

Die dem Bericht zugrundeliegenden Bewertungen zum Grundwasserspiegel basieren auf den Grundwassergleichen des Oktober 2007 und finden sich in der **Anlage 18.4.1**. In der näheren Umgebung der Wasserwerke sowie im zentralen Bereich des Untersuchungsgebietes wurden für das Jahr 2007 im langjährigen Mittel durchschnittliche Grundwasserspiegelhöhen festgestellt. Im Jahr 2015, in welchem die Grundwasserspiegel vom Februar bis zum Oktober kontinuierlich sanken, lagen die Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet im Oktober etwa 1 m niedriger als in 2007. Diese Abweichungen sind für die Bewertungen des Gutachtens nicht relevant. Ebenfalls stellen die verwendeten, höherliegenden Grundwasserstände den für das Vorhaben schlechteren Fall dar.

Im östlichen Bereich des Untersuchungsgebietes macht sich in der Nähe zur Grabenrandverwerfung östlich der Wasserwerke Breitensee-Dreieich und Neu-Isenburg ein hoher Gradient der Grundwasserpotentiale von bis zu 40 m/km bemerkbar, welcher im weiteren Zustrom des Grundwasser zum Main auf etwa 1 m/km abnimmt. Nahe der Verwerfung wird die natürliche Grundwasserströmung deutlich von den Gewinnungsbrunnen der Wasserwerke Dreieich-Breitensee und Neu-Isenburg beeinflusst. So kommt es zur Ausbildung eines Absenkrichters, welcher sich aufgrund der hohen Durchlässigkeit des Aquifers und der Entnahmemengen von mehreren Mio. m³/a großräumig ausbreitet. Nach den Grundwassergleichen vom Oktober 2007 (Anlage 18.4.1) setzt sich diese Absenkung auch über den bestehenden Streckenabschnitt zwischen Bahnhof Neu-Isenburg und Dreieich-Buchschlag fort, in deren direkten Umfeld sich die Entnahmen des WW Neu-Isenburg befinden. Die Grundwasserstände in Neu-Isenburg werden ebenfalls lokal durch die Entnahme von Sanierungsbrunnen und die gleichzeitige Versickerung im Anstrom der Gewinnung Neu-Isenburg beeinflusst.

Im weiteren Verlauf des Grundwasserabstroms verringern sich die Einflüsse der Wasserwerke um Neu-Isenburg und die Isopotentiallinien verlaufen weitgehend gleichbleibend in nordost-südwestlicher Richtung. Die Wassergewinnungen um Neu-Isenburg wirken sich hier primär auf die großräumige Grundwasserspiegellage aus. Südlich der Talaue des Mains kann mit einer hauptsächlich anthropogen bedingten Grundwasserspiegelabsenkung von etwa 4-8 m im Jahre

1979 gegenüber dem Jahr 1884 gerechnet werden (HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG 1980). Im näheren Anstrom der Wasserwerke Goldstein, Schwanheim und Hinkelstein macht sich die Entnahme auch durch ein Zusammenrücken der Isopotentiallinien bemerkbar.

2.3 Grundwasserqualität

Die Ausbaumaßnahmen durchlaufen die Einzugsgebiete der Wasserwerke Goldstein und Oberforsthaus. Die folgende Beschreibung der Grundwasserqualität in diesen Einzugsgebieten beruht auf Angaben der Hessenwasser GmbH & Co. KG.

Das Rohwasser der Wasserwerke Goldstein und Oberforsthaus ist mittelhart. Die Nitratkonzentrationen liegen bei ca. 20 mg/l.

In beiden Wasserwerken waren im Rohwasser Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte (PSMBP) bestimmbar. Im Einzugsgebiet des WW Goldstein liegen die PSMBP-Konzentrationen bei bis zu 0,5 µg/l. Dies entspricht dem Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS-Wert) der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV). Im Einzugsgebiet des WW Oberforsthaus liegen die nachgewiesenen PSMBP-Konzentrationen mit bis zu 5 µg/l zehnfach höher. Als vermutliche Eintragsquelle für die PSMBP werden die Gleisanlagen genannt (ABKE u.a. 1993). Landwirtschaftliche Nutzflächen existieren in beiden Einzugsgebieten nicht in nennenswertem Maße.

Im Bereich des Gleisdreiecks östlich des Bahnhofs Frankfurt(M)-Stadion sind nach Angaben des Umweltamtes der Stadt Frankfurt Altablagerungen vorhanden.

CKW wurden im Einzugsgebiet des WW Goldstein in Konzentrationen bis zu 100 µg/l nachgewiesen. Der Eintrag erfolgt mutmaßlich aus dem Gleisdreieck sowie aus den Industrieflächen westlich von Neu-Isenburg.

Lokal wurde in den Brunnen 7 und 8 des WW Oberforsthaus der Sprengstoff TNT und dessen Metabolite nachgewiesen.

Für die geotechnischen Berichte zu den Ingenieurbauwerken entlang der Ausbaustrecke zum Vorhaben „Umbau Knoten Frankfurt(M) – Sportfeld 2. Ausbaustufe“ wurde das Grundwasser auf seine Betonaggressivität und Korrosivität bzgl. legierter und nichtlegierter Werkstoffe hin untersucht. Südlich des Mains (Gleisdreieck, Güterzugrampe, Golfstraße) war das Grundwasser nicht betonangreifend und die Korrosionswahrscheinlichkeit sehr gering. Auffällig waren die hohen Ammoniumgehalt von 1,17 mg/l und 2,16 mg/l der Wasserproben an der EÜ Golfstraße.

Informationen von Altlastenverdachtsflächen, welche sich auf und im Umfeld der RTW-Neutrassierung befinden, wurden von der Deutschen Bahn zur Verfügung gestellt (DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH (2016)). Im Bereich des Bf Stadion ist eine Altlastenverdachtsfläche betroffen, welche auf einen Ölunfall zurückzuführen ist. Der Schaden wurde jedoch umfassend saniert, die Fläche stellt daher keine Beeinträchtigung für die Planungen dar. Weitere Verdachtsflächen befinden sich im Umfeld der Baumaßnahmen, diese sind somit je-

doch nur indirekt betroffen. Berücksichtigt wurden dabei die im Kataster der Deutschen Bahn AG sowie die im Altflächen-Informationssystem Hessen (ALTIS) erfassten Flächen.

Die ehemaligen Trinkwasserbrunnen B 7 bis B 9 der Wasserwerke Neu-Isenburg am Westrand des Gewerbegebietes Neu-Isenburg werden seit dem Nachweis von LCKW in den 1980er Jahren als Sanierungsbrunnen genutzt. Das kontaminierte Wasser wird über eine Strippanlage geführt und im Sickerbecken Hegwald zum Ausgleich des Grundwasserhaushaltes infiltriert. Der ehemalige Trinkwasserbrunnen 15 wird nur noch als Notbrunnen genutzt.

2.4 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Entscheidende Faktoren für die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung sind (HÖLTING ET AL 1995, WILDER & SCHÖBEL 2008):

- die Sickerwassermenge (Grundwasserneubildung),
- die nutzbare Feldkapazität der Böden,
- die biologische Aktivität in der Bodenzone (biol. Abbaupotenzial),
- das bodenchemische Milieu,
- die Gesteinseigenschaften der Grundwasserüberdeckung unterhalb der Bodenzone,
- die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung.

Die hydrogeologischen Standortfaktoren sind im Untersuchungsgebiet bzgl. des Grundwasserschutzes meist nur durchschnittlich ausgebildet. Nachfolgend werden Richtwerte für die oben genannten Faktoren angegeben:

- Sickerwassermenge: Nach dem Grundwassermodell des Hessischen Rieds beträgt die Sickerwassermenge im langjährigen Mittel 128 mm/a (**Anhang I**). Diese Menge ist nach HÖLTING ET AL. (1995) als günstig einzuschätzen.
- Nutzbare Feldkapazität: Die Böden im PFA Süd 1 setzen sich vornehmlich aus Braunerden zusammen, welche sich aus fluviatilen Terrassensedimenten gebildet haben. Das Substrat besteht aus einer 30-80 cm mächtigen Fließerde, welche pleistozäne Terrassensande überlagert. Die nutzbare Feldkapazität ist als gering (60-140 mm) einzuschätzen (HLUG 2004).
- Gesteinseigenschaften der Grundwasserüberdeckung: Direkt unter der Bodenzone stehen im PFA Süd 1 mittel- bis grobsandige Schichten an, welche von Schluff- und Tonlinsen durchbrochen werden können. Sande weisen aufgrund ihrer hohen Durchlässigkeitsbeiwerte und der geringen Sorptionskapazität keinen maßgeblichen Schadstoffrückhalt auf, dieser nimmt in den feinkörnigeren Schichten jedoch deutlich zu.
- Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung: Die Flurabstände betragen von Kelsterbach über die Grundwasserschutzgebiete der Stadtwaldwasserwerke bis zum Richtungswechsel der Bahntrasse nach Süden etwa 10-20 m (**Anlage 18.5**). Auch bis zum Ende

des PFA Süd 1 an Bahnhof Dreieich-Buchschlag wird diese weitestgehend erreicht, wobei im Kreuzungsbereich der BAB 3 mit der Bahntrasse geringere Mächtigkeiten der Grundwasserüberdeckung von wenigstens etwa 5 muGOK auftreten können. Lokal sehr begrenzt sind geringere Mächtigkeiten der Grundwasserüberdeckung, welche im Bereich von Bauwerken auftreten können.

Die hydrogeologischen Standortbedingungen bewirken in ihrer Summe einen nur geringen Schutz des Grundwasservorkommens. Stehen mächtigere natürlich gewachsene oder lokal umgelagerte humose Oberböden an, ist die Schutzfunktion als günstiger zu bewerten. Jedoch wurden diese vielfach durch grobkörnige Auffüllungen ersetzt, wodurch das Rückhaltevermögen für Schadstoffe deutlich abnehmen kann.

Aus dem DVGW-Arbeitsblatt W 101 können günstige Standortbedingungen für eine Mächtigkeit von wenigstens 8 m bei einer hydraulischen Leitfähigkeit von 10^{-6} m/s, bzw. einer Mächtigkeit von wenigstens 5 m bei einer hydraulischen Leitfähigkeit von 10^{-8} m/s abgeleitet werden. Diese Bedingungen werden für den PFA Süd 1 nicht erfüllt.

Nach der Wasserschutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke (Hessischer Staatsanzeiger 1996) sind in dem WSG IIIA Bodeneingriffe mit wesentlicher Minderung der Grundwasserüberdeckung verboten, sofern nicht fachbehördlich festgestellt worden ist, dass eine Verunreinigung nicht zu besorgen ist. Nach der Schutzgebietsverordnung besteht in der Regel keine Besorgnis, wenn sich die Gründungssohle mehr als 2 m über dem höchsten Grundwasserstand befindet (**Anlage 18.6.1**). Die Neubaustrecke verläuft im PFA Süd 1 meist ebenerdig oder in Dammlage. Nur im Bereich der Isenburger Schneise am Streckenkilometer 3,3 bis 3,6 wird der Geländeeinschnitt der Bestandstrasse um wenige Meter verbreitert. Das Grundwasser befindet sich in etwa 6 m Tiefe, eine Verringerung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung ist daher nicht zu besorgen.

Im Rahmen der Planungen für die RTW wurde im Frankfurter Stadtwald ein eigenes bodenchemisches Gutachten erstellt (**Anhang II**). Die Untersuchungsergebnisse bzgl. des Stoffausstrags aus dem Bahnverkehr sind in Kapitel 5.3 zusammengefasst.

3 Oberflächengewässer

An Oberflächengewässern quert die RTW im PFA Süd 1 ausschließlich den Hengstbach. Dieser entspringt südwestlich von Frankfurt im Landkreis Offenbach und quert die Trasse der RTW im Dreieicher Stadtteil Sprendlingen. In diesem Abschnitt fährt die RTW auf Bestandsgleisen und es sind keine Baumaßnahmen durch die RTW vorgesehen. Ebenfalls ist keine Entwässerung in Vorfluter vorgesehen. Es bestehen somit keine Wirkungen von dem Vorhaben der RTW auf Oberflächengewässer.

4 Grundwasserschutzgebiete

4.1 Grundwasserschutzgebiete und Fließzeitberechnungen

Der gesamte Trassenverlauf der PFA Süd 1 befindet sich in Trinkwasserschutzgebieten (WSG). Betroffen ist das gemeinsam von mehreren Wasserwerken der Hessenwasser genutzte WSG der Stadtwaldwasserwerke sowie das WSG Neu-Isenburg. Das im Neufestsetzungsverfahren befindliche WSG Breitensee befindet sich unmittelbar südlich des Bahnhof Dreieich-Buchschlag. Um eine genauere Abgrenzung der Gefährdungssituation innerhalb des WSG III A zu ermöglichen, wurden Fließzeitberechnungen durchgeführt, welche den Nahbereich von Trinkwasserbrunnen mit Fließzeiten von weniger als einem Jahr im Grundwasser von den restlichen Bereichen abgrenzt. Nach DVGW Arbeitsblatt W 1001-B2 lassen sich Gefährdungen in Bereichen mit Fließzeiten zu den Brunnen von mehr als einem Jahr in der Regel durch ein Monitoring eingrenzen und eine Gefährdung durch Gegenmaßnahmen im Vorfeld der Brunnen abwehren (DVGW 2015). Die Abgrenzung der Einzugsgebiete der Wasserwerke und die Berechnung der Fließzeiten von der Ausbaustrecke zu den Brunnen der Stadtwaldwasserwerke wurde für mittlere klimatische Bedingungen ermittelt. Der Nahbereich des Brunneneinzugsgebietes wurde über Bahnlinienfließzeitberechnungen abgegrenzt, innerhalb dessen die Dauer (Fließzeit) zwischen einem Eintrag in das Grundwasser und einer signifikanten Erhöhung von Stoffkonzentrationen in den Brunnen weniger als ein Jahr beträgt. Bei den Berechnungen ist zu berücksichtigen, dass die Fließzeit eines konservativen Teilchens ausschließlich in der gesättigten Zone ermittelt wurde. Die Abgrenzung des Nachbereiches stellt daher die schlechtmögliche Annahme dar. In der Realität sollte die Transportzeit eines Schadstoffes aufgrund von Sorptionsvorgängen und der zusätzlichen Verweilzeit in der ungesättigten Zone deutlich höher ausfallen.

In der Anlage 1 ist die Trassenführung der RTW sowie die Abgrenzung der betroffenen Wasserschutzgebiete eingezeichnet, die Abgrenzung der Bereiche mit weniger als 1 Jahr Fließzeit zu den Gewinnungsbrunnen findet sich zusammen mit den Strömungslinien (Schlierenbild) in der **Anlage 18.8**.

Von Westen kommend durchläuft die RTW bis zum Gleisneubau vor dem Bahnhof Stadion das Wasserschutzgebiet III A der Stadtwaldwasserwerke. In einem kurzen Abschnitt wird ebenfalls

das Schutzgebiet II des Wasserwerkes Hinkelstein im Randbereich auf der Bestandsstrecke durchfahren. Für diesen Streckenabschnitt sind keine Baumaßnahmen im Zuge des RTW-Ausbaus geplant.

Kurz vor der Einmündung in den Bahnhof Stadion trifft die Trasse auf die Schutzzone II des WW Goldstein. Umfangreichere Baumaßnahmen sind hier ab der EÜ Benzengrundweg am Bau-km -0,3 geplant. Der sich anschließende Ausbau des Bahnhof Stadion befindet sich in Teilen im WSG II und WSG III A, das WSG I des Wasserwerkes Goldstein schließt sich zwischen Bahnhof Stadion und KrBw Stadion nördlich an die Neubaustrecke an.

Mit Beginn des geplanten Kreuzungsbauwerkes geht die Neubaustrecke in das WSG III A der Gewinnungen Goldstein und Oberforsthaus über. Das WSG II befindet sich unmittelbar nördlich des Neubaus, Teile des tief gegründeten Rampenbauwerk West greifen in das WSG II in seinem Randbereich ein. Die sich anschließenden Bauwerke EÜ Mörfelder Landstraße und der HP Mörfelder Landstraße befinden sich wie die Bauwerke um die EÜ Waldstadion im selbigen WSG IIIA der Stadtwaldwasserwerke.

Auf nahezu dem gesamten Abschnitt von Beginn der RTW-Neubaustrecke bis zum Abzweig Forsthaus beträgt die Fließzeit bis zur Trinkwassergewinnung weniger als ein Jahr (Anlage 18.8).

Beginnend etwa bei der Eisenbahnunterführung der BAB 3 am Bau-km 4,0 verläuft die Neubaustrecke auf einem kurzen Abschnitt von etwa 0,9 km im WSG III B der Stadtwaldwasserwerke, bevor das WSG III A der Stadtwerke Neu-Isenburg erreicht wird. Das WSG III B der Stadtwaldwasserwerke überlagert sich mit den Wasserschutzgebieten der Stadtwerke Neu-Isenburg und Dreieich-Buchschlag. Auch das Kreuzungsbauwerk am Bahnhof Neu-Isenburg sowie der Abschnitt bis zum Ende der Strecke am Bau-km 8,4 befindet sich im WSG III A.

Das Ende der RTW-Trasse wird am Bf Dreieich-Buchschlag erreicht. Der am Bahnhof geplante Neubau eines Bahnsteiges befindet sich im WSG III A der Gewinnung Neu-Isenburg. Die Zuwegung zum Bahnsteig befindet sich im Gebiet der sich im Neufestsetzungsverfahren befindlichen WSG IIIA des WW Breitensee (Anlage 18.2). Auf der RTW-Strecke zwischen Neu-Isenburg und Dreieich-Buchschlag werden Gebiete des WSG III A Neu-Isenburg durchfahren, bei welchen die Fließzeiten zu den Gewinnungsbrunnen weniger als ein Jahr beträgt, das WSG II der Stadtwerke Neu-Isenburg schließt sich dabei unmittelbar an die Bahntrasse an. In diesem Abschnitt finden jedoch keine Baumaßnahmen der RTW statt, da Bestandsgleise genutzt werden.

Die im Modell angesetzten Grundwasserentnahmen der Stadtwaldwasserwerke wurden im Rahmen des Projektes „Sportfeld“ (BGS Umwelt 2017b)¹ mit der Hessenwasser GmbH abgestimmt. Die Grundwasserbewirtschaftung der Stadtwaldwasserwerke wird durch einen Bescheid vom 06.07.2005 geregelt. Darin wird die Gesamtentnahme aus den WW Hinkelstein, Oberforsthaus und Goldstein bei einer variablen Verteilung auf 14,675 Mio. m³/a begrenzt. Für das WW

¹ Hydrogeologisches Gutachten Umbau Knoten Frankfurt (M) – Sportfeld, 2. Ausbaustufe, Darmstadt, Januar 2013

Schwanheim besteht noch ein altes Wasserrecht über 5,475 Mio. m³/a. Zusätzlich werden in dem Bescheid für ausgewählte Grundwassermessstellen Richtwerte, Maßnahmen- und Eingriffswerte sowie untere und obere Korridorwerte angegeben. Die Steuerung von Entnahmen und Infiltration muss so erfolgen, dass die Vorgaben des Bescheids eingehalten werden können. Das Wasserwerk Oberforsthaus ist derzeit im Stand-by-Betrieb. Im Falle der Brunnen der Stadtwerke Neu-Isenburg wurden die Entnahmen des aktuellen Wasserrechtes angesetzt. Das Wasserrecht der Stadt Dreieich wurde befristet von 1,66 Mio. m³/a auf 2,25 Mio. m³/a in 2019 erhöht (Übergangswasserrecht). Da die Brunnen der Stadt Dreieich in vergleichsweise großer Entfernung zu der RTW-Trasse liegen, hat diese Erhöhung keinen Einfluss auf die Planungen der RTW.

In der Tabelle 1 sind die in der Modellrechnung angesetzten Entnahme- und Infiltrationsmengen der Stadtwaldwasserwerke und der Stadtwerke Neu-Isenburg aufgeführt.

Tabelle 1 Entnahmen und Infiltrationen der Wasserwerke in den Modellrechnungen

	Entnahmen	Infiltrationsmengen
WW Hinkelstein	6,6 Mio. m ³ /a	3,5 Mio. m ³ /a
WW Schwanheim	5,0 Mio. m ³ /a	-
WW Goldstein	6,9 Mio. m ³ /a	4,1 Mio. m ³ /a
WW Oberforsthaus	1,4 Mio. m ³ /a	0,4 Mio. m ³ /a
Stadtwerke Neu-Isenburg	2,6 Mio. m ³ /a	0,42 (Sanierung)
Stadtwerke Dreieich	1,66 Mio. m ³ /a	
Summe	24,16 Mio. m³/a	8,42 Mio. m³/a

4.2 Wasserschutzgebietsverordnung

Die Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungen Hinkelstein, Schwanheim, Goldstein und Oberforsthaus ist im Hessischen Staatsanzeiger (1998) dokumentiert, die Festsetzung des Wasserschutzgebietes Neu-Isenburg ist im Hessischen Staatsanzeiger (1989) dokumentiert. Die Wasserschutzgebietsverordnungen finden sich ebenfalls in der Anlage 18.6.1. In den Wasserschutzgebieten werden Verbote formuliert, von welchen auf Antrag bei der oberen Wasserbehörde Ausnahmen zugelassen werden können. Die für das Vorhaben der RTW formulierten Anträge auf Ausnahmen finden sich im Kapitel 9.2.

Relevant für das Vorhaben sind innerhalb der Schutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke sind u.a. §4 (1) für das WSG III B und der §5 (3) für das WSG III A. Sie verbieten das direkte Einleiten von Abwasser einschließlich des auf Straßen und sonstigen Flächen anfallenden Niederschlagswassers in das Grundwasser ohne reinigende Bodenpassage und sind auch im WSG II anzuwenden. Der Tatbestand ist für die gesamte Neubaustrecke unter Berücksichti-

gung der Ergebnisse für die Bewertung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (Kap. 5.4) und bei der Bemessung der Sickerbecken zu berücksichtigen. Weiterhin sind innerhalb des Vorhabens für das WSG III B und das WSG III A die Paragraphen §4 (7) und §5 (5) relevant, welche den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen regeln und ebenfalls in der Zone II anzuwenden sind. Während der Bauphasen ist nach §4 (6) in allen WSGen die Verwendung von auswaschungsfähigen oder auslaugbaren wassergefährdenden Materialien verboten. Bei Bodenaustausch oder dem Einsatz von Rüttelstopfsäulen im WSG ist auf die Verwendung von nicht recyceltem Z0-Material zu achten.

Im WSG II ist nach §6 (1) auch der Neubau und die wesentliche Änderung von Gebäuden, Straßen, Bahnlinien und sonstigen Verkehrsanlagen verboten. Weiterhin sind nach §6 (2) Lager von Baustoffen, Baumaschinen und Baustelleneinrichtungen untersagt. Nach §6 (19) ist das breitflächige Versickern des auf Straßen anfallenden Sickerwassers über die belebte Bodenzone auch bei günstiger Untergrundbeschaffenheit verboten. Ebenfalls ist im WSG II §6 (15) sämtlicher Umgang oder das Befördern von wassergefährdenden Stoffen mit einigen Ausnahmen von z.B. Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PBSM) verboten. Das Ausbringen von PBSM im WSG II ist generell verboten.

In den WSG der Wasserwerke Neu-Isenburg gelten im Wesentlichen dieselben Bestimmungen wie in den WSG der Stadtwaldwasserwerke, wobei sich die Paragraphen unterscheiden können.

Durch die RTW werden demnach u.a. durch die Herstellung von Bauwerksgründungen, Entwässerungseinrichtungen und Zuwegungen Verbote der Wasserschutzgebietsverordnungen berührt, weshalb Ausnahmen von den Verboten beantragt werden (siehe Kap.9).

Neben der Wasserschutzgebietsverordnung hat die Hessenwasser GmbH eine Handlungsanforderung für Arbeiten in Trinkwasserschutzgebieten erstellt (Hessenwasser 2016). In dieser sind vornehmlich Anforderungen an die Überwachung zur Einhaltung der in den jeweiligen Trinkwasserschutzgebietsverordnungen gelisteten Verbote enthalten sowie die Anforderungen an Baugeräte und Durchführung der Arbeiten genauer spezifiziert. Die Handlungsanforderung findet sich in der **Anlage 18.6.2**.

5 Niederschlagswasserableitung

5.1 Konzeption der Strecken- und Bauwerksentwässerung im PFA Süd 1

Die Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen entlang der geplanten RTW-Trasse zeigen, dass die Sickerleistung der Böden im PFA Süd1 meist ausreicht, um die bei der Streckenentwässerung der RTW lokal anfallenden Wassermengen breitflächig oder linienförmig zu versickern. Lokal können jedoch auch weniger durchlässige Böden anstehen. Wird Oberflächenwasser gesammelt und abgeführt, um dieses an anderer Stelle in Sickeranlagen zu versickern, so müssen diese aufgrund der lokal erhöhten Sickerwassermenge gesondert bemessen werden. Innerhalb der Wasserschutzgebiete werden folgende Entwässerungsgrundsätze berücksichtigt:

- WSG I: Fassungsgebiete werden von der RTW nicht berührt,
- WSG II: In der engeren Schutzzone ist das Wasser der Bahnanlagen zu fassen und aus dem WSG II herauszuführen,
- WSG IIIA: Im Nahbereich der weiteren Schutzzone, in welcher die Fließzeit zu den Brunnen weniger als ein Jahr beträgt, sickert das abfließende Niederschlagswasser über die belebte Bodenzone den Teilsickerrohren zur Ausleitung zu, über die das Wasser den Sickerbecken zugeführt wird. In den restlichen Bereichen wird abfließendes Niederschlagswasser über eine entsprechend dimensionierte belebte Bodenzone versickert,
- WSG IIIB: Im äußeren Bereich der weiteren Schutzzone wird abfließendes Niederschlagswasser über eine entsprechend dimensionierte belebte Bodenzone versickert.

Das auf der Trasse abfließende Niederschlagswasser wird zur Versickerung über die belebte Bodenzone den Bahnseitengräben über eine Folie zugeführt. Ein Regelquerschnitt findet sich in der Anlage 7 der Antragsunterlagen. Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung ist im Bereich der Trasse des PFA Süd 1 meist nur gering. Im Brunnennahbereich in welcher die Fließzeit zu den Brunnen weniger als ein Jahr beträgt, sickert das abfließende Niederschlagswasser über die belebte Bodenzone den Teilsickerrohren zur Ausleitung zu, über die das Wasser den Sickerbecken zugeführt wird. Außerhalb des Brunnennahbereiches, bei welchem direkt im Seitengraben versickert wird, wird eine mindestens 30 cm starke Oberbodenschicht hergestellt. Die Planung der Anlagen erfolgt nach den Blättern DWA-A 138 sowie DWA-M 153. Für die Entwässerung des Abschnittes Bf Stadion wird das Sickerbecken Adolf-Miersch Str. der DB genutzt. Das KrBw Neu-Isenburg entwässert in ein Sickerbecken der RTW. Zur Versickerung der Mengen, welche aus dem Bereich zwischen Mörfelder Landstraße und Forsthauskurve anfallen, wird ebenfalls ein Sickerbecken der RTW genutzt. An der Entwässerung von Bestandsstrecken werden keine Änderungen vorgenommen.

Eine Übersicht der einzelnen Entwässerungsabschnitte findet sich in der Tabelle 2. Ein Lageplan zu den Entwässerungsanlagen zeigt **Anlage 18.9**.

Da sich der gesamte PFA Süd 1 im Trinkwasserschutzgebiet II, IIIA und IIIB befindet, müssen auch an die technischen Anlagen, Bauwerke und Installationen besondere Anforderungen gestellt werden. Ein potentiell Gefährdungspotential stellen Bauwerke dar, bei welchen im Schadensfall Stoffe in das Grundwasser verlagert werden und in das Rohwasser der Trinkwassergewinnung gelangen können. Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 142 kann das Gefährdungspotential von Abwasserleitungen und -kanälen abgeschätzt und entsprechende Anforderungen an die Schutzfunktion von Kanälen gestellt werden. Beispiele für technische Anlagen mit besonderen Schutzfunktionen werden in dem Merkblatt ATV-DVWK-M 146 gegeben.

Das Gefährdungspotential der Entwässerungsanlagen im PFA Süd 1 kann in Bezug auf die Mehrzahl der Gefährdungskriterien nach DWA-A 142 als niedrig oder mittel eingestuft werden. So wird ausschließlich gesammeltes Niederschlagswasser in Freispiegelleitungen abgeleitet, welches in Abhängigkeit vom Aufttrittsort behandlungsbedürftig sein kann. Die Aufenthaltszeit in der ungesättigten Zone ist im gesamten PFA Süd 1 mit einer Dauer von <50 Tagen (Berechnung nach DVWK-M 146) als jedoch gering einzustufen. Die Lage eines Kanals in der Schutzzone II stellt ein hohes Einzelgefährdungspotential dar.

In der Summe aller o.g. Gefährdungskriterien wird im WSG II aufgrund der geringen Aufenthaltszeiten von einem sehr hohen Gesamtgefährdungspotential ausgegangen. Das Gesamtgefährdungspotential im WSG III ist als hoch einzustufen. Aufgrund der Nähe der Anlagen im Bereich Bahnhof Stadion zu den Gewinnungsanlagen Oberforsthaus und Goldstein und der schlechten geologischen Standortfaktoren werden zudem die Anlagen im WSG III dieses Bereiches entsprechend den Anforderungen eines sehr hohen Gefährdungspotentials ausgeführt. Ab dem Abzweig Forsthauskurve werden keine besonderen Anforderungen an die Abwasserkanäle gestellt, die Anlagen werden gemäß DWA-A 142 für ein weniger hohes Gefährdungspotential ausgeführt.

Die Kanal- und Abwasserleitungen in der WSZ II sowie in der WSZ IIIA, Nahbereich unterliegen so speziellen Anforderungen sowie erweiterten Prüfintervallen, welche aus DWA-A 142, Tabelle 4, entnommen werden können. Bei einem deutlich erweiterten Prüfaufwand, wie er sich bei einem sehr hohen Gesamtgefährdungspotential ergibt, betragen die wiederkehrenden Prüfintervalle beispielsweise 1-3 Jahre. Auch die Hebeanlagen werden in erweiterten Prüfintervallen auf ihre Funktionstüchtigkeit und Dichtigkeit überprüft. Weiterhin werden im WSG II nach Hessenwasser (2016) erweiterte Prüfintervalle sowie Dichtigkeitsprüfungen mit min. 1 Bar Prüfdruck gefordert, welche ebenfalls im Zuge der erweiterten Überwachungspflicht durchgeführt werden. In gleicher Weise wird bei der Bewertung der Stauraumkanäle vorgegangen, welche ebenfalls nach DWA-A 142 ausgeführt und geprüft werden.

Der Entwässerungsabschnitt (EA) 01, Bahnhof Stadion, beginnt etwa 300 m westlich der EÜ Benzengrundweg und endet beim KrBw Stadion am Bau-km 0,61 (Tabelle 2). Der Abschnitt umfasst neben den Gleisbauten, den Bauwerken EÜ Benzengrundweg und Bf Stadion mit den

Unterführungen sowie anteilig dem Kreuzungsbauwerk Stadion auch die in diesem Abschnitt gelegene Entwässerung der S-Bahn Strecke (2. Ausbaustufe Sportfeld). Der Entwässerungsabschnitt Bahnhof Stadion befindet sich vollständig im WSG II oder im Nahbereich des WSG III A mit Fließzeiten zu den Gewinnungsbrunnen von weniger als einem Jahr, weswegen das anfallende Niederschlagswasser der Trasse aufgefangen, in eine Tiefenentwässerung geleitet, und in dem neu erstellten Sickerbecken Adolf-Miersch-Straße versickert wird, welches gemeinsam mit der DB genutzt wird.

Um die gegenwärtige Planung der DB des Sickerbeckens beibehalten zu können, sind zur Reduzierung des Drosselabflusses im EA 01 Stauraumkanäle vorgesehen, welche westlich des Kreuzungsbauwerkes und am Nordast der Strecke installiert werden sollen. Insgesamt wird im EA 01 diesem Abschnitt etwa eine Fläche von etwa 3 ha entwässert, wobei die größten Flächen im Gleisbereich und geringere Anteile im Böschungs- und Grabenbereich und bei den Bauwerken anfallen.

Der EA 02, KrBw Stadion bis Mörfelder Landstraße umfasst Teile des Kreuzungsbauwerkes sowie den Gleisausbau bis zum Bau-km 1,54 und den Haltepunkt Mörfelder Landstraße mit seinen zugehörigen Überführungen. Dieser Abschnitt befindet sich im WSG III A (Nahbereich) weshalb das Entwässerungswasser dieses Abschnittes an eine Sammelleitung der Stadt Frankfurt abgegeben wird, welche in ein Regenrückhaltebecken entwässert. Im Abschnitt 02 werden sowohl Gleisbereiche, Böschungen und Gräben sowie Bauwerke entwässert.

Der EA 03 reicht von der Mörfelder Landstraße bis zur EÜ Isenburger Schneise. Der Bereich von der Mörfelder Landstraße bis etwa zum Abzweig Forsthaus befindet sich im Nahbereich des WSG III A, bei welchem die Fließzeit zu den Brunnen Oberforsthaus weniger als 1 Jahr beträgt. Daher wird das Entwässerungswasser gesammelt und in einem Sickerbecken versickert, welches im Bereich der Isenburger Schneise, außerhalb des Nahbereiches angelegt wird (Anlage 18.9). Die EÜ Isenburger Schneise selbst befindet sich nicht mehr im Nahbereich des WSG III A, weswegen das auf dem Bauwerk anfallende Entwässerungswasser sowie ein Abschnitt von etwa 90 m zwischen Sickerbecken und Bauwerk in Sickeranlagen versickert wird.

Der weitere Verlauf der Neubaustrecke befindet sich ausschließlich in Bereichen des WSG III A, in welchem die Fließzeit zu den Brunnen mehr als ein Jahr beträgt, oder im WSG III B. Das im Gleisbereich anfallende Entwässerungswasser des EA 04 bis EA 07 wird daher im Bahnseitengraben oder in Sickerbecken versickert. In gleicher Weise wird mit dem Abzweig von Neu-Isenburg zum PFA Süd 2 im EA 06 verfahren. Das im Bereich der Station Neu-Isenburg anfallende Entwässerungswasser wird auf der östlichen Seite der Strecke im Bahnseitengraben versickert. Das an der Unterführung Neu-Isenburg anfallende Entwässerungswasser wird an ein neu angelegtes Sickerbecken angeschlossen, welches sich nördlich der Unterführung außerhalb des Nahbereichs des WSG III A befindet (Anlage 18.9). Das an der Station Dreieich-Buchschlag gesammelte Niederschlagswasser wird an einen Mischwasserkanal der Stadt Dreieich abgegeben.

Tabelle 2 Entwässerungsabschnitte im PFA Süd 1

Bauwerk/Abschnitt	RTW-Kilometer von	RTW-Kilometer bis	Wasser- schutzzone	Entwässerung
Abschnitt 01 - Bf Stadion	-0,45 (RTW km) 5,34 (S-Bahn km)	0,61 (RTW km) 6,90 (S-Bahn)		
Teilabschnitt 01 - Gleisbau westlich Benzengrundweg	6,56 (S-Bahn km)	6,90 (S-Bahn km)	II	Abdichtung Oberbau, Übergabe in WSZ III A fern (zentrale Versickerung im Sickerbecken Adolf-Miersch Str. der DB) Dezentrale Versickerung von unbelasteten Wässern in Gräben/Mulden-Rigolen über belebte Bodenzone
Teilabschnitt 02 - Gleisbau Benzengrundweg bis Bahnsteig	-0,45	-0,15	II	
Teilabschnitt 03 - Bahnsteig Bf Stadion	-0,15	-0,45	II & III A, nah	
Teilabschnitt 04 - Gleisbau östl. Bahnsteig inkl. Anteil Kreuzungsbauwerk Stadion	-0,19	0,61	II & III A, nah	
Gleisbau	-0,19	0,30	II & III A, nah	
Kreuzungsbauwerk Bf Stadion	0,24	0,61	III A, nah	
Abschnitt 02 - KrBW Stadion bis Mörfelder Landstraße	0,61	1,54		
Kreuzungsbauwerk Bf Stadion	0,61	0,91	III A, nah	Abdichtung Oberbau, Übergabe über Regenrückhaltebecken in Schmutzwasserkanal der Stadt FFM, Mörfelder Landstraße) Dezentrale Versickerung von unbelasteten Wässern in Gräben über belebte Bodenzone
Haltetepunkt Mörfelder Landstraße einschließlich SÜ und FÜ Waldsatdion und Mörfelder Landstraße	1,34	1,54	III A, nah	
Gleisausbau freie Strecke	0,61	1,54	III A, nah	
Abschnitt 03 - Mörfelder Landstraße bis Isenburger Schneise	1,54	2,19		
Gleisausbau freie Strecke	1,54	2,10	III A, nah	Ableitung der auf Fußgängerrampen anfallenden Wässer und Anschluss an Mischwasserkanal SEF. Abdichtung Oberbau, Übergabe in WSZ III A fern und zentrale Versickerung im Sickerbecken der RTW (Forsthauskurve) Dezentrale Versickerung von unbelasteten Wässern in Gräben über belebte Bodenzone
EÜ Isenburger Schneise	2,10	2,19	III A fern	
Abschnitt 04 - Isenburger Schneise bis Bf Neu-Isenburg	2,19	4,93		
Gleisausbau freie Strecke	2,19	4,93	IIIB & III A fern	dezentrale Versickerung in Gräben/Mulden-Rigolen über belebte Bodenzone Anschluss an Straßenentwässerung Hessen Mobil
Abschnitt 05 - Bf Neu-Isenburg	4,93	5,25		
Gleisausbau und Station Neu-Isenburg	4,90	5,25	III A, fern	dezentrale Versickerung im Bahnseitengraben, Entwässerung P&R-Anlage im verlegten Sickerbecken
Abschnitt 06 - Kreuzungsbauwerk Neu-Isenburg	5,22	5,95		
Unterführung Neu-Isenburg	5,22	5,63	III A, fern	Zentrale Versickerung im Sickerbecken der RTW nordöstlich des Kreuzungsbauwerks sowie im Bahnseitengraben
Abschnitt 07 - Bf Dreieich-Buchschlag	8,25	8,37		
Station Dreieich-Buchschlag	8,25	8,37	III B	Übergabe in Kanalisation der Stadt Dreieich Dezentrale Versickerung in Gräben/Mulden-Rigolen über belebte Bodenzone

5.2 Außergewöhnliche Einwirkungen während des Streckenbetriebes

Bei außergewöhnlichen Einwirkungen werden unverzüglich Maßnahmen eingeleitet sowie die zuständigen Behörden informiert. Da aufgrund der Elektrifizierung der geplanten Strecke die eingesetzten Zugmaschinen elektrisch betrieben werden, sind keine Mineralölprodukte wie Diesel zu erwarten. Geringe Emissionen entstehen durch die Verwendung von Schmierölen und -fette sowie Hydrauliköle aus den elektrischen Triebzügen und Personenwagen. Außerdem können bei Bränden Löschwasser und Löschschaum anfallen und in den Boden und weiter in das Grundwasser gelangen. In diesen Fällen werden als Sofortmaßnahme unverzüglich die kontaminierten Bodenbereiche gesichert und ggf. temporäre Grundwassermessstellen installiert und überwacht. Dabei werden in regelmäßigen Abständen chemische Analysen auf die eingetragenen Stoffe ausgeführt. Der zu untersuchende Parameterumfang und die Analysehäufigkeit sowie weitere Maßnahmen werden mit der zuständigen Behörde in Abhängigkeit vom eingetragenen Schadstoff und der Schadstoffmenge festgelegt. Anfallender Bodenaushub, Gleisschotter und abgepumptes Löschwasser aus den Entwässerungsanlagen werden schadlos, z.B. in einem flüssigkeitsdichten Container oder Tanks aufgefangen, zwischengelagert und ggf. entsorgt.

Der Streckenunterbau und das Entwässerungssystem bilden die erste Barriere, so das kleinere und mittlere Mengen aufgefangen werden können. Die Entwässerungseinrichtungen sowie die Absetzbecken der Sickeranlagen sind mit Schiebern versehen, so dass belastete Wässer zurückgehalten werden. Das Volumen der Entwässerungsleitungen sowie der Absetzbecken dient dabei als Speicherraum für die anfallenden Flüssigkeiten. Um die Schutzfunktion wieder herzustellen, wird die Streckenentwässerung unverzüglich nach einem Schadensfall gereinigt und die Funktionsfähigkeit sowie das Speichervolumen wieder hergestellt.

5.3 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 2014 zu dieser Fragestellung eigene Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse nachfolgend kurz zusammengefasst werden. Das Untersuchungsgebiet des Bodenchemischen Gutachtens (BGS Umwelt 2015) befindet sich dabei unmittelbar südlich des Bahnhof 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 Sickerbecken am Knoten Sportfeld (Frankfurter Stadtwald) genommen. In das Sickerbecken Sportfeld entwässern Streckenabschnitte mit einem Schotteroberbau, verschiedene Überführungsbauwerke und der Bahnhof Sportfeld. Die Probennahmen erfolgten im Herbst 2008 und im Sommer 2009. Die Analyseergebnisse der Wasserproben sind in **Anlage 18.7** 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 2011) 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 14 µg/l). Blei, Chrom und Nickel wurden vereinzelt 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 Sickerbecken 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.

Bei den Schwermetallen überschritt am Sickerbecken Sportfeld Arsen in beiden Proben mit Messwerten von 100 µg/l deutlich den GFS-Wert von 10 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 Sickerbecken 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 Sickerbecken 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 Sickerbecken an der NBS Köln – Rhein/Main und aus dem Sickerbecken 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 Umweltplanung 2015)

Im Oktober 2014 wurden im Frankfurter Stadtwald entlang der Bahnstrecke am Knoten Sportfeld (Bahnhof 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 II** 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 Sickerbecken) 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 (s. Anlage 18.7).

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 Pestizidbefunde, 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 Süd 1 wird das Entwässerungswasser in Teilen in die Kanalisation geleitet oder versickert. Da das Entwässerungswasser der RTW über längere Streckenabschnitte gesammelt und in Rückhaltebecken bzw. Staukanälen durchmischt wird, werden lokal auftretende Belastungsspitzen ausgeglichen. Ein Herbizideintrag durch die RTW kann ausgeschlossen

werden, da im Betrieb der RTW in Wasserschutzgebieten auf den Einsatz von PBSM verzichtet wird.

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 Süd 1 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) die Stofffrachten im erforderlichen Umfang gemildert werden und eine Verschlechterung des chemischen Zustandes des Grundwasserkörpers nicht zu erwarten ist.

5.4 Minderung der Grundwasserneubildung

Die Neubaustrecke der RTW durchfährt im PFA Süd Bereiche verschiedener Wasserschutzgebietszonen, als auch unterschiedlicher Fließzeitzone zu den Gewinnungsbrunnen. Gemäß des Entwässerungskonzeptes (Anlage 18.9, Kapitel 5.1) werden Böschungen und Gleisanlagen, welche sich in Bereichen mit Fließzeiten unter ein Jahr zu den Gewinnungsbrunnen befinden, abgedichtet und das anfallende Niederschlagswasser aus dem Nahbereich abgeleitet. In gleicher Weise wird mit Versiegelungsflächen verfahren, welche sich im Nahbereich befinden. Hierzu gehören Stationen und Brückenbauwerke. Das abgeleitete Niederschlagswasser des Nahbereiches wird zum Großteil außerhalb des Nahbereiches in Sickerbecken ortsnah versickert (Anlage 18.9). Außerhalb des Nahbereiches wird das Niederschlagswasser direkt neben dem Gleis oder in ortsnahen Rigolen oder Sickerbecken versickert. Auch das im Bereich Bahnhof Stadion gesammelte Wasser wird an einen Kanal der SEF abgegeben, welcher in ein Sickerbecken an der Adolf-Miersch-Straße mündet. Nur der Bereich des HP Mörfelder Landstraße einschließlich EÜ Waldstadion und FÜ Fußweg Waldstadion sowie der EÜ Mörfelder Landstraße, welche mit dem Trassenwasser in einen Schmutzwasserkanal der Stadt FFM entwässern sowie am Bahnhof Dreieich-Buchschlag (Mischwasserkanal der Stadt Dreieich) wird anfallendes Oberflächenwasser der Grundwasserneubildung entzogen.

Durch den gebündelten Eintrag in Sickerbecken ergibt sich bereichsweise gegenüber den derzeitigen Flächennutzungen eine geringere Verdunstung. Die in Folge erhöhte Grundwasserneubildung ist allerdings sehr gering und ohne wesentliche Bedeutung für den Grundwasserhaushalt. Zudem wird die vergrößerte Grundwasserneubildung durch die auf bereichsweise Ableitung in Kanäle kompensiert.

6 Wechselwirkungen mit dem Grundwasser

6.1 Allgemeines und Vorbemerkungen

Auf der Neubaustrecke verläuft die RTW-Trasse bis auf die Kreuzungsbauwerke Neu-Isenburg und Stadion überwiegend geländegleich oder in Dammlage. Nur im Abschnitt zwischen dem Abzweig Forsthaus und der EÜ Isenburger Schneise wird ein bestehender Trasseneinschnitt geringfügig verbreitert. Kreuzungspunkte der Neubaustrecke mit Straßen ergeben sich an der Mörfelder Landstraße, der Isenburger Schneise, der Isenburger Schneise sowie der BAB 3. Kreuzungsbauwerke mit der Bahn ergeben sich kurz nach dem Bahnhof Stadion (Überführung) und am Bahnhof Neu-Isenburg (Unterführung). Weiterhin wird der Benzengrundweg und ein Fußweg an der Mörfelder Landstraße überführt, im Bereich des Bahnhofs Stadion befinden sich zwei Personenunterführungen. Eine Auflistung der Bauwerke mit Angaben zum Grundwasserstand, Einbindung in das Grundwasser sowie den Gründungen findet sich in der Tabelle 3 (S.35).

Mit Ausnahme des östlichen Abschnittes des zu verlegenden S-Bahngleises beträgt der Grundwasserflurabstand im gesamten PFA Süd 1 ≥ 10 m (Anlage 18.5). Die Flachgründungen der Bauwerke liegen damit im PFA Süd 1 sämtlich oberhalb des Grundwasserspiegels. Lediglich die Tiefgründungen des Kreuzungsbauwerks Stadion und der EÜ Isenburger Schneise sowie die Mikropfähle des Umbaus SÜ BAB 3 reichen bei mittleren Grundwasserständen bis in das Grundwasser (Tabelle 3). Bei der Unterquerung der Eisenbahn am Isenburger Bahnhof werden Trogbauwerke errichtet, welche jedoch nicht in das Grundwasser einbinden.

Im PFA Süd 1 ist kein Bodenaustausch zur Verbesserung des Baugrundes außerhalb der Bauwerke oder der Einsatz von Rüttelstopfsäulen vorgesehen. Sollte im späteren Verlauf der Planung ein Bodenaustausch erforderlich werden, wird der Einfluss auf die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung im Einzelfall beurteilt. Im Bereich der Trasse wird zum Geländeausgleich Boden aufgeschüttet und zur Herstellung der erwünschten Tragfähigkeit verdichtet. Weiterhin werden gründungsfähige Sohlen hergestellt. Durch die o.g. Maßnahmen entsteht keine nachteilige Veränderung bezüglich des Grundwasserschutzes.

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 chromatarne Zemente den Anforderungen an den Grundwasserschutz. Bei Aufschüttungen und der Verwendung von mineralischen Baustoffen wird aufgrund der Vorgaben der Wasserschutzgebietsverordnung im Wasserschutzgebiet nur nicht recyceltes Z0 Material nach LAGA TR-Boden (2004) verwendet.

Aufgrund der hohen abzutragenden Lasten wird das aus mehreren Einzelbauwerken bestehende Kreuzungsbauwerk am Bahnhof Stadion auf Bohrpfählen gegründet, welche in das Grundwasser eingreifen. Bei der Mehrzahl der Bauwerke greifen Verbauträger in das Grundwasser ein, welche dauerhaft im Untergrund verbleiben können. Ebenfalls werden Verbauträger eingesetzt, welche nach den Baumaßnahmen wieder entfernt werden. Eine Übersicht der Einbindedauern findet sich in der Tabelle 3. Auch bei den dauerhaft im Untergrund verbleibenden Verbauträgern ist aufgrund ihrer geringen Abmessungen (Bohrdurchmesser für Verbauträger ca. 600 mm, Ausfachung ca. 3 m) von keinem messbaren Einfluss auf die Grundwasserhydraulik auszugehen.

Der Verbau selbst setzt sich nach gegenwärtiger Planung meist aus Trägerbohlverbauten zusammen, welcher an einigen Bauwerken rückverankert wird. Zur Sicherung der Gleisanlagen werden aufgrund der hohen Anforderungen an die Verformungsfestigkeit des Untergrundes nach gegenwärtiger Planung Spundwände eingesetzt. Die Einbindetiefe des Verbaus ist bei Baugrubensicherungen der Aushubsohle gleichzusetzen. Die maximale Einbindetiefe der Spundwände in das Grundwasser findet sich in der Tabelle 3.

6.2 Maßnahmen zur Baugrundverbesserung

Die RTW-Neubaustrecke verläuft zum Großteil ebenerdig oder in Dammlage. Der Baugrund ist nach den geotechnischen Untersuchungen ausreichend tragfähig, so dass nach der derzeitigen Planung keine Maßnahmen zur Baugrundverbesserung vorgesehen sind.

6.3 Bauwerke

Im PFA Süd 1 reichen mit Ausnahme der Tiefgründungen des Kreuzungsbauwerkes und der EÜ Isenburger Schneise sowie der Mikropfähle bei der SÜ BAB 3 keine Bauwerke oder Bauwerksteile bis in das Grundwasser. Dieses gilt sowohl für die Annahme mittlerer Grundwasserstände, als auch für die Annahme des Bezugszustandes von 1884 (Tabelle 3, S. 35). Bei den tiefen Baugruben ist vorgesehen, diese durch Trägerbohlwände zu sichern. Die Gleisanlagen werden durch Spundwände gesichert.

Die verwendeten Verbauträger besitzen eine Länge von etwa 20-25 m. Diese werden nach der Baumaßnahme nach Möglichkeit entfernt, können jedoch, wo dies nicht möglich ist, im Untergrund verbleiben. In der Bauwerkstabelle (Tabelle 3) sind neben Angaben zur Verbleibdauer der Verbauträger zusätzlich Grundwasserstände aufgeführt, welche sich ohne großflächige Grundwasserentnahme (Stichjahr 1884) ergeben würden. Die Grundwassergleichen des Jahres 1884 wurden der Geologischen Karte (HLUG 2007) entnommen und sind in der **Anlage 18.4.2** dargestellt.

EÜ Benzengrundweg (Bau km -0,46)

Die RTW verläuft in diesem Abschnitt auf Gleisen der S-Bahn. Aufgrund der Ausfädelung der RTW östlich der Querung nach Norden muss die bestehende Überführung des Fußgängerweges verbreitert werden. Hierzu ist eine Vollrahmenbrücke geplant. Das Bauwerk wird flach gegründet. Zur Stabilisierung der Böschung werden Verbauträger eingesetzt, welche zusammen mit dem Verbau in Teilen wieder entfernt werden. Die Aushubsohle des Bauwerkes befindet sich etwa auf der Höhe der Grundwasserstände von 1884 und greift damit nicht in das Grundwasser ein. Es werden Verbauträger mit einer Länge von 20 bis 25 m eingesetzt, welche in Teilen wieder gezogen werden. Zur Stabilisierung wird der Verbau nach Aushub rückverankert.

Da sich das Bauwerk sich im WSG II befindet, wird die Baugrube durch eine Folie gesichert, welche seitlich aufgekantet wird. Das anfallende Oberflächenwasser wird gesammelt und entsorgt.

Bahnhof Stadion (Bau-km: -0,08-0,15)

Der neu zu erstellende Bahnsteig wird sowohl von der RTW, als auch von der S-Bahn angefahren. Das Bauwerk befindet sich etwa hälftig im WSG II und WSG IIIA. Mögliche Einflüsse der Baumaßnahmen auf das Grundwasser werden minimiert, indem der Bahnsteig weitestgehend mit Fertigteilen hergestellt wird.

PU Westliche Bahnsteigunterführung Bf. Stadion (Bau-km: -0,08)

Im Bereich des Bahnhofes Stadion verläuft die RTW zweigleisig. Der Haltepunkt Bahnhof Stadion ist durch zwei Unterführungen zugänglich. Hierfür werden die beiden bestehenden Unterführungen nach Norden verlängert. Die westliche Unterführung ist von Süden zu erreichen und wird als Vollrahmenbrücke ausgeführt. Neben einer Treppe zum Bahnsteig wird ein Aufzug installiert. Das Bauwerk befindet sich nicht im Grundwasser, nur die dauerhaft im Untergrund verbleibenden Verbauträger greifen in das Grundwasser ein.

PU Östliche Bahnsteigunterführung Bf. Stadion (Bau-km: 0,00)

Die östliche Bahnsteigunterführung ist im Gegensatz zur westlichen auch von Norden zugänglich. Die lichte Weite der Unterführung beträgt etwa 8 m, die Höhe beträgt etwa 3 m. Auch diese Brücke wird als Vollrahmenbrücke ausgeführt. Das Bauwerk befindet sich wie der Verbau nicht im Grundwasser, nur die Verbauträger, welche nach der Baumaßnahme in Teilen wieder entfernt werden, greifen in das Grundwasser ein.

Aufgrund der Lage der Baugrube im WSG II, wird die Baugrubensohle nach Aushub mit einer Folie gesichert, welche seitlich aufgekantet und auf welcher das anfallende Oberflächenwasser gesammelt und anschließend entsorgt wird.

Kreuzungsbauwerk Bf. Stadion (Bau-km 0,25-1,00)

Mit dem KrBw Bf Stadion wird die RTW-Strecke vom Norden der Bestandstrassen an ihre Südseite verlegt. Das Kreuzungsbauwerk gliedert sich in eine westliche Rampe, eine Stabbogenbrücke, die EÜ Gleisdreieck, die EÜ Flughafenstraße sowie eine östlichen Rampe. Zur Abtragung der hohen Lasten werden die Bauwerkspfeiler durch Bohrpfahlgründungen stabilisiert. Bei dem Bauwerk greifen nur die Bohrpfähle in das Grundwasser ein. Der Durchmesser der Bohrpfähle beträgt 1,2 m. Ihr Abstand in Quer- sowie in Längsrichtung liegt meist bei zwischen 2,5 und 3,6 m, nur für die westliche Stahlbogenbrücke ist ein Abstand von 2,5 bis 3,2 m und für die östliche Stahlbrücke ein Abstand von 2,0 bis 3,0 m vorgesehen. Die vorgesehene Einbindetiefe der Bohrpfähle der Stahlbrücken mit 20-25 m ist größer, als die der weiteren Bauwerke, für welche 15 bis 20 m vorgesehen sind (Tabelle 3).

Die hydraulisch relevanten Kenngrößen der Tiefgründungen des Kreuzungsbauwerks Stadion mit Anzahl der Bohrpfähle, Einbindetiefe, Durchmesser und Achsabstand sind in der Tabelle 4 zusammengefasst. Der Grundwasserstand liegt beim Kreuzungsbauwerk im Mittel bei etwa 96,4 – 96,9 mNN, der Grundwasserstand des Jahres 1884 lag bei etwa 99,6 – 100,0 mNN. Für die maximale Länge der Bohrpfähle von 25 m ergibt sich ein Grundwassereingriff in Höhe von etwa 9,5 m für mittlere Verhältnisse und für die Grundwasserstände des Jahres 1884 ein Grundwassereingriff von maximal 13,5 m. Eine merkliche Aufstauwirkung des Bauwerkes kann sowohl aufgrund des Abstandes der Bohrpfähle der einzelnen Bauwerke zueinander, des Abstandes der verschiedenen Bauwerke zueinander und der Mächtigkeit des Grundwasserleiters ausgeschlossen werden. So liegt die Sohle des Grundwasserleiters auf Höhe des Kreuzungsbauwerkes auf etwa 45 mNN im Westen und 55 mNN im Osten des KrBw (**Anhang I, Anlage 4**). Dieses schließt Grundwasserspiegel, welche sich ohne künstliche Absenkung ergeben würden (Nullaufspiegelung, s. Tabelle 3) mit ein.

Aufgrund der in Teilen gelegenen Lage der Baustelle im WSG II wird der Baustellenuntergrund des Kreuzungsbauwerks abgedichtet, sofern Baugeräte länger als einen Tag auf der Baustelle verbleiben. Hierzu gehören auch die zur Herstellung der Tiefgründungen genutzten Flächen. Das anfallende Oberflächenwasser wird gesammelt und entsorgt. Weiterhin werden die Empfehlungen der Hessenwasser (Anlage 18.6.2) befolgt. Die erforderlichen Ausnahmen von den Verboten der Wasserschutzverordnungen werden in Kap. 8 beantragt.

PÜ Haltepunkt Mörfelder Landstraße (Bau-km ca. 1,1)

Um die Zugänglichkeit des HP Mörfelder Landstraße zu verbessern, ist eine zusätzliche Unterführung geplant. Hierzu ist eine Rahmenbrücke vorgesehen. Die in das Grundwasser eingreifenden Verbauträger werden nach der Baumaßnahme wieder entfernt. Die Bauwerke befinden sich im WSG IIIA.

EÜ Waldstadion, HP Mörfelder Landstraße und FÜ Fußweg Waldstadion (Bau-km 1,35)

Die RTW verläuft in diesem Bereich zweigleisig. Es wird ein Fußgängerweg gekreuzt, welcher durch die RTW-Trasse und einen parallel verlaufenden Fußweg überführt wird. Hierzu ist eine Rahmenbrücke aus Stahlbeton vorgesehen. Weiterhin ist ein Haltepunkt geplant, welcher über Treppen und eine Rampen erreicht werden kann.

Die Brücke greift nicht in das Grundwasser ein. Es sind jedoch Verbauträger vorgesehen, welche in das Grundwasser eingreifen und nach der Baumaßnahme wieder entfernt werden. Der Verbau wird durch Anker fixiert. Die Bauwerke befinden sich im WSG IIIA.

EÜ Mörfelder Landstraße und PÜ Fußweg Mörfelder Landstraße (Bau-km 1,55)

Die in diesem Abschnitt zweigleisige Strecke der RTW kreuzt etwa am Bau-km 1,55 die Mörfelder Landstraße. Für die Überführung ist eine vorgespannte Plattenbrücke aus Stahlbeton vorgesehen. Das flach gegründete Bauwerk greift nach den Planunterlagen nicht in das Grundwasser ein, jedoch die Verbauträger. Die Träger werden nach der Baumaßnahme jedoch wieder entfernt. Der Verbau, welcher bauzeitlich die Baugrube zwischen Böschung und Bestandsstrasse sichert, wird rückverankert. Parallel zur EÜ ist ein Fußweg geplant. Das Bauwerk befindet sich im WSG IIIA.

EÜ Isenburger Schneise (Bau-km 2,2)

Die Straße L 3317 (Isenburger Schneise) wird etwa am Bau-km 2,2 überführt. Die Neubautrasse verläuft hier eingleisig, ebenfalls wird ein Gleis der Bahn mitgenutzt. Die Ausführung ist als eingleisige Spannbetonbrücke geplant. Die Gesamtlänge der Brücke beträgt etwa 31 m, die Breite der Fahrbahn beträgt 4,8 m. Ein Eingriff in das Grundwasser findet nur durch die Verbauträger statt, welche in Teilen nach der Baumaßnahme wieder entfernt werden. Das Bauwerk befindet sich im WSG IIIA.

Umbau SÜ Isenburger Schneise (Bau-km 2,8)

Die Straßenüberführung der Isenburger Schneise am RTW-km 2,8 wird angepasst, um das zusätzliche Gleis der RTW aufnehmen zu können. Zum Einsatz kommen nicht rückverankerte Verbauträger, welche nach der Baumaßnahme wieder entfernt werden. Das Bauwerk befindet sich im WSG IIIA.

Haltepunkt Neu-Isenburg (Bau-km 4,9)

Zwischen Bahnhofstraße und Kreuzungsbauwerk wird ein Bahnsteig neu errichtet, zu dessen Herstellung eine Stahlbeton-Halbrahmenkonstruktion verwendet wird. Der Verbau, welcher zur Sicherung der Baugrube verwendet wird, wird nach der Baumaßnahme wieder entfernt. Nur die Verbauträger reichen bis in das Grundwasser. Das Bauwerk befindet sich auf der Grenze des WSG IIIA zum WSG IIIB.

EÜ Kreuzungsbauwerk Neu-Isenburg (Bau-km 5,3-5,7)

Innerhalb des KrBw Neu-Isenburg wird die zunächst zweigleisig verlaufende Strecke der RTW zusammengeführt und anschließend eingleisig unter der Bestandsstrecke durchgeführt, bevor sie sich in einen in Richtung Neu-Isenburg Zentrum verlaufenden Ast und einer parallel auf der östlichen Seite der Bestandsstrecke nach Dreieich-Buchschlag verlaufenden Trasse aufteilt. Hierzu werden zwei Tröge, zwei Stützwände sowie das eigentliche Kreuzungsbauwerk errichtet.

Das Bauwerk befindet sich im WSG IIIA der Wassergewinnungen der Stadtwerke Neu-Isenburg. Das Bauwerk liegt vollständig und bei mittleren Grundwasserständen etwa 7,2 m oberhalb des Grundwassers (Tabelle 3). Ein Eingriff in das Grundwasser findet nur durch die Verbasträger statt. Der eigentliche Verbau wird rückverankert und höchstens bis zum Grundwasser reichend ausgeführt. Der überwiegende Teil der Verbasträger wird nicht zurückgebaut.

Haltepunkt Dreieich-Buchschlag (Bau-km 8,33 bis Ende PFA Süd 1)

Den südlichen Endpunkt der RTW-Strecke bildet der neu zu errichtende Bahnhof Dreieich-Buchschlag. Zur Anfahrt des Haltepunktes wird ein Gleis neu errichtet, welches etwa 300 m nördlich des Bahnsteiges aus der Bestandsstrecke ausfädelt. Der Bahnsteig befindet sich im Wasserschutzgebiet der Stadt Neu-Isenburg und grenzt unmittelbar an das im Neufestsetzungsverfahren befindliche WSG Breitensee. Die Zuwegung zum Haltepunkt befindet sich im WSG Breitensee.

Tabelle 3 Übersicht der Bauwerke mit mittleren und konstruierten Grundwasserständen für das Stichjahr 1884 (Nullentnahme), sowie Angaben zur Art des Verbaus

Bauwerk	Bauteil	Anzahl der Bohrpfähle [insgesamt]	Bohrpfahl- durchmesser [cm]	Achsabstand längs / quer	Tiefe [m]	GOK [müNN]	Aushub- sohle [müNN]	mittlerer GW-Stand	konstruierter GW-Stand 1884 [mNN]	Bauwerk / Verbau im Grundwasser	Verbau bauzeitlich/ dauerhaft	Art der Verbauten	Einbinde- tiefe de Verbaus im GW _{Bau} ca. [m] ¹	Einbinde- tiefe des Verbaus im GW _{End} ca. [m] ¹
EÜ Benzengrundweg		-	-	-		~ 101 - 102	100,00	95,8	100,0	nein/(ja)	bauzeitlich und dauerhaft	Trägerbohlwand	(4,3)	(7)
PU West Bf Stadion		-	-	-		~ 108,5	103,05	95,7	99,8	nein/nein	dauerhaft	Spundwand (Gleis)	0	2
PU Ost Bf Stadion		-	-	-		~ 108,5	103,46	95,7	99,8	nein/ja	bauzeitlich und dauerhaft	Spundwand (Gleis)	0	2
Kreuzungsbauwerk Stadion	Rampenbauwerk West	20	120	2,5-3,6 / 2,5-3,6	20	~ 105,2				ja/hein	dauerhaft	Spundwand (Gleis)	0	0
	Stabbogenbrücke	12	120	3,0-3,2 / 3,0-3,2	27	~ 105,22				ja/hein	dauerhaft	Spundwand (Gleis)		
		14		3,6-4,1 / 3,6-4,1	15	~ 108,5 -		95,4-95,9	99,6-100	ja/hein	bauzeitlich	Trägerbohlwand		
	EÜ Gleisdreieck	20	120	3,6-4,1 / 3,6-4,1	10-15	110,0	~ 106,18			ja/hein	dauerhaft	Spundwand (Gleis)		
	EÜ Flughafenstraße Bf-Stadion	25	120	2,5-3,6 / 2,5-3,0	9-15		103,03			ja/hein	dauerhaft	Spundwand (Gleis)		
	Rampenbauwerk Ost	34	120	2,5-3,6 / 2,5-3,0	14-20	~ 104,60				ja/hein	-	-		
PÜ HP Mörfelder Landstraße		-	-	-	-	~ 109,9	~ 107,9	96,8	99,7	nein/ja	bauzeitlich	Trägerbohlwand	(2)	(8)
EÜ Waldstadion und Hp Mörfelder Landstraße		-	-	-	-	~ 109,9	~ 107,9	96,8	99,7	nein/(ja)	bauzeitlich	Trägerbohlwand	(2)	(8)
FÜ Fußweg Waldstadion		-	-	-	-	~ 109,9	~ 107,9	96,8	99,7	nein/(ja)	-	Trägerbohlwand	-	-
EÜ Mörfelder Landstraße		-	-	-	-	~ 106,8	~ 106,60	96,8	100,1	nein/(ja)	bauzeitlich	Trägerbohlwand	(2)	(8)
FÜ Mörfelder Landstraße		-	-	-	-	~ 106,8	~ 106,60	96,8	100,1	nein/(ja)	-	Trägerbohlwand	-	-
EÜ Isenburger Schneise		6	120	- / 2,0-4,25	17	~ 107,6 - 107,9	~ 105,1	99,0	100,5	ja/ja	bauzeitlich und dauerhaft	Spundwand (Gleis) und Trägerbohlwand (Straßenbereich)	(4,5)	(4)
Umbau SÜ Isenburger Schneise (L3317)		-	-	-	-	~ 110,3 - 111,0	~ 109,4	107	101,5	nein/ja	bauzeitlich	Trägerbohlwand	(3)	(3)
Umbau SÜ BAB A3		72	30	0,7-0,9 / 0,7-0,9	6-7,5	~ 113,0 - 113,4	~ 112	97,5	102,0	ja/hein	-	-	-	-
EÜ Bf Neu-Isenburg		-	-	-	-	~ 115,2 - 115,8	~ 110,8	99,9	105,9	nein/nein	bauzeitlich	Trägerbohlwand	0	0
Kreuzungsbauwerk Bf Neu-Isenburg		-	-	-	-	~ 117,0 - 117,7	~ 107,0	99,8	106,2	nein/(ja)	bauzeitlich und dauerhaft	Trägerbohlwand	(8)	(15)

Tabelle 4 Einbindetiefe der Bohrpfähle des Kreuzungsbauwerks Stadion ins Grundwasser

Bauteil	Zahl Bohrpfähle	Ø Bohrpfahl [cm]	Achsabstand längs / quer	Einbindetiefe unter Bauwerk [m]	GOK [müNN]	mittlerer GW-Stand [müNN]	mittl. Einbindetiefe GW [m]	Mächtigkeit gesättigter GWL [m]
Rampe W.	20 - 30	120	2,5-3,6 / 2,5-3,6	15-20			~ 6,5	~ 50
Brücke	12 - 16	120	2,5-3,2 / 2,5-3,2	20-25			~ 10,5	~ 48
EÜ Gleisdr.	8 - 12	120	2,5-3,6 / 2,5-3,6	15-20	~ 110 - 114	~ 96,5 - 97,0	~ 5,5	~ 45
EÜ Flugh.	16 - 24	120	2,5-3,6 / 2,5-3,0	20-25			~ 9,5	~ 42
Rampe O.	34 - 48	120	2,5-3,6 / 2,5-3,0	15-20			~ 6,5	~ 40

6.4 Baustellen, Baustelleneinrichtungsflächen, Baustofflager, Zuwegungen, bauzeitliche Risikominimierung und Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Maßgebend für die Bewertung der Errichtung von Baustelleneinrichtungsflächen, Baustofflagern und Zuwegungen ist die Wasserschutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke (Hessischer Staatsanzeiger 1998) und der Gewinnungsanlagen der Stadtwerke Neu-Isenburg (Hessischer Staatsanzeiger 1989). Weiterhin sind die Auflagen der Hessenwasser zum Arbeiten in Wasserschutzgebieten (Hessenwasser 2016) anzuwenden. Wie in Kap. 4.2 beschrieben, sind im WSG II nach TVO Lager für Baustoffe und Baumaschinen verboten und im WSG III A sowie im WSG II ist nach TVO der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen verboten. Die Ausnahmen von den Verboten werden entsprechend beantragt (Kap. 9).

Im WSG II wird im gesamten PFA Süd 1 auf die Errichtung von Baustelleneinrichtungsflächen verzichtet. Im WSG werden nur Betone nach DVGW-W 347 in das Grundwasser eingebracht (Fußbetonage, Gründungspfähle, Verbauträger). Die Maschinen erfüllen die Anforderungen der Hessenwasser (Hessenwasser 2016) hinsichtlich der Verwendung biologisch schnell abbaubarer Hydrauliköle und Schmiermittel. Bei langen Standzeiten werden Geräte aus dem WSG II entfernt.

Die Lage der Baustelleneinrichtungsflächen sowie der Zufahrtswege können dem Erläuterungsbericht zu den Planfeststellungsunterlagen PFA Süd 1 entnommen werden.

Wie in Kap. 6.3 beschrieben werden die Baugruben im WSG II im Regelfall durch eine geeignete Folie oder ähnliches abgedichtet, welche seitlich aufgekantet wird. Das hier anfallende Oberflächenwasser wird gesammelt und entsorgt. Dieses gilt auch für Betankungsflächen im WSG III

A. Hierdurch wird das Risiko einer schädlichen Bodenverunreinigung nochmals minimiert. Nur zur Herstellung des Bf Stadion ist aufgrund der geringen Einwirkungen keine Foliensicherung vorgesehen.

Zur Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit der Abdichtungs- und Entwässerungsanlagen werden diese nach den Vorgaben der RiStWag vierteljährlich kontrolliert. Ebenfalls wird ein Alarmplan erstellt, welcher das Vorgehen und die Alarmierungskette bei Eintritt des Schadensfalls beschreibt.

Im WSG ist ab der Zone III A der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen verboten. Im WSG III A und im WSG II 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. Anlagen der Gefährdungsstufe D sind nicht vorgesehen.

Nach §62 WHG müssen Anlagen in Wasserschutzgebieten, welche wassergefährdende Stoffe beinhalten, so beschaffen sein und so errichtet, unterhalten, betrieben und stillgelegt werden, dass eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern nicht zu besorgen ist. Je nach Wassergefährdungsklasse, Volumen und Wasserschutzgebietszone sind hierbei verschiedene Auflagen an Sicherungsmaßnahmen und Wartungsintervalle zu beachten, welche u.a. in der AwSV (2017) geregelt werden. Beispielsweise sind für einen Stoff der Wassergefährdungsklasse 3 mit einem Volumen von $<0,22 \text{ m}^3$ zur Verwendung in oberirdischen Anlagen Prüfungen vor Inbetriebnahme oder nach einer wesentlichen Änderung und bei Stilllegung sowie wiederkehrende Prüfungen in Abständen von 5 Jahren vorgesehen, bei unterirdischen Anlagen reduzieren sich die Prüfungen auf Abstände von 30 Monaten.

Bodenaushub der Einbauklasse $>Z1.1$ ist als wassergefährdend einzustufen und wird daher im WSG II unmittelbar nach Aushub abtransportiert. Außerhalb dieses Bereiches wird Boden $>Z1.1$ durch unter- und überlagernde Folien gesichert, das weitere Vorgehen wird mit der zuständigen Behörde abgestimmt. Wassergefährdende Feststoffe werden generell auf gedichteten Flächen gelagert und vor Niederschlagswasser geschützt.

Risikominimierung im Bereich Sportfeld

Im Streckenverlauf liegen die westlichen Brunnen des WW Goldstein und die östlichen Brunnen des WW Oberforsthaus in unmittelbarer Nähe zur Neubaustrecke. Hier befindet sich das Kreuzungsbauwerk mit seinem westlichen und östlichen Rampenbauwerk.

Bei Zuwegungen im WSG II an die Baustellen wird der Einsatz von Baustellenfahrzeugen durch logistische Maßnahmen minimiert, weiterhin werden die Baustraßen in den sensiblen Bereichen nördlich der Gleisanlagen im Bereich Stadion im WSG II besonders gesichert. Um im Falle des

Austritts wassergefährdender Stoffe, wie z.B. Treibstoff von einem Tankfahrzeug oder Löschwasser, diese aufzufangen und zu entsorgen oder kontrolliert aus dem Nahbereich der Brunnen ableiten zu können, werden die Baustraßen im Bereich Stadion asphaltiert und mit seitlichen Aufkantungen versehen. Abfließendes Niederschlagswasser wird gesammelt und abgefahren oder aus dem Nahbereich der Brunnen herausgeleitet. Die Straßen werden in Anlehnung an die Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS-Ew) sowie der Richtlinie für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag) ausgeführt. Vorzugsweise werden mehrere kleine Fahrzeuge als wenige größere Fahrzeuge eingesetzt, um das Kraftstoffvolumen und damit das Risiko eines Kraftstoffaustritts herabzusetzen. Sofern das Niederschlagswasser abgeleitet wird, wird die Straßenentwässerung mit Schiebern oder anderen Sperreinrichtungen versehen, um im Falle von abfließenden Flüssigkeiten, wie z.B. Löschwasser, diese durch die abgedichteten Flächen und Kanalvolumen auffangen zu können.

Baustelleneinrichtungsflächen sind nur in brunnenferneren Bereichen (bei Bahnhof Stadion und im Gleisdreieck) geplant. Aufgrund der Nähe zu den Gewinnungsbrunnen werden die Baustellen des westlichen und östlichen Rampenbauwerks mit einer Abdichtung ausgestattet, welche einen Eintrag von unvorhergesehen austretenden Stoffen in den Untergrund verhindert (s. Kap. 6.3). Die Arbeiten zur Untergrundabdichtung werden daher schnellstmöglich und fortlaufend durchgeführt, wodurch das Risiko eines unvorhergesehenen Schadstoffaustrages minimiert wird.

Da sich das westliche und das östliche Rampenbauwerk teilweise im WGS II befinden oder in unmittelbarer Nähe hierzu, wird das maximale Betankungsvolumen der Baufahrzeuge und –geräte bei diesen Baustellen auf die Menge beschränkt, welche an einem Tag verbraucht wird. Eine Betankung findet im WSG II nicht oder nur mit besonderen Sicherungsmaßnahmen statt. Hierzu wird durch Unterlage einer Folie oder Wanne bei der Betankung das Risiko einer Bodenverunreinigung minimiert. Weiterhin werden geeignete Werkzeuge zur Entfernung eines Schadens vorgehalten. Dabei wird die Betankung morgens vorgenommen, wodurch der Großteil des Betriebsmittels bis zum Ende des Arbeitstages verbraucht wird und ein unbemerkter Austritt von größeren Betriebsmittelmengen ausgeschlossen werden kann. Bei unvorhergesehenen Ereignissen während des Einsatzes der Baustellenfahrzeuge und –geräte werden Auffangwannen, Bindemittel und Schaufeln sowie Bagger vorgehalten, womit unvorhergesehen austretende Stoffe wirksam aufgefangen und abtransportiert werden können, weiterhin werden nur Bagger eingesetzt, welche mit schnell biologisch abbaubaren Hydraulikölen und Schmiermitteln betrieben werden.

Das Risiko eines Eintrages von Schadstoffen in den Untergrund durch Betriebsmittel beschränkt sich demnach bei Einhaltung der o.g. Sicherheitsmaßnahmen auf die Volumina einer Tagesmenge Betriebsmittel und den Zeitraum vor Herstellung der Untergrundabdichtung. Diese Volumina können durch die vor Ort vorgehaltenen Bindemittel und Geräte aufgefangen werden. Im Falle einer Versickerung in den Untergrund stehen an der Baustelle Bagger zur Verfügung, um einen unmittelbaren Bodenaustausch vorzunehmen. Aufgrund der Grundwasserüberdeckung von >10 m kann ein direkter Durchbruch von austretenden Betriebsmitteln bis in das

Grundwasser ausgeschlossen werden. Der unbemerkte Austritt mit Versickerung in den Untergrund wird durch das nächtliche Abstellen der Baufahrzeuge auf gesicherter Fläche verhindert.

Durch die o.g. Maßnahmen kann eine Gefährdung des Grundwassers wirksam verhindert werden. Eine zwingende Erfordernis zur Bereitstellung eines Ersatzwasserbrunnens aus Abhängigkeiten von den DB-Baumaßnahmen am Bahnhof Stadion zu den Bautätigkeiten der RTW, auch vor dem Hintergrund der nun geplanten Überführung statt des ehemals geplanten Tunnelbauwerkes, wird somit nicht gesehen.

6.5 Verbringung des bauzeitlich anfallenden Wassers

Im Rahmen der Baumaßnahmen für die RTW ist im PFA Süd 1 keine bauzeitliche Grundwasserhaltung erforderlich. Das beim Betonieren der Bohrpfähle und ggf. bei den Ankerarbeiten verdrängte Grundwasser wird aufgefangen und entsorgt. In gleicher Weise wird mit dem Niederschlagswasser verfahren, welches auf den abgedichteten Baustellen im WSG II anfällt.

7 Grundwassermonitoring und Beweissicherung

Das Grundwassermonitoring im PFA Süd 1 dient zur Überwachung der bauzeitlichen Auswirkungen des Vorhabens auf die Grundwasserqualität. Eine Überwachung der Grundwasserstände entfällt, da die Aufstauwirkung der Tiefgründungen zu vernachlässigen ist (siehe Kapitel 6.3). 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. Tabelle 5).

Ein bauzeitliches Grundwassermonitoring (inkl. der Basisaufnahme) erfolgt an allen Bauwerken, welche aufgrund des Umfanges der Baumaßnahmen eine besondere Rolle einnehmen. Dies betrifft im PFA Süd 1 folgende Bauwerke:

- EÜ Benzengrundweg
- Bahnhof Stadion
- Kreuzungsbauwerk Stadion
- EÜ Mörfelder Landstraße

Die Auswirkungen der Baumaßnahmen Benzengrundweg bis EÜ Mörfelder Landstraße auf die Grundwasserqualität werden an bestehenden, u.g. Grundwassermessstellen der Hessenwasser, welche im Zuge des Qualitätsmonitorings der Wasserwerke errichtet wurden, überwacht. Weiterhin wird eine stillgelegte Messstelle der Stadt Frankfurt bei Eignung reaktiviert oder durch eine Ersatzmessstelle ersetzt. Die Gewinnungsbrunnen und mehrere Überwachungsmessstellen der Wasserwerke Oberforsthaus und Goldstein befinden sich unmittelbar abstromig der Baumaßnahmen. Überwacht werden die Messstellen SFR-00-GX0070, HW-35-G01690, HW-35-G03090, HW-36-G04430 und HW-36-G04510. Als Kontrollmessstelle werden im Zustrom der Baumaßnahmen die Messstellen HW-35-G04940 sowie HW-36-G03080 überwacht. Ein Lageplan der überwachten Messstellen ist in der **Anlage 18.10** dargestellt.

An allen Monitoringmessstellen erfolgt bis spätestens 3 Monate vor Baubeginn eine Basisaufnahme 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 Qualitätsmonitorings wurde aus den Parametern der Grundwasserverordnung (GrwV 2010) sowie zusätzlich aus relevanten Parametern der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV 2016) zusammengestellt. Da bei der RTW keine Herbizide eingesetzt werden, wird auf deren Analyse verzichtet. 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	

Ein Bericht zu den Untersuchungsergebnissen der Basisaufnahme wird der Behörde spätestens 1 Monat vor Baubeginn zugesandt.

Das bauzeitliche Grundwassermonitoring zielt darauf ab, mögliche Veränderungen der Grundwasserqualität in Folge der Bautätigkeiten an der RTW zu erkennen. Dazu wird während der Bauphase und einer dreimonatigen Vorlaufzeit wöchentlich an allen Grundwassermessstellen der pH-Wert und die Leitfähigkeit überwacht und protokolliert.

Das Wasserwerk Goldstein befindet sich im Abstrom der Baumaßnahmen EÜ Benzengrundweg, Bf. Sportfeld mit seinen Unterführungen und dem Kreuzungsbauwerk. Einen Grundwassereingriff besitzen die bei allen Bauwerken verwendeten Verbauträger sowie die Bohrpfahlgründungen des Kreuzungsbauwerkes. Da das Wasserwerk Oberforstheim derzeit betriebsbereit gehalten wird, wird aus Vorsorgegründen ebenfalls der Abstrom der Überführung Mörfelder Landstraße überwacht. Die Beprobung erfolgt an allen Beobachtungsmessstellen (SFR-00-GX0070, HW-36-G03090, HW-35-G01680, HW-36-G04430, HW-36-G04510 und HW-35-G04940, HW-35-G01690) in monatlichen Intervallen. Sollten die Förderbrunnen stillgelegt werden, so können die Beprobungen der Messstellen HW-35-G04940 und HW-35-G01690 auf vierteljährliche Intervalle ausgedehnt werden.

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

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 endet nach einer Übergangsphase 2 Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten.

8 Vorhabenübergreifende Risikobetrachtung

Die technischen Randbedingungen der vorhabenübergreifenden Risikobetrachtung sind identisch mit den Unterlagen zum DB-Vorhaben Umbau Knoten Sportfeld, 2. Ausbaustufe, 2. Planänderung (BGS-Umwelt 2019)

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.

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 Schüßler Plan / Grontmij / BGS 2011). Die nachfolgenden Ausführungen stimmen mit dem Stand der Planungen aus dem Frühjahr 2017 überein.

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 geeigneten Planum angeordneten Kunststoffdichtungsbahn der Tiefenentwässerung zugeführt und mittels zweier Querschläge einer ca. 285 m langen Sickermulde, die außerhalb der Schutzzone II südlich der Strecke 3520 angeordnet ist, zugeführt und über die belebte Bodenzone 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 belebte Bodenzone 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 Sickermulden zugeführt und über die belebte Bodenzone 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 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 werden ab Bau-km 1,96 der S-Bahn-Strecke wasserdichte Baugrubenumschließungen eingerichtet. Die Gesamtmenge des zu fördernden Grundwassers (Lenz- und Leckagewasser) wird auf ca. 650.000 m³ geschätzt. Das

auseitig gelenzte Wasser wird 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. Gegebenenfalls kann eine Stützinfiltration mit aufbereitetem Mainwasser erfolgen.

Es ist bis zum östlichen Tunnelportal keine Grundwasserhaltung erforderlich.

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

Der aktuell zwischen dem Bahnhof Frankfurt(M)-Stadion und dem Regionalbahnhof Flughafen betriebene Streckenabschnitt der Strecke 3683 wird 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 Wasserschutzgebietszone (WSG) IIIA der Stadtwaldwasserwerke. Der Ausbauabschnitt der von Osten kommenden Strecke 3624 liegt im Bereich des Wasserwerks (WW) 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 Wasserschutzgebiets 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 KrBw Gleisdreieck mit Kunststoffdichtungsbahnen 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 Wasserschutzgebiets.

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 Sickermulden (bahnbegleitende Versickerungsgräben) eingesetzt. Durch die konstruktive Gestaltung ist sichergestellt, dass von den Gleisanlagen abfließendes Niederschlagswasser vollständig über die belebte Bodenzone 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 abgedeckt und begrünt. Allen neu anzulegenden Versickerbecken werden Absetzbecken mit einer wasserundurchlässigen Sohle vorgeschaltet.

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-, Personennah- (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 Wasserwerks 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 einer 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 Vorhaben der DB Netze nicht gegeben.

Der mit Abstand größte bauzeitliche Eingriff in das Grundwasser erfolgt 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 liegt die Baugrube teilweise im Grundwasser. In Folge der Restdurchlässigkeit des wasserdichten Verbaus und des Lenzens der Baugrube werden Grundwasserentnahmen erforderlich. Durch die abschnittsweise Herstellung werden 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 ist 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 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 18.11**). Bei der Gefährdungsanalyse und der Risikoabschätzung werden die in Kapitel 8.1 beschriebenen, innerhalb des Einzugsgebietes liegenden Baumaßnahmen der DB zusammen mit der RTW berücksichtigt. 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 richten sich nach dem Bewirtschaftungskonzept mit 11,3 Mio. m³/a Entnahmen und 4,1 Mio. m³/a Infiltration an den WWen Goldstein, Schwanheim und Hinkelstein. 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.

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 I**) 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.



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 Wasserschutzgebiet festgesetzt. Die Stadtwaldwasserwerke haben u.a. auf Grund ihrer Leistungsfähigkeit eine herausragende Bedeutung bei der Sicherstellung der Wasserversorgung im Versorgungsbereich Frankfurt (große Schutzwürdigkeit). Das WSG II im Bereich der WWe Goldstein und Oberforsthaus schließt auch die im Oberstrom angeordneten Infiltrationsanlagen ein (s. Anlage 18.1). 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 vor allem auf die Grundwasserbewirtschaftung im Bereich des WW Hinkelstein aus. Das Wasserwerk 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 II der Stadtwaldwasserwerke keine Herbizide eingesetzt. Ebenso ist auf allen RTW-Neubaustrecken der Einsatz von Herbiziden nicht vorgesehen.

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 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 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 – 2024
Knoten Sportfeld 3. Baustufe	2023 – 2027
NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar	2023 – 2027
RTW	2020 - 2022

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.
- Herbizide 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
Herbizide	Gezielte Ausbringung	Anzahl und Länge der zu behandelnden Gleise

8.3.4.2 Eintragssituation

Die Eintragssituation im Ist-Zustand wird in **Anlage 18.12.1 – Anlage 18.12.5** dargestellt. Anlage 18.12.1 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 18.12.1 der Belastungsschwerpunkt Bahnhof Stadion mit den meisten Zugbewegungen pro Tag zu erkennen. Hier verkehren im aktuellen Zustand ca. 650 Züge. 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 18.12.2). 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 18.12.3 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 18.12.4 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 18.12.5 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 Eintragungsschwerpunkte für Kohlenwasserstoffe im Untersuchungsgebiet aus den großen Weichenfeldern an den Bahnhöfen oder Streckenabschnitten mit vielen Weichen. Die Anzahl der Weichen wurde 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 Eintragungsmengen 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.

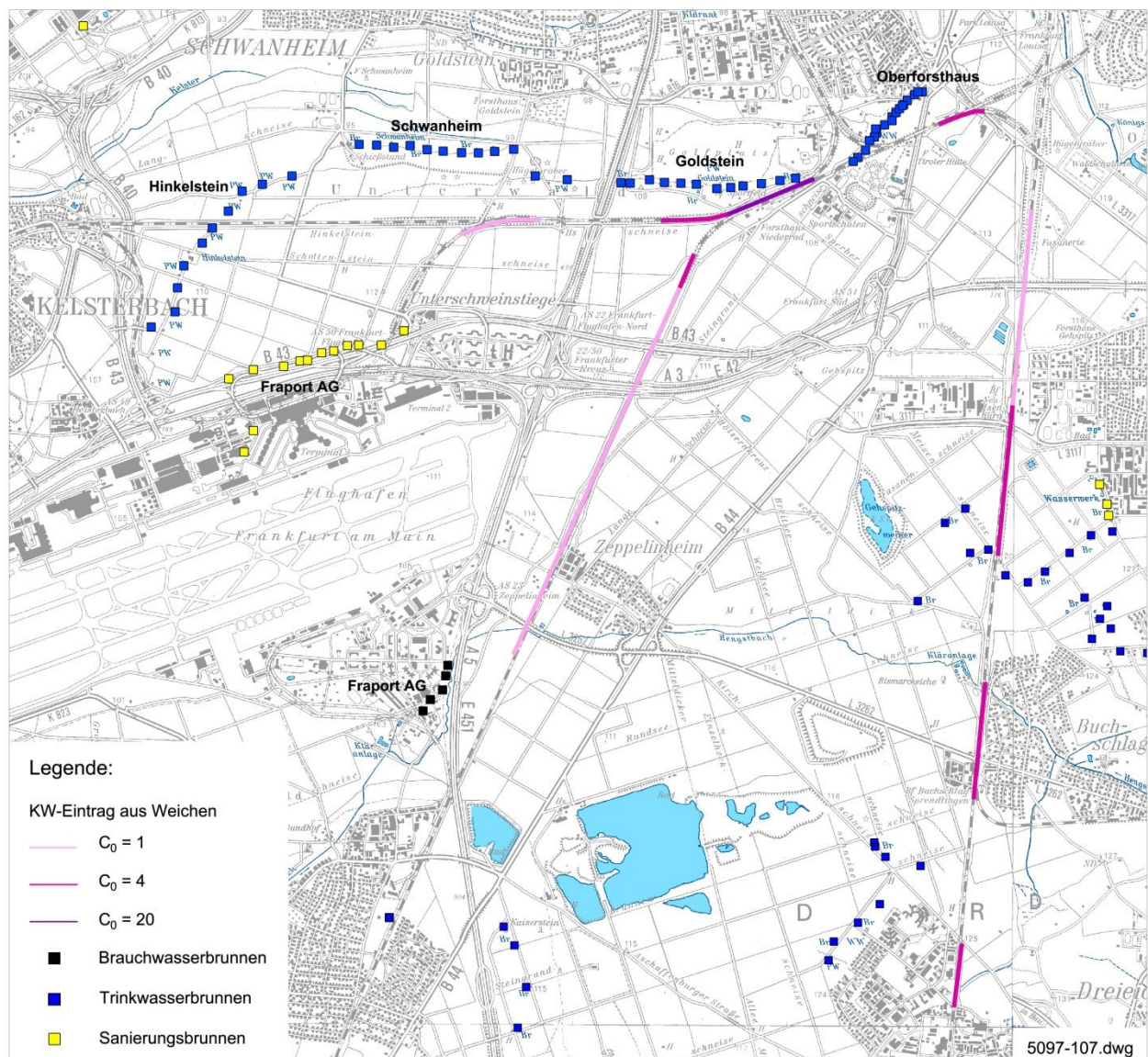


Abbildung 2 Belastungsschwerpunkte des Kohlenwasserstoffeintrags aus Weichenfeldern im Istzustand

8.3.4.3 Strömungs- und Transportmodellierung Ist-Zustand

Die Strömungs- und Transportmodellierung erfolgte mit dem in **Anhang I** 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 Spannbreite der Eintragswerte von 0 – 50 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 für den Ist-Zustand in Anlage 18.12.2, Anlage 18.12.4 und Anlage 18.12.5 dargestellt.

Tabelle 10 Normierte Eintragswerte der Schadstoffgruppen zur Bestimmung einer Belastungskonzentration

Schadstoff	Indikator	Normierung	Theoretische Spannbreite der Eintragswerte
Herbizide	Gleislänge	1 Gleis = 1	0 – 8
Schwermetalle	Zugzahlen	40 Züge = 1	0 – 30
Kohlenwasserstoffe	Zugzahlen und Weichen	40 Züge = 1 (Grundbelastung) + Zusatzbelastung aus Weichen: 0 - 20	0 - 50

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 in Kapitel 8.3.4.2 nach EAWAG 2005 angegeben.

Die Schadstofffrachten wurden anhand der Auswertungen der jeweiligen Indikatoren wie in den Anlagen 18.12.2, 18.12.4 und 18.12.5 dargestellt entlang der Bahnstrecken im Modell implementiert. Um einen stationären Ist-Zustand der Schadstoff-Konzentrationen in den Brunnen der WW 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 WW Goldstein, Schwanheim und Hinkelstein für die Leitsubstanzen zur Ermittlung des Ausgangszustandes (Ist-Zustand). Hier wurde unter den oben beschriebenen Eintragsbedingungen (Tabelle 10 bzw. Anlage 18.12.2, Anlagen 18.12.4, Anlage 18.12.5) 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 Wasserwerk 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 WW 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 WW 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.

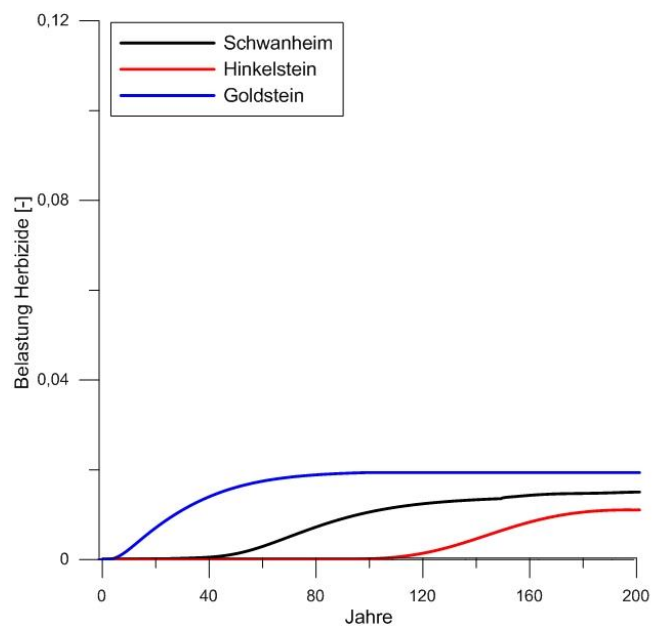


Abbildung 3 Durchbruchkurven des Modellaufs mit normiertem Herbizideintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim zur Bestimmung der Ist-Belastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 8)

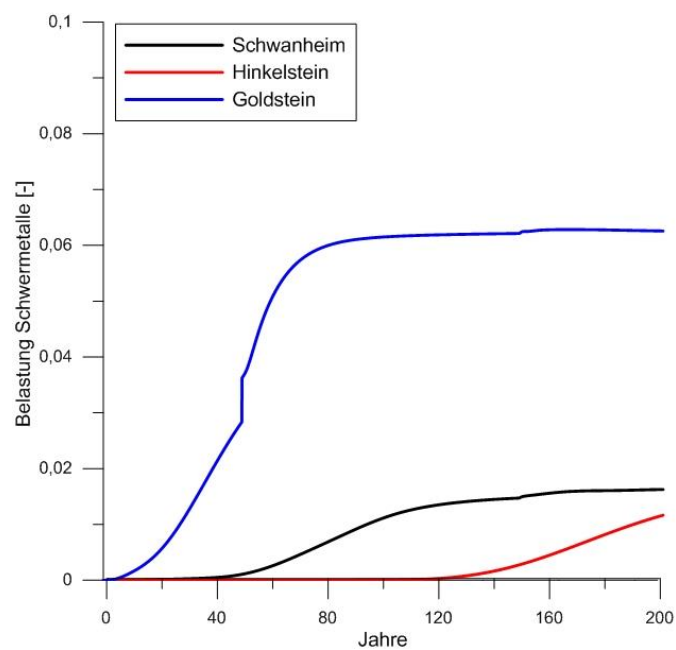


Abbildung 4 Durchbruchkurven des Modellaufs mit normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim zur Bestimmung der Ist-Belastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 16)

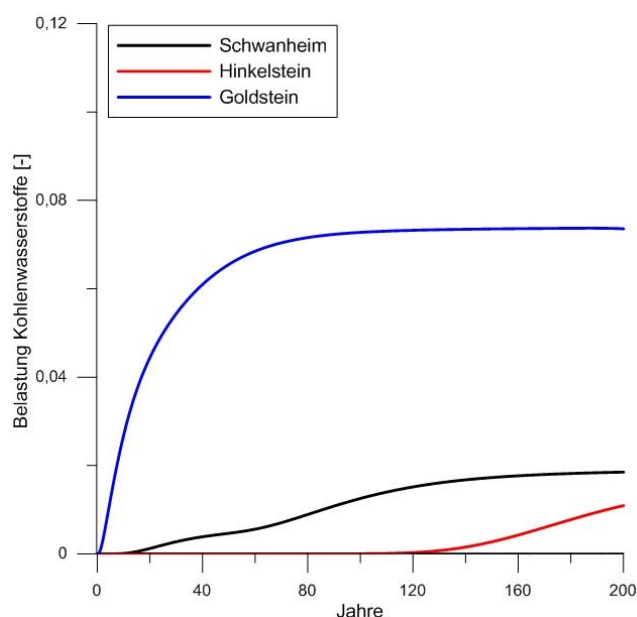


Abbildung 5 Durchbruchkurven des Modellaufs mit normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim zur Bestimmung der Ist-Belastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 36)

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 18.13.1 – Anlage 18.13.4 stellen die Eintragungssituationen im Plan-Zustand dar. Auf fast allen Strecken resultiert im Prognosezustand 2025 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 18.13.2). Der Herbizideintrag ist dagegen von der Anzahl der neu zu behandelnden Gleise abhängig (Anlage 18.13.3). 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 18.13.3 entlang der ICE-Neubaustrecke der Herbizideintragswert gegenüber dem Ist-Zustand. Auf allen Neubaustrecken der RTW 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 18.13.4). 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: $C_0' = C_0 \cdot (\text{Weichenzahl}_{\text{neu}} / \text{Weichenzahl}_{\text{alt}})$
Herbizide	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 (Anlage 18.13.1 - Anlage 18.13.4).

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 Wasserwerks Schwanheim gingen die Belastungswerte mit den simulierten Eintragswerten aufgrund der veränderten Lage der Flughafenzuführung (S-Bahn Gateway Gardens) zurück.

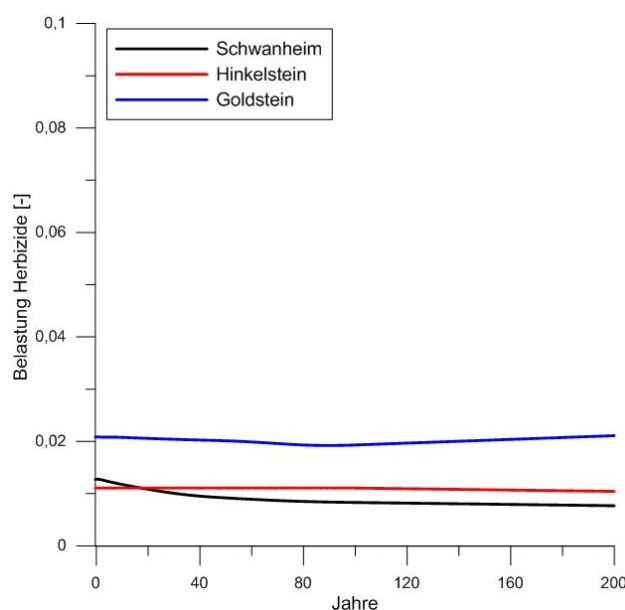


Abbildung 6 Belastungswerte aus normiertem Herbizideintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 8)

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 WW Schwanheim unterschiedliche Konzentrationsverläufe. Insgesamt gehen auch hier die Konzentrationen im Planzustand zunächst zurück. Aufgrund der Erhöhung der Zugzahlen der ICE-Neubaustrecke in Richtung Zeppelinheim steigen die Konzentrationen nach entsprechenden Fließzeiten (vgl. Abbildung 1) wieder an.

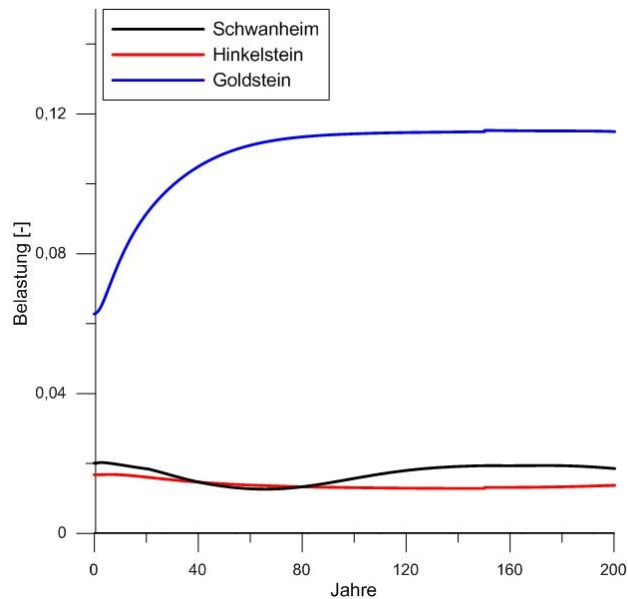


Abbildung 7 Belastungswerte aus normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 26)

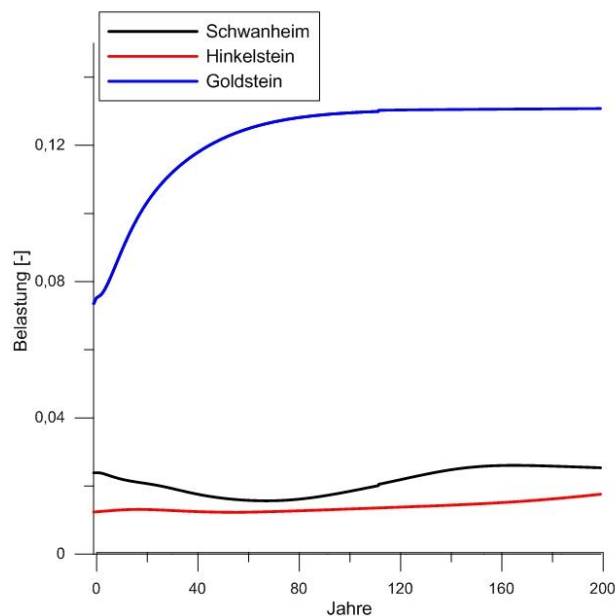


Abbildung 8 Belastungswerte aus normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung und der Bauphase (Spanne der Eintragswerte: 0 - 46)

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 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 Mulden 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 wird neben der Zone II auch im Brunnennahbereich in der Zone IIIA das im Streckenbereich abfließende Niederschlagswasser gesammelt und aus dem Nahbereich 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 (Umbau Knoten Sportfeld, 2. BS). 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. 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 Wasserschutzgebieten 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 Wasserschutzgebiets/Einzugsgebiets 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 ei-

- nem Wasserschutzgebiet nicht mehr genügt. Wie oben ausgeführt, wird das Entwässerungswasser über eine Dichtungsbahn in die trassenbegleitenden Mulden geführt und dort über die belebte Bodenzone versickert. Damit wird der Grundwasserschutz in dem vom Umbau des Vorhabens S-Bahnanbindung Gateway Gardens betroffenen Abschnitt entlang des Wasserwerks Goldstein und des Wasserwerks Schwanheim deutlich verbessert.
- In den betrachteten DB-Vorhaben und der RTW wird auf allen Neubaustrecken in den Zonen II und IIIA des Wasserschutzgebiets eine präferentielle Verlagerung in der ungesättigten Bodenzone ohne Passage der belebten Bodenzone 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 Stoffeintragssituation 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 neu gebauten Sickerbecken am Abzweig Forsthaus und bei Neu-Isenburg (s. Anlage 18.11).

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 abgedichteten Streckenabschnitte ist der **Anlage 18.14.1** zu entnehmen, die das vorgesehene Entwässerungskonzept der RTW sowie der betrachteten DB-Vorhaben zeigt.

Durch die Schutzmaßnahmen ergeben sich die in **Anlage 18.14.2 - Anlage 18.14.4** dargestellten veränderten Eintragskonzentrationen im Planzustand mit Maßnahmen.

Bei den Schwermetallen (Anlage 18.14.2) zeigen sich wegen der Gleisabdichtungen im Bahnhof Stadion geringere Eintragswerte in die Bodenzone als im Istzustand (Anlage 18.12.2). Die Zunahme des Zugbetriebs im Planzustand um ca. 400 Züge täglich wird dadurch kompensiert, dass die Strecken des Vorhabens Umbau Knoten Sportfeld 2. Baustufe und die RTW-Neubautrasse über die WSG-Zone II hinaus innerhalb des gesamten Nahbereiches der Brunnen Oberforsthaus und Goldstein soweit abgedichtet werden. Die auf diesen Gleisen verkehrenden Züge verursachen daher im Nahbereich der Brunnen 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.

Anlage 18.14.3 zeigt die Eintragssituation für Herbizide. Diese bleibt außerhalb der betrachteten Vorhaben unverändert, verbessert sich aber im Bereich des Bahnhofs Stadion gegenüber dem Istzustand (Anlage 18.12.4). Ebenso erfolgt auf der RTW-Neubaustrecken kein Herbizideinsatz. Beim Vorhaben Umbau Knoten Stadion, 3. Ausbaustufe, wird von einem Anwendungsverzicht in der WSG-Zone II ausgegangen.

Auch bei den Kohlenwasserstoffen (Anlage 18.14.4) ergeben sich am Bahnhof Stadion wegen der Gleisabdichtungen (s.o.) im Planzustand mit Maßnahmen geringere Emissionswerte als im Istzustand (Anlage 18.12.5). 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 BAB 3 ausgeleitet, die sich im 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 verminder-

ten Konzentrationen zu rechnen, da die Behandlung in der ungesättigten Bodenzone in den Modellrechnungen zum Planzustand mit Maßnahmen in Kap. 8.3.5.2 unberücksichtigt bleibt. Beispielsweise wird nach Nadler und Meissner (2009) und Sommer (2007) bei einer Passage der belebten Bodenzone eine Frachtminderung bei Schwermetallen und Mineralölkohlenwasserstoffen von ca. 77 – 87 % erreicht. Im Bereich der Strecke Gateway Gardens wird beispielsweise der gesamte S-Bahn-Verkehr sowie die RTW mit insgesamt ca. 400 Zügen täglich über neue Strecken geleitet werden, die über eine geregelte Ableitung des Entwässerungswassers mit Versickerung über die belebte Bodenzone 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 18.14.2 - Anlage 18.14.4).

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 hinweg eine nahezu konstante (Brunnen Goldstein) bzw. gegenüber dem Istzustand leicht sinkende stofflichen Belastung (Brunnen Hinkelstein und Schwanheim) 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 fernerer Brunneneinzugsgebiet 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.

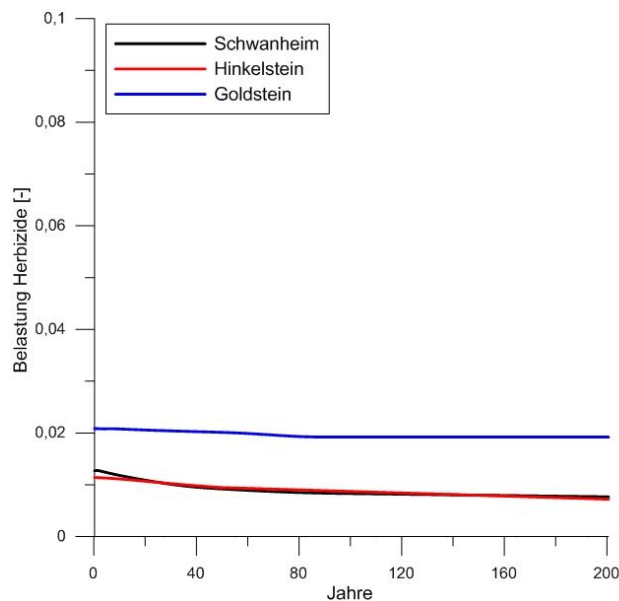


Abbildung 9 Belastungswerte aus normiertem Herbizideintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 8)

Bei der Simulation der Schwermetalle und der Kohlenwasserstoffe zeigte sich durch die eingesetzten Maßnahmen zur Risikobeherrschung an den Brunnen des WW 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 WW 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.

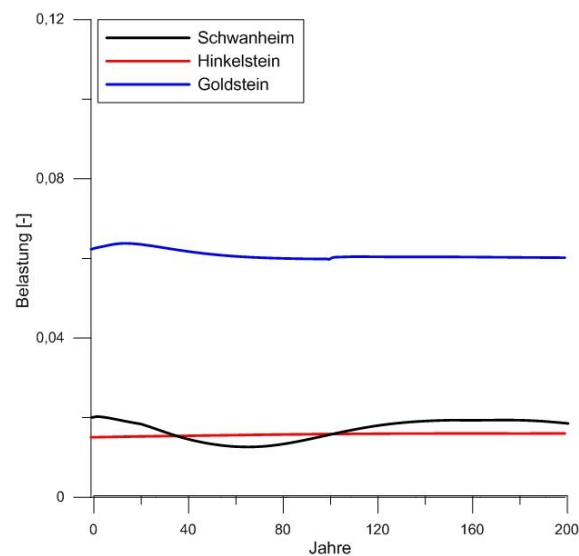


Abbildung 10 Belastungswerte aus normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 15)

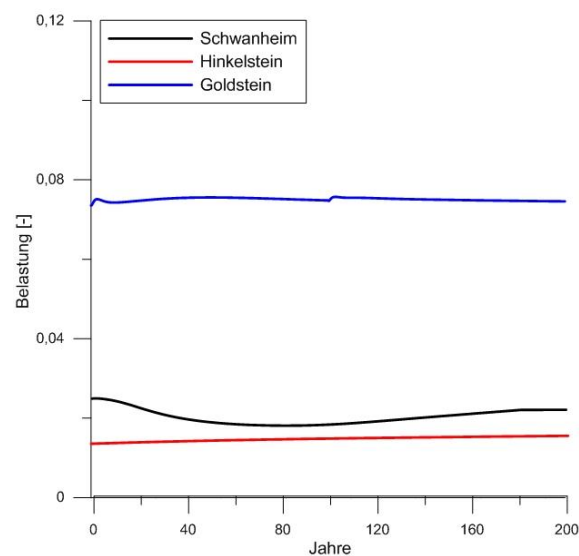


Abbildung 11 Belastungswerte aus normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung (Spanne der Eintragswerte: 0 - 30)

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 (s. Kapitel 8.3.4.1). Speziell an der Strecke Gateway Gardens wird sich die Ent-

wässerungssituation aber dahingehend deutlich verändern, dass das Entwässerungswasser nicht mehr direkt durch den Gleiskörper versickern kann, sondern in bahnbegleitende Mulden abgeleitet und dort über die belebte Bodenzone 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 WW Goldstein. An den Brunnen der WWe Hinkelstein und Schwanheim ist aufgrund ihrer Lage zur Strecke Gateway Gardens nur eine minimale Verminderung der Belastung zu sehen (Abbildung 12 und Abbildung 13). Die in den Transportberechnungen berücksichtigte Schadstoffreduktion um 50% ist bei der Passage der belebten Bodenzone aus geeigneten Substraten als konservative Abschätzung zu sehen. Nach Angaben aus der Fachliteraturangaben (u.a. Nadler und Meissner 2009, Sommer 2007) wird bei Schwermetallen und Mineralölkohlenwasserstoffen bei einer Passage der belebten Bodenzone geeigneter Substrate eine Frachtminderung > 75 % erreicht (s. Kapitel 8.3.5.1).

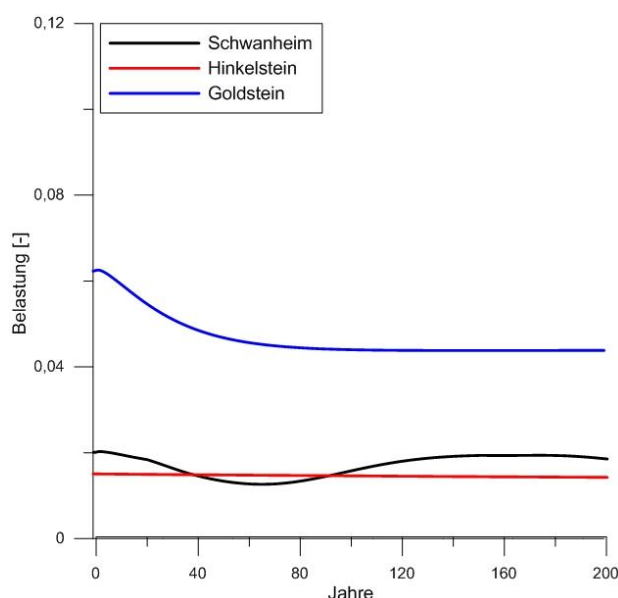


Abbildung 12 Belastungswerte aus normiertem Schwermetalleintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung und einer Reinigungswirkung bei der Bodenpassage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

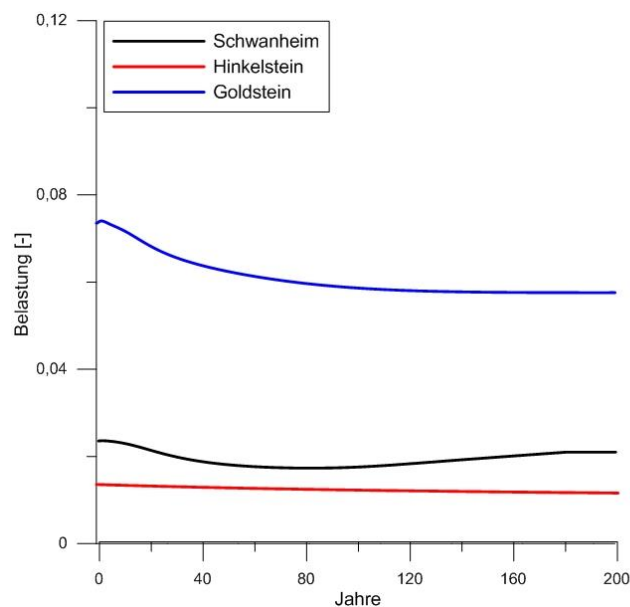


Abbildung 13 Belastungswerte aus normiertem Kohlenwasserstoffeintrag an Brunnen der WWe Goldstein, Hinkelstein und Schwanheim entsprechend dem Planzustand mit Maßnahmen zur Risikobeherrschung unter Berücksichtigung der im Ist-Zustand bestimmten Eingangsbelastung und einer Reinigungswirkung bei der Bodenpassage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

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. Derartige Entwicklungen fanden jedoch keinen Eingang in die vorhabenübergreifende Risikobetrachtung.

9 Wasserrechtliche Antragsgegenstände

Nachfolgend sind die wasserrechtlichen Antragsgegenstände genannt, die im Zuge der Planfeststellung nach § 18 AEG bei den zuständigen Behörden beantragt werden müssen.

9.1 Benutzung von Gewässern

9.1.1 Erlaubnis zur Versickerung von gesammelten Niederschlagswasser in Sickerbecken

Es wird nach § 8 (1) und § 9 (1) WHG in Verbindung mit § 57 (1) WHG die Erlaubnis beantragt, das gesammelte Niederschlagswasser folgender Streckenabschnitte in Versickerungsbecken oder in Sickerschächten (aus dem gedichteten Bahnseitengraben nach Passage der belebten Bodenzonen) zu versickern und damit in das Grundwasser einzuleiten. Das Wasser fällt vornehmlich in den WSG II und IIIA, Nahbereich an und wird zum Zwecke des Risikoschutzes aus diesen Bereichen ausgeleitet. Die Versickerungsanlagen werden gemäß DWA-M 153 und nach DWA-A 138 geplant und bemessen. Zur Behandlung des Niederschlagswassers wird in den Versickerungsanlagen ein ausreichend mächtiger, qualifizierter Oberboden hergestellt, durch welchen die Versickerung erfolgt. In den Bahnseitengräben wird vor der Ableitung in die Sickerbecken eine 20 cm mächtige Oberbodenschicht hergestellt. Details zu den Sickereinrichtungen können dem Kapitel 5 entnommen werden.

- Gesammeltes Niederschlagswasser des Bahnhof Stadion und seiner Personenunterführungen (Bauwerks-Nr. 401, 402, 200 und 201) und der RTW-Trasse vom Bau-km -0,46 bis 0,61 in einem Sickerbecken der DB (Adolf-Miersch-Str.),
- Gesammeltes Niederschlagswasser der freien Strecke und der EÜ Isenburger Schneise (Bauwerks-Nr. 411) im Abschnitt Mörfelder Landstraße bis Isenburger Schneise vom Bau-km 1,54 bis 2,19 in einem neu zu errichtenden Sickerbecken (Forsthauskurve),
- Gesammeltes Niederschlagswasser des Kreuzungsbauwerk Neu-Isenburg (Bauwerks-Nr. 416) vom Bau-km 5,25 bis 5,63 in einem neu zu errichtenden Sickerbecken.

9.1.2 Erlaubnis zur Versickerung des Niederschlagswassers im Bahnseitengraben/Sickermulde

Es wird nach § 8 (1) und § 9 (1) WHG in Verbindung mit § 57 (1) WHG die Erlaubnis beantragt, das gesammelte Niederschlagswasser folgender Streckenabschnitte im Bahnseitengraben oder in Sickermulden zu versickern. Die Streckenabschnitte befinden sich im äußeren Bereich der WSG IIIA mit einer Fließzeit zu den Trinkwasserbrunnen von mehr als einem Jahr. Zur Behandlung des Niederschlagswassers wird ein wenigstens 30 cm mächtiger, qualifizierter Oberboden hergestellt, durch welchen die Versickerung erfolgt. Details zu den Sickereinrichtungen können dem Kapitel 5 entnommen werden.

- Gesammeltes Niederschlagswasser der freien Strecke im Abschnitt Isenburger Schneise vom Bau-km 2,19 bis 4,93,
- Gesammeltes Niederschlagswasser des Abzweiges Neu-Isenburg bzw. Dreieich im Abschnitt Kreuzungsbauwerk Neu-Isenburg vom Bau-km 5,63 bis 5,95,
- Gesammeltes Niederschlagswasser der Station Neu-Isenburg (Bauwerks-Nr. 204 und 205) im Bahnseitengraben östlich der Neubaustrecke.
-

9.1.3 Erlaubnis zum Einbringen von Stoffen in das Grundwasser

Es wird nach § 8 (1) und § 9 (1) WHG die Erlaubnis beantragt, Groß- und Mikrobohrpfähle zur Gründung folgender Bauwerke in das Grundwasser einzubringen:

- Kreuzungsbauwerk Stadion (Bauwerks-Nr. 403-407),
- EÜ Isenburger Schneise (Nr. 411),
- Umbau SÜ BAB 3 (Nr. 414).

Einzelheiten zu dem Bauwerk und den Einbindetiefen der Großbohrpfähle sind dem Kapitel 6 zu entnehmen.

Es wird nach § 8 (1) und § 9 (1) WHG die Erlaubnis beantragt, temporär während der Bauphase Verbauträger/Fußbetonage in das Grundwasser einzubringen:

- EÜ Benzengrundweg (Nr. 400),
- PU Ost Bahnhof Stadion (Nr. 402),
- Kreuzungsbauwerk Stadion (Nr. 403-407),
- EÜ Waldstadion (Nr. 408),
- FÜ Fußweg Waldstadion (Nr. 419)
- EÜ Mörfelder Landstraße (Nr. 409),
- EÜ Isenburger Schneise (Nr. 411),
- Umbau SÜ Isenburger Schneise (Nr. 412),
- Stützwand Überführungsbauwerk (Nr. 413),
- EÜ Bahnhof Neu-Isenburg (Nr. 415),
- Kreuzungsbauwerk Neu-Isenburg (Nr. 416).

Einzelheiten zu den Bauwerken und den Einbindetiefen der Verbauträger sind dem Kapitel 6 zu entnehmen.

Es wird nach § 9 WHG die Erlaubnis beantragt dauerhaft Verbauträger/Fußbetonage in das Grundwasser einzubringen:

- EÜ Benzengrundweg (Nr. 400),
- PU West Bahnhof Stadion (Nr. 401),
- PU Ost Bahnhof Stadion (Nr. 402),
- Kreuzungsbauwerk Stadion (Nr. 403-407),
- EÜ Isenburger Schneise (Nr. 411),
- Kreuzungsbauwerk Neu-Isenburg (Nr. 416).

Einzelheiten zu den Bauwerken und den Einbindetiefen der Verbauträger sind dem Kapitel 6 zu entnehmen.

9.1.4 Erlaubnis für das Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser durch Einbringen von Stoffen in das Grundwasser

Es wird nach § 8 (1) und § 9 (1) WHG die Erlaubnis beantragt, das Grundwasser durch das Einbinden folgender Verbauträger/Verbauten temporär aufzustauen, abzusenken oder umzuleiten:

- EÜ Benzengrundweg (Nr. 400),
- PU Ost Bahnhof Stadion (Nr. 402),
- Kreuzungsbauwerk Stadion (Nr. 403-407),
- EÜ Waldstadion (Nr. 408),
- FÜ Fußweg Waldstadion (Nr. 419)
- EÜ Mörfelder Landstraße (Nr. 409),
- EÜ Isenburger Schneise (Nr. 411),
- Umbau SÜ Isenburger Schneise (Nr. 412),
- Stützwand Überwerfungsbauwerk (Nr. 413),
- EÜ Bahnhof Neu-Isenburg (Nr. 415),
- Kreuzungsbauwerk Neu-Isenburg (Nr. 416).

Einzelheiten zu den Bauwerken und den Einbindetiefen der Verbauträger sind dem Kapitel 6 zu entnehmen.

Es wird nach § 8 (1) und § 9 (1) WHG die Erlaubnis beantragt, das Grundwasser durch das Einbinden folgender Verbauträger/Verbauten sowie Groß- und Mikrobohrpfähle dauerhaft aufzustauen, abzusenken oder umzuleiten:

- EÜ Benzengrundweg (Nr. 400),
- PU West Bahnhof Stadion (Nr. 401),
- PU Ost Bahnhof Stadion (Nr. 402),

- Kreuzungsbauwerk Stadion (Nr. 403-407),
- EÜ Isenburger Schneise (Nr. 411),
- Umbau SÜ BAB 3 (Nr. 414)
- Kreuzungsbauwerk Neu-Isenburg (Nr. 416).

9.2 Ausnahmen von Verboten der Wasserschutzgebietsverordnung

9.2.1 Ausnahme vom Verbot zur Versickerung im WSG IIIA

Es wird nach § 12 der Wasserschutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke beantragt, die Ausnahme vom Verbot §5 (3) zuzulassen, das auf der Bahntrasse anfallende gesammelte Niederschlagswasser sowie das gesammelte Niederschlagswasser im Stationsbereich innerhalb des WSG III A zu versickern. Im Wasserschutzgebiet des Wasserwerkes Neu-Isenburg wird beantragt, die Ausnahme vom Verbot für selbigen Tatbestand (§5 (2)) zuzulassen. Die Versickerung erfolgt ausschließlich in Gebieten, wo die Fließzeit im Grundwasser zu den Gewinnungsbrunnen der Trinkwasserversorgung mehr als ein Jahr beträgt. Die Versickerung erfolgt in Sickerbecken und -mulden (aus dem gedichteten Bahnseitengraben nach Passage der belebten Bodenzone) oder im als Sickermulde ausgebildeten Bahnseitengraben. Die Versickerungsanlagen werden gemäß DWA-M 153 und DWA-A 138 geplant und bemessen. Im Bahnseitengraben wird eine wenigstens 30 cm mächtige Oberbodenschicht hergestellt, sofern das Wasser anschließend nicht in andere Versickerungsanlagen abgeführt wird, in diesem Falle wird zusätzlich zu den Schutzmaßnahmen der Versickerungsanlagen eine 20 cm mächtige Oberbodenschicht im Bahnseitengraben hergestellt. Einzelheiten zu den Anlagen und den Streckenabschnitten sind dem Kapitel 5 zu entnehmen.

- Gesammeltes Niederschlagswasser der freien Strecke im Abschnitt Mörfelder Landstraße bis Isenburger Schneise vom Bau-km 1,54 bis 2,10 in einem Sickerbecken, welches im Bereich der Forsthauskurve außerhalb des Nahbereichs des WSG IIIA neu hergestellt wird,
- Gesammeltes Niederschlagswasser der freien Strecke und der EÜ Isenburger Schneise im Abschnitt Mörfelder Landstraße bis Isenburger Schneise (außerhalb Nahbereich des WSG IIIA) vom Bau-km 2,10 bis 2,19, welches in Sickerschächten oder im Bahnseitengraben versickert wird,
- Gesammeltes Niederschlagswasser der freien Strecke von der Isenburger Schneise bis zum Übergang in WSG IIIB bei der Unterführung der A3 im Bahnseitengraben (Bau-km 2,19 bis 4,0),
- Gesammeltes Niederschlagswasser der freien Strecke vom Bau-km 4,90 bis 5,25 und des Außenbahnsteiges Neu-Isenburg, welches außerhalb des Nahbereichs des WSG IIIA im Bahnseitengraben versickert wird,

- Gesammeltes Niederschlagswasser der Unterführung Neu-Isenburg im Abschnitt Kreuzungsbauwerk vom Bau-km 5,25 bis 5,63, welches außerhalb des Nahbereichs des WSG IIIA in einem Sickerbecken versickert wird,
- Gesammeltes Niederschlagswasser des Abzweigs Neu-Isenburg vom Bau-km 5,63 bis 5,95 außerhalb des Nahbereichs des WSG IIIA, welches im Bahnseitengraben versickert wird.

9.2.2 Ausnahme vom Verbot zur Änderung und Neubau von Verkehrswegen im WSG II

Es wird nach § 12 der Wasserschutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke beantragt, die Ausnahme vom Verbot § 6 (3.) der Wasserschutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke zum Neubau und der wesentlichen Änderung von Straßen, Bahnlinien und sonstigen Verkehrsanlagen im WSG II zuzulassen. Es sind folgende Maßnahmen geplant:

- Errichtung eines neuen RTW-Gleises mit Beginn der Neubaustrecke bei der Überführung Benzengrundweg bis zum Beginn des Bahnhof Stadion und Verlegung des bestehenden S-Bahngleises,
- Errichtung eines neuen RTW-Gleises beim Bahnhof Stadion einschließlich des Rampenbauwerk West des Kreuzungsbauwerks und Verlegung des S-Bahngleises.

9.2.3 Ausnahme vom Verbot zur Durchleitung von Abwasser im WSG II

Es wird nach § 12 der Wasserschutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke beantragt, die Ausnahme vom Verbot § 6 (16) der Wasserschutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke zur Durchleitung und Hinausleitung von Abwasser im WSG II zuzulassen. Details sind dem Kapitel 5 zu entnehmen. Es sind folgende Maßnahmen geplant:

- Fassen und Ableiten des auf der Trasse und im Bereich Bahnhof Stadion sowie bis zur westlichen Rampe des Kreuzungsbauwerkes anfallenden Oberflächenwassers.

9.2.4 Ausnahme vom Verbot zur Errichtung von Baustellen, Baustofflagern und Baustelleneinrichtungen im WSG II

Es wird beantragt, die Ausnahme vom Verbot nach § 6 (2) der Wasserschutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke zur Errichtung von Baustellen, Baustofflagern und Baustelleneinrichtungen im WSG II zuzulassen. Es sind folgende Maßnahmen geplant:

- Errichtung einer Baustelle zur Herstellung der Überführung Benzengrundweg und der sich östlich und westlich angrenzenden freien Strecke,
- Errichtung einer Baustelle zur Herstellung der Personenunterführung Bahnhof Stadion Ost sowie des Bahnhof Stadion,

- Errichtung einer Baustelle zur Herstellung der westlichen Rampe des Kreuzungsbauwerkes Stadion. Vom Bauwerk befinden sich die nördlich gelegenen Großbohrpfähle im WSG II,
- Errichtung eines neuen RTW-Gleises mit Beginn der Neubaustrecke bei der Überführung Benzengrundweg bis zum Beginn des Bahnhof Stadion und Verlegung des bestehenden S-Bahngleises,
- Errichtung eines neuen RTW-Gleises beim Bahnhof Stadion einschließlich des Rampenbauwerk West des Kreuzungsbauwerks und Verlegung des S-Bahngleises.

9.2.5 Ausnahme vom Verbot zum Lagern, Umfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen

Es wird nach § 12 der Wasserschutzgebietsverordnung der Stadtwaldwasserwerke beantragt, die Ausnahme vom Verbot § 5 (5) für die Lagerung, das Umfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen im WSG IIIA zuzulassen. Selbige Ausnahme wird nach § 9 für die Wasserschutzgebietsverordnung der Wasserwerke Neu-Isenburg (§ 5 (4)) beantragt.

Die Ausnahme beschränkt sich auf die Betankung von Baustellenfahrzeugen auf speziell eingerichteten Flächen und die Einrichtung von Baustelleneinrichtungsflächen sowie Baustofflagern. Für diese Standorte sind besondere Sicherungsmaßnahmen vorgesehen, welche im Kapitel 6 erläutert werden.

Brandt-Gerdes-Sitzmann
Umweltplanung GmbH

Darmstadt, den 21.05.2019



Dr.-Ing. M. Kämpf



Dr. Martin Nottebohm



Dr. Heike Pfletschinger-Pfaff

Literatur

- ABKE, W.; KORPIEN, H.; POST, B. 1993: Belastung des Grundwassers im Abstrom von Gleisanlagen durch Herbizide, Vom Wasser, 81, 257-273, VCH, Weinheim, 1993,
- 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 2017a: Sanierung des Grundwasserleiters im Gewerbegebiet Neu-Isenburg, 38. Sachstandsbericht Grundwasserüberwachung 2017, Darmstadt,
- BGS UMWELT 2017b: Sanierung des Grundwasserleiters im Gewerbegebiet Neu-Isenburg. Gutachten zur Wasserversorgung, Darmstadt, März 2017,
- BGS UMWELT 2019: Hydrologisches Gutachten Umbau Knoten Frankfurt (M) – Sportfeld, 2. Ausbaustufe, 1. Planänderung, Darmstadt, Februar 2019,
- 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): Altlastenverdachtsflächen im Bereich der Trasse RTW – Los 2. Frankfurt,
- EAWAG (2005): Gewässerschutz an Bahnanlagen, Emittierte Stoffe im Normalbetrieb der SBB sowie Grundlagen zu deren Umweltverhalten, Wasserforschungsinstitut ETH Zürich,
- HESSENWASSER (2014): Regionaler Wasserbedarfsnachweis. 5. Fortschreibung – Datenbestand 2013. Abrufbar unter: https://www.hessenwasser.de/fileadmin/user_upload/HW-Regionaler_Bedarfsnachweis_5._Fortschreibung_2014_Textteil_.pdf (zuletzt erreicht: 05.09.2018),
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (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. Wiesbaden 2008,

HÖLTING, B., HAERTLE, T. HOHBERGER, K.-H., NACHTIGALL, K.-H., VILLINGER, E., WEINZIERL, W., WROBEL, J.-P. 1995: Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Geologisches Jahrbuch, Band C 63, S. 5-24, Hannover,

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

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

WILDER, H., SCHÖBEL, T. 2008: Leitfaden zur Schutzfunktionsbewertung der Grundwasserüberdeckung. Geologischer Dienst NRW, Stand 08. Dezember 2008,

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

BEIER, M. (2010): Bau von Brunnen, Grundwassermessstellen und sonstigen Bohrungen mit Grundwasserkontakt in Wasserschutzgebieten – Anforderungen der Hessenwasser an Bohrfirmen ohne W 120-Zertifizierung – Zur Verfügung gestellt durch die Hessenwasser GmbH,

DB NETZ AG (2008): Richtlinie Ril 836.4601/4602. Erdwerke planen, bauen und instand halten. DB Netz AG; Fassung Oktober 2008,

DVGW (2006): 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-A 142 (2016): Abwasserleitungen und -kanäle in Wassergewinnungsgebieten. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Fassung Januar 2016,

DWA-M 146 (2004): Abwasserleitungen und -kanäle in Wassergewinnungsgebieten -Hinweise und Beispiele-, ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft. Abwasser und Abfall e.V., Fassung Mai 2004,

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

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN, ARBEITSGRUPPE ERD- UND GRUNDBAU (FGSV e. V.) (2016): RiStWag 16 - Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten. Köln, FGSV-Verlag, 2016,

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

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 (1989): Verordnung zur Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen der Stadtwerke Neu-Isenburg, Landkreis Offenbach, vom 20. April 1989. Hessischer Staatsanzeiger vom 29.05.1989, Nr. 22,

HESSISCHER STAATSANZEIGER (1998): Wasserschutzgebiete – Hessen, 04.05.1998, Nr. 18. S. 1246,

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 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, Staatsanzeiger für das Land Hessen, 17.10.2016, S. 1072 ff.