



Anlage 10.4.2 wird ersetzt
durch Anlage 10.4.2a

S-Bahn Rhein-Main

Nordmainische S-Bahn

Planfeststellungsabschnitt 1 – Frankfurt am Main

Strecke 3685: Bau-km 52,901 bis Bau-km 54,510

Antragsunterlagen für wasserrechtliche Erlaubnisse

Bereich „Tunnel/Trog und Station“

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass	4
2.	Erläuterungsbericht	4
2.1.	Unterlagen	4
2.2.	Zugehörige Anlagen aus der Planfeststellung	5
2.3.	Allgemeine Projektbeschreibung	6
2.4.	Wahl des Bauverfahrens	7
2.4.1.	Bergmännische Tunnelabschnitte	7
2.4.2.	Offene Bauweise	8
2.5.	Zusammenfassung der wasserrechtlich relevanten Gegebenheiten	9
2.6.	Geologische und Hydrogeologische Randbedingungen im Projektgebiet	11
2.6.1.	Allgemeines	11
2.6.2.	Geländehöhen	11
2.6.3.	Bebauung	11
2.6.4.	Geologie	11
2.6.5.	Grundwasser	13
3.	Grundwasserhaltungsmaßnahmen.....	15
3.1.	Allgemeines	15
3.2.	Rampenbauwerk	16
3.3.	S-Bahn-Station Frankfurt (M) – Ost	18
3.4.	Unterfahrung der bestehenden U-Bahn-Station der Linie U6	20
3.4.1.	Baugrube Ost	20
3.4.2.	Bergestollen	21
3.4.3.	Schachtbauwerk Danziger Platz	22
3.5.	Weitere Schachtbauwerke	23
3.5.1.	Eastside	23
3.5.2.	Ostendstraße 61	25
3.6.	Ableitung des geförderten Grundwassers	26
3.7.	Vorübergehend beanspruchte Grundstücke	26
3.8.	Alternative Betrachtung der Spritzbetonbauweise	27
4.	Einbringen von Stoffen	29

4.1.	Allgemeines	29
4.2.	Stützflüssigkeiten und Konditionierungsmittel im Schildvortrieb	29
4.3.	Bodenaustausch zur Herstellung von Dichtblöcken	30
4.4.	CGV-Maßnahmen	30
4.5.	Verankerung der Stützkonstruktion für die TVM	30
4.6.	Notausstieg Rückertstraße	31
4.7.	Injektionsschirm im Bereich des Anschlusses an den Bestand	31
4.8.	Verankerung (Verpressanker) von Verbauwänden	31
5.	Aufstauen und Umleiten von Grundwasser.....	32
5.1.	Allgemeines	32
5.2.	Tunnelbauwerk	32
5.3.	S-Bahnstation Frankfurt (M) – Ost	32
5.4.	Verbauwände Rampenbauwerk	33
5.5.	Dichtblöcke	34
5.6.	Injektionsfächer (CGV-Maßnahmen)	34
5.7.	Schachtbauwerke (CGV-Maßnahmen)	34
5.8.	Verankerung Stützkonstruktion für TVM	35
5.9.	Notausgang Rückertstraße	35
5.10.	Injektionsschirm im Bereich des Anschlusses an den Bestand	35
5.11.	Ggfs. Verankerung (Verpressanker) von Verbauwänden	35
5.12.	Bergestollen unterhalb der U-Bahnstation	35
5.13.	Fazit	35
6.	Einleiten von Niederschlagswasser	36
6.1.	Trogbauwerk	36
6.2.	Rahmenbauwerk	36
6.3.	S-Bahn Station	36
7.	Berücksichtigung von Altlastenverdachtsflächen	37
8.	Maßnahmen zur Überwachung	42

1. Anlass

Im Rahmen der Erarbeitung der Planfeststellungsunterlagen für den Neubau der S-Bahn Rhein-Main - Nordmainische S-Bahn, Planfeststellungsabschnitt 1, Frankfurt am Main - Strecke 3685 von Bau-km 52,9 bis Bau-km 54,5, wurde die Planungsgemeinschaft IBV/Pöyry durch die DB ProjektBau GmbH beauftragt die Antragsunterlagen für die wasserrechtlichen Erlaubnisse zu erstellen.

Gemäß § 8 WHG bedarf die Benutzung eines Gewässers der Erlaubnis. Hiermit wird im Namen der DB ProjektBau in Vertretung der DB Netz AG die Erlaubnis für folgende das Grundwasser betreffende Benutzungen beantragt:

1. Das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser gemäß § 9 (1) Nr. 5 WHG zur temporären Grundwasserhaltung bei Baumaßnahmen (Kapitel 3)
2. Das Einbringen und Einleiten von Stoffen in Gewässer gemäß § 9 (1) Nr. 4 WHG (Kapitel 4)
3. Das Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser durch Anlagen, die hierfür bestimmt oder geeignet sind gemäß § 9 (2) Nr. 1 WHG. Darunter wird im Merkblatt Grundwasserhaltung das Einbringen von Fundamenten oder Tiefgeschosswänden in den Grundwasserschwankungsbereich oder den Grundwasserleiter verstanden (Kapitel 5)

Außerdem wird die Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser in Gewässer gemäß § 57 WHG bzw. in öffentliche Abwasseranlagen gemäß § 58 WHG beantragt. Mit Abwasser ist im Sinne von § 54 (1) Nr. 2 WHG hier Niederschlagswasser gemeint (Kapitel 6).

2. Erläuterungsbericht

2.1. Unterlagen

Die Antragsunterlagen wurden auf der Grundlage folgender Unterlagen erstellt:

Gesetzliche Grundlagen:

- Wasserhaushaltsgesetz (31.07.2009, letzte Änderung 24.02.2012)
- Hessisches Wassergesetz (14.12.2010)

Merkblätter zum Gewässerschutz (<http://www.frankfurt.de/>)

- Merkblatt Grundwasserhaltung – Stand 02/2011
- Merkblatt Einleitung in oberirdisches Gewässer – Stand 02/2011

2.2. Zugehörige Anlagen aus der Planfeststellung

- [A1] Anlagen 5.2.04, 5.2.04.01 und 5.2.05: Grunderwerbspläne
- [A2] Anlage 6.1.1: Übersichtslageplan Strecke 3685: Bau-km 52,5+50 – Bau-km 54,5+10
- [A3] Anlage 6.1.8: Notausstieg Rückertstraße (Grundriss, Schnitt 1+2)
- [A4] Anlage 6.1.10: Tunnel West Schnitt 4-4 (Unterfahrung U-Bahn)
- [A5] Anlage 6.1.12: Tunnel Ost Schnitt 8-8 (Rahmenbauwerk)
Anlage 6.1.13: Tunnel Ost Schnitt 9-9 (Trog)
- [A6] Anlage 6.2.1: S-Bahn-Station Frankfurt (M) – Ost (Grundriss Bahnsteigebene)
Anlage 6.2.2: S-Bahn-Station Frankfurt (M) – Ost (Schnitt 5-5, Längsschnitt)
Anlage 6.2.3: S-Bahn-Station Frankfurt (M) – Ost (Schnitt 6-6, Querschnitt)
- [A7] Anlage 10.2.2: Berechnung der Niederschlagsmenge (Trogentwässerung)
- [A8] Anlage 10.3.1: Zusammenstellung der anfallenden Wassermengen im Bauzustand
- [A9] Anlage 10.3.2: Leitungslageplan Baugrubenentwässerung
- [A10] Anlage 10.3.3: Lageplan Beweissicherung
- [A11] Hydrogeologisches Gutachten, S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Tunnelstrecke km 52,9 – km 54,3 + Station Ostbahnhof; Dr. Spang GmbH Witten; 12.12.2008; gem. Anlage 12.6 der Unterlage für eine Entscheidung nach § 18 AEG
- [A12] Antragsunterlagen für wasserrechtliche Erlaubnisse; Bereich „Freie Strecke“; Strecke 3685: Bau-km 54,510 bis Bau-km 60,069; gem. Anlage 10.4.1 der Unterlage für eine Entscheidung nach § 18 AEG
- [A13] Altlastengutachten, Historische Erkundung und orientierende Streckenerkundung sowie Bewertung von Altlastenverdachtsflächen; S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Planfeststellungsabschnitt 1 – Frankfurt am Main, Strecke 3685 km 52,890 – Strecke 3660 km 8,660; Dr. Spang GmbH Witten; 28.07.2014 gem. Anlage 12.7.0.1 der Unterlage für eine Entscheidung nach § 18 AEG
- [A14] Geotechnisches und tunnelbautechnisches Gutachten, S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Tunnelstrecke „Grüne Straße“ - Station Ostbahnhof, Station Ostbahnhof, Tunnelstrecke Station Ostbahnhof – km 54,310; Dr. Spang GmbH Witten; 11.01.2012 gem. Anlage 12.8 der Unterlage für eine Entscheidung nach § 18 AEG
- [A15] Anlage 10.5: S-Bahn Rhein-Main / Nordmainische S-Bahn; Planfeststellungsabschnitt Frankfurt; Hydrogeotechnische Stellungnahme; Stationsbaugrube, östl. Rampenbauwerk, Bergung Verbauträger
- [A16] Anlage 10.2.1: Berechnung der Niederschlagsmenge Dachentwässerung Station Frankfurt (Ost), Niederschlags-Abflussermittlung
- [A17] Konzept Grundwassermonitoring – Bereich Tunnel, S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Planfeststellungsabschnitt 1 – Frankfurt am Main, Strecke 3685 km 52,901 – km 54,510; Dr. Spang GmbH Witten; 02.08.2013 gem. Anlage 12.6.9 der Unterlage für eine Entscheidung nach § 18 AEG

2.3. Allgemeine Projektbeschreibung

Ziel des durch die DB Netz AG, vertreten durch die DB ProjektBau GmbH, geplanten Neubaus der „Nordmainischen S-Bahn“ (NMS) ist die Ergänzung der bestehenden, südlich des Mains geführten Strecke des Frankfurter S-Bahn-Netzes. Die NMS schließt in der Nähe der Station Konstablerwache unterirdisch an das Bestandstunnelnetz der Frankfurter S-Bahn an und führt im Anschluss an den Bahnhof Frankfurt/Main – Ost oberirdisch zum HBF Hanau. Dabei liegt die Strecke auf der nördlichen Mainseite.

Derzeit wird der Nahverkehr über die 2-gleisige Strecke 3660 geführt, welche zusätzlich vom Fern- und Güterverkehr genutzt wird. Durch diesen Mischbetrieb kommt es vor allem im Bereich der Haltepunkte zu Trassenkonflikten. Diese Konfliktpunkte werden durch die Anpassung der Strecke 3660 bzw. den Neubau der Strecke 3685 beseitigt. Durch den 4-gleisigen Ausbau der Strecke wird der S-Bahnverkehr zukünftig vom übrigen Bahnverkehr getrennt.

Herzstück der NMS ist die Verlängerung des Frankfurter City-Tunnels, welche im Bereich zwischen den Stationen Konstablerwache und Ostendstraße nach Osten ausschwenkt und über zwei bereits bestehende Tunnelanschlüsse im Bereich „Grüne Straße“ bei ca. km 52,9 an das Bestandsnetz anbindet (Strecke 3685). Ab dieser Anschlussstelle verläuft die Strecke 3685 zunächst in zwei eingleisigen Tunnelröhren auf die zu errichtende unterirdische S-Bahnstation Frankfurt/Main – Ost am Danziger Platz zu.

Im Abschnitt zwischen Grüne Straße und Danziger Platz ist die Errichtung eines Notausstiegs zwischen den Tunnelröhren im Bereich Rückerstraße bei ca. Bau-km 53,1 vorgesehen.

Östlich der Station Frankfurt/Main – Ost setzt sich die S-Bahn-Strecke wiederum in zwei separaten Tunnelröhren mit ansteigender Gradienten fort. Bei etwa Bau-km 54,3 (Strecke 3685) bzw. km 2,89 (Strecke 3660) gehen die beiden eingleisigen Tunnelröhren in ein gemeinsames zweizelliges Rahmenbauwerk über (Tunnel in offener Bauweise). Über ein anschließendes offenes Trogbauwerk wird die Strecke an die Oberfläche geführt. Die Losgrenze zwischen unterirdischem und oberirdischem Streckenabschnitt befindet sich bei ca. Bau-km 54,5. Siehe dazu Übersichtslageplan Strecke 3685 gem. [A2].

Ab diesem Punkt werden die Strecken 3685 und 3660 gemeinsam bis ca. km 20,7 (Strecke 3660) in nördlicher Mainlage ostwärts bis Hanau Hbf geführt.

Das Bauvorhaben NMS ist in 3 Planfeststellungsabschnitte (PFA 1 bis 3) unterteilt. Gegenstand dieser Antragsunterlagen ist der unterirdische Abschnitt Frankfurt (M) (PFA 1) zwischen dem Anschluss an das bestehende Tunnelnetz in Frankfurt/Main (ca. Bau-km 52,9) und dem Anschluss an das oberirdische Streckennetz (ca. Bau-km 54,5).

2.4. Wahl des Bauverfahrens

2.4.1. Bergmännische Tunnelabschnitte

Unter Berücksichtigung der gegebenen infrastrukturellen, geologischen und hydrologischen Randbedingungen wurde zunächst eine Variantenstudie durchgeführt, in welcher verschiedene Herstellmöglichkeiten für die Tunnelabschnitte miteinander verglichen wurden. Die einzelnen Verfahren wurden v. a. im Hinblick auf ihre technische Durchführbarkeit und Umweltverträglichkeit bewertet. Verfahrensbedingte Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und das Ausmaß an Betroffenheiten Dritter standen bei den Betrachtungen im Mittelpunkt.

Für die bergmännischen (unterirdisch zu erstellenden) Tunnelabschnitte hat sich auf dieser Grundlage ergeben, dass das Auffahren mit einer Tunnelvortriebsmaschine (TVM) unter den genannten Aspekten die optimale Lösung darstellt. Auf die Spritzbetonbauweise wird im Zusammenhang mit der Unterfahrung der U-Bahn in Abschnitt 0 eingegangen.

Bei dem maschinellen Tunnelvortrieb wird der Tunnel mit Hilfe einer TVM aufgefahren und der erstellte Hohlraum durch Tübbingsteine direkt mit einer endgültigen Tunnelschale ausgekleidet. Dies geschieht in kurzem Abstand nachlaufend zum Ausbruch. Infolge des Lockergesteinsaufbaus und des anstehenden Grundwassers ist eine Maschine mit Schild und Ortsbruststützung erforderlich um den Ausbruchquerschnitt zu sichern und das Eindringen von Wasser in den Vortriebsbereich zu vermeiden. Dabei ist die TVM so auszulegen, dass die Ortsbrust gestützt und der Wasserdruck beherrscht werden können. Der hierzu erforderliche Gegendruck wird in der Abbaukammer abhängig vom Maschinentyp durch Erddruckstützung (Erdbrei, ggf. mit Konditionierung) oder Flüssigkeitsstützung (Bentonitsuspension) aufgebracht. Die wesentlichen Merkmale eines maschinellen Tunnelvortriebs unabhängig von dem Maschinentyp sind:

- geringe Setzungen an der Oberfläche,
- sicherer Vortrieb,
- grundwasserschonend.

Ein maschineller Schildvortrieb kann auf dem Streckenabschnitt mit ausreichender Sicherheit sowohl für den Vortrieb als auch für die anstehende Bebauung/Oberfläche umgesetzt werden.

Auf dem westlichen Projektabschnitt befinden sich beide Anschlüsse, d. h. Grüne Straße bei Bau-km 52,9 und S-Bahnstation am Danziger Platz bei Bau-km 53,7+17 in Tieflage, so dass die Tunnelröhren dort vollständig bergmännisch in maschineller Bauweise erstellt werden.

Auf dem Ostabschnitt werden die Tunnelröhren zwischen Station Danziger Platz bei Bau-km 53,9+30 und Bau-km 54,2+20 ebenfalls bergmännisch im Schildvortrieb aufgefahren. Aufgrund der nach Osten ansteigenden Gradienten ist aus Gründen einer erforderlichen Mindestüberdeckung ab Bau-km 54,2+20 auf die offene Bauweise umzustellen.

Im Einzelnen umfassen die bergmännischen Tunnelabschnitte (TVM) zwei einspurige parallele Tunneltrassen (Nord und Süd), wobei sich jede der beiden Trassen wiederum in 2 separate

Abschnitte östlich und westlich der Station Frankfurt (M)-Ost am Danziger Platz aufgliedert. Bei einem Einsatz einer TVM sind somit nacheinander insgesamt 4 Abschnitte aufzufahren.

Der Tunnelvortrieb startet zunächst im Osten aus der Baugrube des Rampenabschnitts in offener Bauweise (Rechtecktunnel und Trog) bei Bau-km 54,2+20 und setzt sich nach Westen in Richtung Baugrube Station Frankfurt (M)-Ost bzw. Anschluss an den Bestand bei Bau-km 52,9 fort.

Das Bauablaufkonzept sieht vor, dass die TVM jeweils bei Bau-km 53,9+30 auf der Ostseite in die ausgehobene aber noch nicht ausgebaute Stationsbaugrube einfährt, durch diese durchgeschleppt wird und den Vortrieb an der Westseite der Station fortsetzt.

Nach Beendigung des Vortriebs der ersten Röhre an der Losgrenze im Westen wird die Maschine unter Aufgabe des Schildmantels entkernt und bis zur Startbaugrube (Rampe) im Osten zurückgezogen. Von dort aus beginnt der Vortrieb auf der parallelen Tunneltrasse analog zum vorab erstellten Tunnel.

Im Bereich Grüne Straße nähert sich die TVM jeweils bis auf wenige Meter an die bestehenden Tunnelanschlüsse. Aus technischen Gründen sind die Anschlüsse bergmännisch in Spritzbetonbauweise herzustellen. Unter Beachtung der Randbedingungen an der Oberfläche entfällt dort das Bergen der Maschine über offene Baugruben.

Im Zuge der Herstellung der Tunnelröhren sind verfahrensbedingt verschiedene Zusatzmaßnahmen erforderlich. Auf diese wird in Abschnitt 5 eingegangen.

2.4.2. Offene Bauweise

Die Station am Danziger Platz, der obere Rampenabschnitt zwischen Bau-km 54,2+20 und Bau-km 54,5+10 sowie der Notausstieg in der Rückertstraße sind in offener Bauweise, d. h. im Schutze einer offenen Baugrube, zu erstellen. Auf die hierbei erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen wird in Abschnitt 3 eingegangen.

Ein Überblick der gewählten Bauverfahren ist der tabellarischen Zusammenstellung im nachfolgenden Abschnitt 2.5 zu entnehmen.

2.5. Zusammenfassung der wasserrechtlich relevanten Gegebenheiten

Im Zuge der Realisierung der geplanten Tunnelstrecke werden die überwiegenden Streckenabschnitte unterhalb des Grundwasserspiegels errichtet. Es ist vorgesehen die geplanten Bauwerke sowohl in bergmännischer als auch offener Bauweise herzustellen.

Die verschiedenen Bauabschnitte und notwendigen Sondermaßnahmen werden im Einzelnen im Abschnitt 3 beschrieben und nachfolgend zur Übersicht tabellarisch zusammengefasst:

Abschnitt	Bauweise (BW)	Wassermhaltung
Tunnelabschnitt West Bau-km 52,9 bis Bau-km 53,7+16	Bergmännisch mit TVM	keine Sondermaßnahmen notwendig
Notausstieg Rückertstraße Bau-km 53,1+22 bis Bau-km 53,1+66	Deckelbauweise, mit Drucklufteinsatz	keine Sondermaßnahmen notwendig
Schachtbauwerk Ostendstraße Bau-km 53,2+86	Überschn. Bohrpfehlwand, Steckträgerverbau, WU-Sohle	Lenz- und Restwassermengen
Schachtbauwerk Eastside West Bau-km 53,5+13 bis Bau-km 53,5+41	Überschn. Bohrpfehlwand, Steckträgerverbau, WU-Sohle	Lenz- und Restwassermengen
Schachtbauwerk Eastside Ost Bau-km 53,6+12 bis Bau-km 53,6+41	Überschn. Bohrpfehlwand, Steckträgerverbau, WU-Sohle	Lenz- und Restwassermengen
Maßnahme zur Unterfahrung U- Bahn-Station U6 am Danziger Platz, ~ Bau-km 53,6+89	1. Offene Baugrube zur Bergung Verbauträger Ost 2. Bergestollen in Spritzbetonbauweise zur Bergung Verbauträger West und Mittelbohrträger 3. Schachtbauwerk Danziger Platz für Vorabmaßnahmen zum Tunnelvortrieb	1. Berliner Verbau; Brunnen zur GW-Absenkung 2. GW-Absenkung aus Ortsbrust Bergestollen 3. Unterwasserbetonsohle; Lenz- und Restwassermengen
S-Bahn-Station Frankfurt (M)-Ost Bau-km 53,7+16 bis Bau-km 53,9+30	Deckelbauweise	vertikal wasserdichter Verbau, Einbindung ins Tertiär; innenliegende Entspannungsbrunnen und außenliegende Entspannungslanzen

Tunnelabschnitt Ost		
Bau-km 53,9+30 bis Bau-km 54,2+20	Bergmännisch mit TVM	keine Sondermaßnahmen notwendig
Bau-km 54,2+20 bis Bau-km 54,3+23	Rechtecktunnel in offener BW	vertikal wasserdichter Verbau, Einbindung ins Tertiär; innenliegende Entspannungsbrunnen und ggf. außenliegende Entspannungslanzen
Bau-km 54,3+23 bis Bau-km 54,3+80	Trogbauwerk in offener BW	
Bau-km 54,3+80 bis Bau-km 54,5+10	Trogbauwerk in offener BW	keine Sondermaßnahmen notwendig, da Tunnelsohle oberhalb GW-Spiegel

Der Baugrubenverbau der in offener Bauweise herzustellenden Bauwerke wird vorrangig als überschnittene Bohrpfahlwand oder Schlitzwand (mit Aussteifung und ggf. Rückverankerung) vorgesehen und verbleibt nach Abschluss der Baumaßnahme im Boden und somit im Grundwasser.

Im Zusammenhang mit dem maschinellen Auffahren der Tunnelröhren werden darüber hinaus zusätzliche Maßnahmen mit Eingriff in den GW-Haushalt erforderlich:

- CGV-Maßnahmen im Unterfahrungsbereich der vorhandenen U-Bahnstation, der geplanten Investorenbebauung Eastside, der geplanten Investorenbebauung Hanauer Landstr 74, der vorhandenen Bebauung Hanauer Landstr 48a
- Injektionsmaßnahmen im Bereich des Anschlusses an den Bestand
- Herstellung von Dichtblöcken
- Vertikale Verankerung der Abstützkonstruktion für die TVM

Das während der Bauzeit zu entnehmende Grundwasser wird im Wesentlichen in den Main (Vorfluter) und untergeordnet in die Kanalisation eingeleitet werden. Es werden ein Klär- und Absetzbecken sowie ein Leichtflüssigkeitsabscheider vorgeschaltet. Bei GW-Haltungsmaßnahmen, deren Absenktichter in die Altlastenverdachtsfläche ALVF PFA 1 Vf-01 reicht, ist zusätzlich eine GW-Reinigungsanlage aufgrund der festgestellten PAK (und untergeordnet KW, PCB, SM) vorzusehen und betriebsbereit vorzuhalten.

Da sich das Projekt aktuell in der Phase der Planfeststellung befindet, muss bei den angesetzten Bauzeiten von vorläufigen Bauzeiten ausgegangen werden. Die zeitabhängigen Fördermengen des Grundwassers werden auf dieser Basis abgeschätzt und sind daher ebenfalls als vorläufig zu verstehen.

Eine genaue Festlegung der relevanten Bauzeiten der verschiedenen Teilmaßnahmen kann erst in den nachfolgenden Planungsphasen bzw. in Abstimmung mit den ausführenden Baufirmen erfolgen.

Im Rahmen der vorläufigen Bauzeit von ca. 55 Monaten ist mit einer Gesamtwasserentnahmemenge von ca. 46 Mio m³ zu rechnen.

2.6. Geologische und Hydrogeologische Randbedingungen im Projektgebiet

2.6.1. Allgemeines

Die geotechnischen und hydrogeologischen Verhältnisse wurden durch Dr. Spang GmbH auf Basis bereits vorliegender Archivunterlagen und der aktuellen Aufschlüsse der 1. und 2. Erkundungsphase betrachtet und in folgenden Gutachten erläutert:

- Hydrogeologischen Gutachten vom 12.12.2008 [A11]
- Geotechnisches und Tunnelbautechnisches Gutachten vom 11.01.2012 [A14]

Die nachfolgenden Ausführungen wurden zusammenfassend den oben genannten Gutachten entnommen.

2.6.2. Geländehöhen¹

Im Verlauf der Tunnelstrecke fällt das Gelände vom Bereich Grüne Straße Richtung Danziger Platz von ca. 101,8 m NN auf ca. 97,2 m NN (Ostendstraße) ab und steigt bis zur geplanten S-Bahn-Station wieder leicht an. In dem sich östlich an die geplante Station anschließenden Bereich bewegen sich die Geländehöhen, ebenfalls abfallend; zwischen 103,8 m NN bis 102,1 m NN. Nördlich der Gleise verläuft die Ostparkstraße mit einer Geländehöhe von 98,5 m NN.

2.6.3. Bebauung

Die geplante Tunnelstrecke unterquert in ihrem Verlauf bereits bestehende innerstädtische Straßen und etwa 4 bis 6 geschossige, einfach unterkellerte Bebauungen. Ansonsten kann die Geländeoberfläche aber als Brachfläche mit Oberflächenbefestigung, niederem Buschwerk und einzelnen, überwiegend nicht mehr genutzten Gebäuden betrachtet werden. Im Wesentlichen handelt es sich um Bahngelände.

Östlich des Stationsbauwerks verläuft die geplante Tunnelstrecke teilweise unterhalb des bereits bestehenden Bahngeländes südlich der Ostparkstraße. Das Bahngelände wurde um ca. 3 – 5 m künstlich aufgeschüttet und führt in Dammlage u. a. die Gleise der Schnellbahnstrecke Frankfurt – Fulda. Die geplante Station Frankfurt/Main – Ost selbst, liegt im Bereich Danziger Platz, welcher z. Z. als Verkehrs- und Parkfläche genutzt wird. Westlich des Stationsbauwerkes wird die U-Bahn-Station „Ostbahnhof“ (Linie U6) unterquert. Im weiteren Verlauf Richtung Westen werden die Grüne Straße, die Hanauer Landstraße, die Rückertstraße, die Windeckstraße, die Ostendstraße unterfahren.

2.6.4. Geologie

Ergänzend wird auf die zugehörigen Anlagen der Planfeststellung in [A14] (Anlage 2.1.1, 2.1.2, 3.1, 4.1 bis 4.3) verwiesen. Gemäß Baugrundgutachten besteht der Untergrund bis in relevante Tiefen aus einer Wechselfolge von rolligen und bindigen quartären und tertiären Sedimenten.

¹ Höhenangaben gem. Übersichtslageplan Strecke 3685 – gem. [A2]

Die in der zu erwartenden Reihenfolge ausgewiesenen Schichten stellen sich wie folgt dar:

	Schicht I.1	Auffüllungen
Quartär	Schicht I.2	Aue-/ Hochflutlehm
	Schicht I.4	Terrasse des Mains
Tertiär	Schicht II.3	Hydrobienschichten
	Schicht II.4	Inflatenschichten
	Schicht II.5a	graue Cerithienschichten
	Schicht II.5b	grüne Cerithienschichten
	Schicht II.6	Cyrenenmergel

Die Auffüllungen, als oberste unterhalb der Geländeoberfläche anstehende Schicht, bestehen überwiegend aus Bauschutt (Schotter), Ziegelresten und Schlacken. Zum Teil wurden auch rollige und gemischtkörnige Böden (Sande bzw. Kiese mit Anteilen von Ton, Schluff und Steinen) vorgefunden.

Unterhalb der Auffüllungen befinden sich bereichsweise Hochflutlehm und Aueablagerungen (wechselnd tonige, wechselnd schluffige, untergeordnet auch kiesige Sande sowie tonige, sandige Schluffe), deren Konsistenz im Bereich weich bis halbfest liegt. Allerdings ist nicht mit größeren Vorkommen von Aue-/ Hochflutlehmen zu rechnen. Im Bereich der geplanten S-Bahn-Station wurden geringe torfige Einlagerungen vorgefunden.

Die Aue- und Hochflutlehme werden fast im gesamten Projektgebiet von Sanden und Kiesen der Mainterrassen unterlagert. Lokal sind die Terrassenablagerungen durch künstliche Auffüllungen ersetzt worden (zwischen Grüne Straße und Danziger Platz). Die Terrassenablagerungen des Mains bestehen im Wesentlichen aus einer Wechsellagerung von Sanden und Kiesen mit z. T. schluffigen Beimengungen oder Geröllen. Nach den Baugrunderkundungen ist die Lagerungsdichte der Terrassenablagerungen locker bis mitteldicht.

Im Anschluss an die Terrassen des Mains stehen im westlichen Projektgebiet (Grüne Straße - Rückertstraße - Windeckstraße) die Hydrobienschichten an. Diese bestehen aus schluffigen Tonen bzw. Mergeltonen und schluffigen Kalksanden. Es ist von einer mindestens halbfesten Konsistenz der bindigen Sedimente auszugehen. Die Kalksande sind meist mitteldicht gelagert und bereichsweise schwach verkittet bzw. gehen in Kalksandstein über.

Unterhalb der Hydrobienschichten folgen die Inflatenschichten. Diese bestehen überwiegend aus kompakten Kalksteinen mit zwischengelagerten, quarzsandhaltigen Kalksanden und Mergel- und Tonschichten. Die Kalke können örtlich verkarstet sein und Hohlräume aufweisen. Die Inflatenschichten werden nur im westlichen Bereich des Projektgebiets von der Grüne Straße bis etwa zur Windeckstraße angetroffen. Es ist von einer mindestens steifen Konsistenz der eingelagerten bindigen Böden auszugehen.

Anschließend stehen bis in relevante Tiefe die tertiären Cerithienschichten an. In weiten Teilen des Projektgebietes ist dies die oberste, noch vorhandene tertiäre Schicht. Diese Schichten lassen sich in 2 Untereinheiten einteilen:

-
- graue Cerithien: - überwiegend Kalksteine, Mergelsteine, Kalkmergelsteine
 - Kalksteine teilweise klüftig und mit Hohlräumen
 - Kalkbänke wurden nicht vorgefunden
- grüne Cerithien: - überwiegend feste bis halbfeste Tone, Kalksande
 - es wurde eine durchgehende Kalksandsteinbank erkundet

Die Kalke können örtlich verkarstet sein und Hohlräume aufweisen. Es ist von einer mindestens halbfesten Konsistenz der eingelagerten bindigen Böden auszugehen.

Die Cyrenenmergel, welche die Cerithienschichten unterlagern, bestehen aus zuoberst lagernden stark schluffigen, glimmerführenden Kalksanden und feinsandigen, mehr oder weniger plastischen, mitunter kalkhaltigen Tonen. Im unteren Teil treten glimmerreiche Quarzsande (Schleichsande) und Sandsteine auf, die meist wasserführend sind.

2.6.5. Grundwasser

Ergänzend wird auf die zugehörigen Anlagen der Planfeststellung in [A14] (Anlagen 2.2 und 10) verwiesen.

Grundwasserleiter

Es wird zwischen einem oberen und unteren Grundwasserleiter (GW-Leiter) unterschieden:

oberer GW-Leiter (quartär):	in den Auffüllungen bzw. Terrassensedimenten	Schicht I.1 Schicht I.4
unterer GW-Leiter (tertiär):	in den Hydrobien-, Inflaten- und Cerithienschichten	Schicht II.3, II.4 und II.5

Zwischen den einzelnen GW-Leitern des Quartärs und Tertiärs sind bindige, wasserstauende Schichten eingelagert. Da diese nicht vollflächig vorhanden sind, stehen beide GW-Leiter bereichsweise hydraulisch in Verbindung. Über die Tunnelstrecke und den Stationsbereich sind lokal wechselnde Verhältnisse erkundet worden, so dass sowohl die hydraulische Verbindung als auch die hydraulische Trennung der Grundwasserleiter als Randbedingung betrachtet werden. Der ungünstigere Fall wird jeweils für die Beantragung angesetzt. Am Danziger Platz ist lokal eine hydraulische Trennung des quartären GW-Leiters und dem tertiären GW-Leiter in den Cerithien festzustellen.

Pegelmessungen

gemäß [A11]

Die geologische Karte von Hessen Blatt 5818 Frankfurt a. M. Ost weist für das Projektgebiet einen hohen Grundwasserstand von etwa 95 bis 96 m NN aus. Die bestehenden Messstellen sind teilweise ab dem Jahr 1976 beprobt worden.

Die verzeichneten Grundwasserstandsschwankungen sind nur zum geringeren Teil durch die natürliche Schwankung im Kluft- bzw. Karstgrundwasserleiter zu erklären. Als Hauptursache sind diverse Grundwasserhaltungsmaßnahmen bei umliegenden Baumaßnahmen in der Vergangenheit zu sehen.

Bis auf das Rampenbauwerk liegt die geplante Tunnelstrecke einschl. der Station vollständig unterhalb des GW-Spiegels. Im Bereich des Rechtecktunnels des Rampenbauwerks liegt die Tunnelfirste oberhalb des GW-Siegels. Im Verlauf des Troges taucht das Bauwerk vollständig aus dem Grundwasser auf.

Bemessungswasserstand

Der Bemessungswasserstand ergibt sich aus insgesamt 5 Stützstellen entlang der Tunnelachse:

Stationierung [km]	Bemessungswasserstand	
	Bauzustand [m NHN]	Endzustand [m NHN]
52,900	94,80	95,80
53,154	94,40	95,40
53,717	94,50	95,50
53,930	94,50	95,50
54,455	94,70	95,70

Abbildung 1: Bemessungswasserstände – Quelle: Tabelle 4.2-1 aus [A14]

Pumpversuche

Im Bereich des geplanten Tunnelbauwerks wurden in 9 GW-Messstellen 4 Langzeitpumpversuche über 48 Std., 3 Langzeitpumpversuche über 24 Std., und 2 Kurzzeitpumpversuch über 3 Std durchgeführt. Um Rückschlüsse auf die Reichweite der Absenkung schließen zu können, wurden zusätzlich die benachbarten Pegel beobachtet.

Aus Archivunterlagen zu bereits durchgeführten GW-Haltungsmaßnahmen ist bekannt, dass z. B im U-Bahn Los C 90 erhebliche Reichweiten des Absenktrichters bewirkt haben (ca. 300 m nach Westen, 1600 m nach Osten). Aufgrund der geplanten Tunnellänge und Tiefenlage der NMS ist mit größeren Ausdehnungen des Absenktrichters zu rechnen.

Alle relevanten Informationen zu den durchgeführten Pumpversuchen wurden in den Anlagen 10 zu [A14] zusammengestellt.

Durchlässigkeiten

Gemäß dem anstehenden Schichtenaufbau können die in Tabelle 1 angegebenen Durchlässigkeiten der GW-Leiter angesetzt werden.

Es ist von einer geringeren vertikalen Durchlässigkeit auszugehen (Anisotropie der Durchlässigkeiten). Für die Schichten II.3 bis II.6 kann eine um den Faktor 10 geringere vertikale Durchlässigkeit angenommen werden.

Die generelle Grundwasserfließrichtung verläuft von Nordwest nach Südost auf den Main zu. Das Gefälle variiert zwischen 0,4 % und 1,3 %. Im Mittel beträgt es 0,5 %.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit k_f [m/s]
I.1	Auffüllungen	-
I.2	Aue-/ Hochflutlehm	1×10^{-7} bis 5×10^{-4}
I.4	Terrassen des Mains	1×10^{-5} bis 1×10^{-2}
II.3 / II.4 / II.5	Hydrobienschichten Inflatenschichten Cerithienschichten a) Tone u. Schluffe b) Sande c) Kalkbänke	1×10^{-9} bis 1×10^{-6} 1×10^{-5} bis 5×10^{-3} 1×10^{-5} bis $> 1 \times 10^{-4}$
II.6	Cyrenenmergel	1×10^{-8} bis 1×10^{-6} in Kalkbänken auch höher

Tabelle 1: horizontale Durchlässigkeiten - Quelle: Tabelle 4.2-1 aus [A11]

3. Grundwasserhaltungsmaßnahmen

3.1. Allgemeines

Im Folgenden werden die im Rahmen von Baumaßnahmen zur temporären Grundwasserhaltung anfallenden Entnahmemengen berechnet, für die das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten gemäß § 9 (1) Nr. 5 WHG beantragt wird.

Im Rahmen des Schildvortriebs findet im Bereich der Ortsbrust ein Wasseraustausch statt, wodurch weder der Grundwasserspiegel beeinflusst wird noch signifikante Wassermengen zur Ableitung anfallen.

Eine Grundwasserhaltung wird im Rahmen der Herstellung folgender Bauwerke erforderlich

- Baugrube für Rampenbauwerk (Kapitel 3.2)
- Baugrube für die S-Bahnstation (Kapitel 3.3)
- Baugrube und Bergestollen zur Bergung der Verbau- und Mittelbohrträger (Kapitel 3.4)

Die angegebenen Wassermengen sind als vorläufig zu betrachten. Die Wasserhaltung ist durch die Baufirma zu bemessen.

Die infolge der Grundwasserhaltungsmaßnahmen zu erwartenden Absenkkurven sind Anlage [A15] zu entnehmen.

Außerdem werden Lenz- und Restwasserentnahmen im Rahmen der Herstellung folgender Bauwerke erforderlich:

- Schachtbauwerk Danziger Platz (Kapitel 3.4)
- Schächte für CGV-Maßnahmen an Bauwerken Eastside und Hanauer Landstraße 48a (Kapitel 3.5)

Die Wassermengen sind in Anlage [A8] zusammengefasst.

3.2. Rampenbauwerk

Ergänzend wird auf die zugehörigen Anlagen gem. [A5] verwiesen.

Das bei ca. Bau-km 54,2+20 beginnende Rahmenbauwerk wird in offener Bauweise hergestellt. Der Bereich des zweizelligen Rechtecktunnels (ca. Bau-km 54,2+20 bis ca. Bau-km 54,3+00) und ein Teil des Trogbauwerks (ca. Bau-km 54,3+00 bis ca. Bau-km 54,3+80) werden von einem als überschnittene Bohrpfahlwand geplanten Baugrubenverbau umschlossen. Ab ca. Bau-km 54,3+80 bis ca. Bau-km 54,5+10 verläuft die Tunnelsohle oberhalb des Grundwasserspiegels, der Bereich wird durch einen Bohrträgerverbau bauzeitlich gesichert, der nach Abschluss der Arbeiten vollständig zurückgebaut wird. Daher ist dieser Abschnitt nicht Bestandteil der nachfolgenden Betrachtungen.

Der ca. 160 m lange Abschnitt von ca. Bau-km 54,2+20 bis ca. Bau-km 54,3+80 wird mittels Einbau eines Querschotts in zwei ca. 80 m lange Teilbaugruben geteilt:

- Teilbereich 1 - ca. Bau-km 54,2+20 bis ca. Bau-km 54,3+00 (TB 1)
- Teilbereich 2 - ca. Bau-km 54,3+00 bis ca. Bau-km 54,3+80 (TB 2)

Im Zuge des Endaushubs im TB 2 erfolgt der Rückbau des Querschotts bis zur Baugrubensohle.

Zur Grundwasserhaltung werden innerhalb der Baugruben Entspannungsbrunnen als bepumpebare Brunnen ausgeführt. Es werden in Querrichtung 3 Brunnenreihen mit einem Abstand der Brunnen in Längsrichtung von ca. 10 m vorgesehen. Zur Herstellung der Baugrube wird die Absenkung des Grundwasserspiegels bis mindestens 1 m unterhalb der Baugrubensohle vorausgesetzt. Zum Erreichen des Absenkziels ist der Baugrund mittels Pumpen zu entwässern. Nach Erreichen des Absenkziels wird der Pumpvorgang eingestellt. Das Grundwasser tritt dann auf Höhe Baugrubensohle bzw. Filterschicht drucklos aus, wird gefasst, gesammelt und aus der Baugrube gepumpt.

In Abhängigkeit von dem statischen Erfordernis werden zur Reduzierung des auf die Verbauwände einwirkenden Wasserdrucks ggf. außenliegende, schräg angeordnete Entspannungsanlagen vorgesehen. Diese werden in entsprechender Tiefe mit einem Winkel von etwa 60° gegen die Horizontale aus der Baugrube heraus durch die Verbauwand gebohrt.

Die zur Berechnung der GW-Entnahmemenge relevanten, prognostizierten Bauzeiten ergeben sich wie folgt:

- TB 1 ca. 38 Monate
- TB 2 ca. 36 Monate

Diese Zeitansätze umfassen dabei die Bauzeit ab Beginn der Pumpversuche bis zur Verfüllung der Baugruben. Die Arbeiten in beiden Teilbereichen erfolgen größtenteils parallel, es kann somit eine vorläufige relevante Gesamtbauzeit von ca. 38 Monaten angenommen werden.

Die zu erwartende GW-Entnahmemenge für den Bereich des Rampenbauwerks basiert auf den Berechnungen in der Hydrogeotechnischen Stellungnahme [A15]. Die Berechnung des Wasseranfalls erfolgte auf Basis von 2D-Berechnungen bei Bau-km 54,2+20 und Bau-km 54,3+25. Hierbei wurde eine Einbindetiefe der Primärpfähle von $0,25 \cdot h + 1$ m angenommen, wobei h die Baugrubentiefe bezeichnet. Die Primärpfähle binden 1 m tiefer ein als die innenliegenden Entspannungsbrunnen. Die Sekundärpfähle können aufgrund statischer Anforderungen eine größere Einbindetiefe haben. Als Entnahmerate wurden folgende Werte berechnet:

Bau-km 54,2+20 2942 l/(m Baugrube · h)

Bau-km 54,3+25 1361 l/(m Baugrube · h)

In der aktuellen Planung erfolgt die Aufteilung der Baugrube in zwei Abschnitte mit je 80 m Länge (insgesamt 160 m), die nacheinander erstellt und durch eine Schottwand bei ca. Bau-km 54,3 getrennt werden. Für Bau-km 54,3 wird die Entnahmerate linear interpoliert zu 1737 l/(m Baugrube · h). Damit werden durchschnittliche Entnahmeraten für die beiden Abschnitte ermittelt.

TB 1 2340 l/(m Baugrube · h)

TB 2 869 l/(m Baugrube · h)

Zur Berücksichtigung des Wasseranstroms an den Stirnseiten werden die Entnahmeraten des ebenen Modells gemäß den Empfehlungen der Dr. Spang GmbH um 5 - 10% erhöht. Für TB 1 wird eine Erhöhung um 10% angesetzt, da von beiden Stirnseiten Wasser zuströmt, während für TB 2 eine Erhöhung um 5% angesetzt wird, weil der Wasserzustrom an der Stirnseite zu TB 1 bereits berücksichtigt ist. Gemäß geotechnischem und tunnelbautechnischem Gutachten werden die Entnahmeraten mit dem Faktor 2 multipliziert. Die Entnahmeraten betragen somit:

$$\text{TB 1} \quad q = 2 \cdot 80 \text{ m} \cdot 2340 \frac{\text{l}}{\text{m} \cdot \text{h}} \cdot 1,10 = 412 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{TB 2} \quad q = 2 \cdot 80 \text{ m} \cdot 869 \frac{\text{l}}{\text{m} \cdot \text{h}} \cdot 1,05 = 146 \text{ m}^3/\text{h}$$

Auf Basis dieser Berechnungen ist mit folgenden Entnahmemengen zu rechnen:

		TB 1	TB 2
bis Fertigstellung Baugrube			
Zeitraum ²	[Mo]	4,5	3,0
	[h]	3240	2160
Entnahmerate	[m³/h]	412	146
Entnahmemenge	[m³]	1.334.880	315.360
bis Verfüllung der Baugrube			
Zeitraum ³	[Mo]	33,5	33,0
	[h]	24.120	23.760
Entnahmerate	[m³/h]	412	146
Entnahmemenge	[m³]	9.937.440	3.468.960
Gesamtentnahmemenge	[m³]	15.056.640	

3.3. S-Bahn-Station Frankfurt (M) – Ost

Ergänzend wird auf die zugehörigen Anlagen der Planfeststellung gem. [A6] verwiesen.

Aufgrund der Tiefe der Baugrubensohle von ca. 24 m und des Grundwasserspiegels von ca. 5 m unter Gelände wird der Baugrubenverbau als überschnittene Bohrpfahlwand hergestellt. Vorab werden die oberen Erdschichten bis Unterkante des Deckels in einer Tiefe von 4 m ausgehoben. Die überschnittene Bohrpfahlwand besteht aus unbewehrten Primärpfählen, welche bis in eine Tiefe von ca. 8-9 m unter die Baugrubensohle einbinden und bewehrten Sekundärpfählen, die bis in tiefere Bereiche einbinden.

Nach Einbringung der Bohrpfähle wird der Stahlbeton-Deckel aufgebracht, der als obere Steifenlage des Baugrubenverbau dient. Das Grundwasser wird durch innenliegende Entspannungsbrunnen und außenliegende Entspannungsanlagen bauzeitlich gefasst und abgepumpt. Durch die innerhalb der Baugrube befindliche Grundwasserhaltung sind die Fördermengen geringer als bei einer großflächigen Grundwasserabsenkung und es wird der Einfluss auf die umliegende Bebauung minimiert. Die Primärpfähle binden um 1 m tiefer ein als die innenliegenden Entspannungsbrunnen, wodurch eine weitere Reduktion der Fördermengen erreicht werden soll. Im Bereich zu den Tunneln wird die Baugrubensohle vertieft ausgebildet, damit ein Anfahren der Tunnelvortriebsmaschine möglich ist.

Die Einleitung des bauzeitlichen Grundwassers erfolgt über eine Pumpleitung in den Main.

Das bei ca. Bau-km 53,7+16 beginnende Stationsbauwerk wird in offener Bauweise hergestellt. Der ca. 214 m lange Abschnitt von ca. Bau-km 53,7+16 bis ca. Bau-km 53,9+30 wird mittels Einbau zweier Querschotts in drei ca. 71 m lange Teilbaugruben geteilt:

- Teilbereich 1 - ca. Bau-km 53,7 +16 bis ca. Bau-km 53,7+88 (TB 1)
- Teilbereich 2 - ca. Bau-km 53,7+88 bis ca. Bau-km 53,8+59 (TB 2)
- Teilbereich 3 - ca. Bau-km 53,8+59 bis ca. Bau-km 53,9+30 (TB 3)

² Ab Beginn Pumpversuch

³ ab Ende Aushubarbeiten

Im Zuge des Endaushubs erfolgt der Rückbau der Querschotts bis zur Baugrubensohle. Aufgrund des Bauablaufes werden die Teilbaugruben parallel erstellt.

Zur Grundwasserhaltung werden innerhalb der Baugruben Entspannungsbrunnen als bepumpbare Brunnen ausgeführt. Es werden in Querrichtung 3 Brunnenreihen mit einem Abstand der Brunnen in Längsrichtung von ca. 10 m vorgesehen. Zur Herstellung der Baugrube wird die Absenkung des Grundwasserspiegels bis mindestens 1 m unterhalb der Baugrubensohle vorausgesetzt. Zum Erreichen des Absenkziels ist der Baugrund mittels Pumpen zu entwässern. Nach Erreichen des Absenkziels wird der Pumpvorgang eingestellt. Das Grundwasser tritt dann auf Höhe Baugrubensohle bzw. Filterschicht drucklos aus, wird gefasst, gesammelt und aus der Baugrube gepumpt.

Weiterhin sind zur Reduzierung des auf die Verbauwände einwirkenden Wasserdrucks, im Abstand von 10 m außenliegende, schräg angeordnete Entspannungsanlagen vorgesehen. Diese werden in einer Tiefe von ca. 20 m mit einem Winkel von etwa 45° gegen die Horizontale aus der Baugrube heraus durch die Verbauwand gebohrt (Hydrogeotechnische Stellungnahme [A15]).

Die zur Berechnung der GW-Entnahmemenge relevante, prognostizierte Bauzeit ergibt sich wie folgt:

Baugrube Station ca. 40 Monate

Der zuvor genannte Zeitansatz umfasst dabei die vorläufige Bauzeit ab Beginn der Pumpversuche bis zur Verfüllung der Baugrube. Die Arbeiten in den Teilbereichen erfolgen größtenteils parallel, es kann somit eine vorläufige relevante Gesamtbauzeit von ca. 40 Monaten angenommen werden.

Entsprechend Angaben der Hydrogeotechnischen Stellungnahme [A15] ergeben sich folgende Werte für die Wasserableitung und Förderung:

Bauzeit 40 Monate für Grundwasserableitung gesamt, Herstellung Baugrube 12 Monate, Herstellung Rohbau Station 28 Monate

Länge Baugrube $214\text{m} + 29\text{m} = 243\text{m}$ (incl. Stirnseiten),

Wasseranfall: $1419\text{ l}/(\text{m Baugrube} \times \text{h})$, Mittelwert aus 1.482 und 1.356

Entsprechend Empfehlung des Gutachtens sind die angegebenen Fördermengen mit dem Faktor 2 zu multiplizieren.

Entnahmemenge: $1419\text{ l}/(\text{m Baugrube} \times \text{h}) \times 2 \times 243\text{m} = 689.634\text{ l/h} = 690\text{ m}^3/\text{h}$

Es ist mit folgenden Entnahmemengen zu rechnen:

		TB 1+2+3
bis Fertigstellung Baugrube		
Zeitraum ²	[Mo]	12
	[h]	8.760
Entnahmerate	[m³/h]	690
Entnahmemenge	[m³]	6.044.400
bis Verfüllung der Baugrube		
Zeitraum ³	[Mo]	28
	[h]	20.440
Entnahmerate	[m³/h]	690
Entnahmemenge	[m³]	14.103.600
Gesamtentnahmemenge	[m³]	20.148.000

3.4. Unterfahrung der bestehenden U-Bahn-Station der Linie U6

Ergänzend wird auf die zugehörige Anlage der Planfeststellung gem. [A4] verwiesen.

Im Zuge des TVM-Vortriebs ist die bestehende U-Bahn-Station westlich der geplanten S-Bahn-Station Frankfurt (M) – Ost zu unterfahren. Da nach der Herstellung der U-Bahnstation die Verbasträger seinerzeit nicht gezogen wurden, befinden sich diese somit noch im Baugrund und liegen im Trassenbereich der Tunnelröhren. Aus technischen Gründen ist es nicht möglich diese massiven Stahlprofile mit der TVM zu durchfahren. Daher sind vorab Zusatzmaßnahmen zum Bergen dieser Verbasträger erforderlich. Während die Verbasträger an der östlichen Seite der U-Bahnstation aus einer zu errichtenden offenen Baugrube geborgen werden (Kap. 3.4.1), erfolgt die Bergung der westlichen Verbasträger aus Bergestollen heraus (Kap. 3.4.2). Die östlichen Verbasträger werden aus einer Baugrube heraus geborgen, damit die zur Sicherung der U-Bahnstation gegen unverträgliche Setzungen erforderlichen Injektionsbohrungen nicht zwischen den Verbasträgern hindurch ausgeführt werden müssen, deren Lage nicht genau bekannt ist. Außerdem befinden sich ebenfalls aus dem Herstellungsprozess der U-Bahnstation weitere, im Boden verbliebene Stahlträger (Mittelbohrträger) unterhalb der U-Bahnstation, deren Lage ebenfalls nicht genau bekannt ist. Diese werden wie die westlichen Verbasträger nach Durchführung der ersten Injektionsphase (Kontaktinjektion) aus Bergestollen heraus geborgen. Diese werden aus einem neu zu errichtendem Schachtbauwerk heraus aufgefahren (Kap. 3.4.3.)

3.4.1. Baugrube Ost

Die zur Bergung der Verbasträger notwendigen Arbeiten müssen im Schutze einer lokalen Grundwasserabsenkung erfolgen. Es ist geplant, an der östlichen Seite der U-Bahn-Station eine mit Berliner Verbau gesicherte Baugrube bis zur Sohle der U-Bahn-Station herzustellen. Im Anschluss an das Bergen der freigelegten Verbasträger werden die Bohrungen verfüllt.

Die zur Berechnung der GW-Entnahmemenge relevante, prognostizierte Bauzeit ergibt sich wie folgt:

Baugrube Ost ca. 4,5 Monate

Der Zeitansatz umfasst dabei die Bauzeit ab Beginn der Aushubarbeiten bis zur Verfüllung der Baugrube.

Im Rahmen der durch die Dr. Spang GmbH durchgeführten 2D-Finite-Element-Berechnungen wurde die zu fördernde Wassermenge ermittelt. Die Berechnungsergebnisse für den Bereich der Stationsunterfahrung sind in Anlage [A15] beigefügt.

In der Berechnung für die Abschätzung der Wasserhaltung wurde als ungünstigster Ansatz ein Durchlässigkeitswert von $k = 10^{-3}$ (Mainterrassen) angesetzt. Als Baugrubenlänge wurde 44 m angesetzt. Das Niveau der Baugrubensohle wurde bei 87,6 mNN festgelegt. Auf Basis dieser Ergebnisse ist unter Beachtung der vorläufigen Bauzeit mit folgender Entnahmemenge zu rechnen:

Wasseranfall der Baugrube: ca. 712 m³/h

Für die instationäre Absenkphase ist die doppelte Wassermenge zu erwarten.

		Baugrube Ost
Absenkphase		
Zeitraum	[Mo]	2,5
	[h]	1.800
Entnahmerate	[m³/h]	1.424
Entnahmemenge	[m³]	2.563.200
für Endzustand der Baugrube		
Zeitraum	[Mo]	2,0
	[h]	1.440
Entnahmerate	[m³/h]	712
Entnahmemenge	[m³]	1.025.280
Gesamtentnahmemenge	[m³]	3.588.480

3.4.2. Bergestollen

Die westlichen Verbauträger sowie die Mittelbohrträger werden aus Bergestollen heraus vorab zum Tunnelvortrieb geborgen. Für die Erstellung der Bergestollen in Spritzbetonbauweise ist eine lokale Grundwasserabsenkung erforderlich. Die Entwässerung erfolgt während des Vortriebs aus der Ortsbrust heraus. Im Anschluss an das Bergen der Träger werden die Bergestollen verdämmert.

Die zur Berechnung der GW-Entnahmemenge relevante, prognostizierte Bauzeit ergibt sich wie folgt:

Bergestollen ca. 3,5 Monate

Der Zeitansatz umfasst dabei die Bauzeit ab Beginn der Wasserhaltung bis zur Verdämmung der Bergestollen.

Im Rahmen der durch die Dr. Spang GmbH durchgeführten 2D-Finite-Element-Berechnungen wurde die zu fördernde Wassermenge ermittelt. Die Berechnungsergebnisse sind in Anlage [A15] beigefügt.

In der Berechnung für die Abschätzung der Wasserhaltung wurde auf der sicheren Seite liegend nur der Durchlässigkeitswert der Mainterrassen von $k = 10^{-3}$ m/s angesetzt. Die Sohlentiefe der Bergestollen mit einem Außendurchmesser von ca. 4,10 m liegt auf ca. 82,00 mNN. Die Gesamtlänge des Bergestollen-Systems beträgt ca. 60 m. Auf Basis dieser Ergebnisse ist unter Beachtung der vorläufigen Bauzeit mit der folgenden Entnahmemengen zu rechnen:

Wasseranfall Bergestollen: ca. 1331 m³/h

Für die instationäre Absenkphase ist die doppelte Wassermenge zu erwarten.

		Bergestollen
Absenkphase		
Zeitraum	[Mo]	3
	[h]	2.160
Entnahmerate	[m ³ /h]	2.662
Entnahmemenge	[m ³]	5.749.920
für Endzustand der Baugrube		
Zeitraum	[Mo]	0,5
	[h]	360
Entnahmerate	[m ³ /h]	1331
Entnahmemenge	[m ³]	479.160
Gesamtentnahmemenge	[m ³]	6.229.080

3.4.3. Schachtbauwerk Danziger Platz

Für die Herstellung der vorher beschriebenen Bergestollen ist die Erstellung eines Schachtbauwerkes notwendig. Für das Schachtbauwerk ist als horizontale Abdichtung eine ca. 2 m dicke Unterwasserbetonsohle vorgesehen. Nach der Herstellung der nahezu wasserdichten Umschließungswände mittels überschnittener Bohrpfehlwand, dem Bodenaushub unter Wasser und der Herstellung der Unterwasserbetonsohle wird die Baugrube gelenzt. Die Lenzwassermenge entspricht dem Volumen der wassergefüllten Baugrube und ergibt sich somit aus der Baugrubenfläche multipliziert mit dem Wasserstand (Bauzustand):

Lenzwassermenge: ca. 897 m³

Nach dem Lenzen der Baugrube bis zur Wiederverfüllung fällt die Restwassermenge an. Eine wasserdichte Baugrube ist selbst im Idealfall nicht vollständig wasserdicht. Als Erfahrungswert wird als „Zufluss“ durch die Wände und Sohle ca. 1 l/s je 1000 m² angesetzt. Dieses Wasser ist dann als Restwasser innerhalb des geschlossenen Schachtes zu fassen und abzuführen.

Der für den Betrieb der Restwasserhaltung prognostizierte Zeitraum ergibt sich wie folgt:

Schachtbauwerk Danziger Platz ca. 26 Monate

Der Zeitanatz umfasst dabei die Zeit ab Lenzen der Baugrube bis zur Wiederverfüllung.

Mit einer anzusetzenden Sicherheit von 2 ergibt sich die Restwassermenge zu 70.584 m³. Der Sicherheitszuschlag berücksichtigt vorhandene Unwagbarkeiten bezüglich Untergrunddurchlässigkeit und Wasserständen im Boden.

Strecke 3685 [Bau-km]	OK Gründungstiefe [mNN]	Bemessungswasser Bauzustand [mNN]	Differenz OK Gründung / Bem.wasser [m]
53,6+87 – 53,7+03	81,7	94,4	12,7

Strecke 3685 [Bau-km]	Baugrubenfläche (Sohle) [m ²]	Lenzwasser-menge (Volumen Schacht) [m ³]	Baugrubenfläche (Sohle und Wände) [m ²]	Restwassermenge [l/s]
53,6+87 – 53,7+03	71	897	515	0,52

Strecke 3685 [Bau-km]	Wasserzufluss	Prognostizierter Zeitraum [Mt] bzw. [d]	Gesamtwasserzufluss (Sicherheitsfaktor 2 für Restwasser) [m ³]
53,6+87 – 53,7+03	Lenzwasser	einmalig	897
	Restwasser	26 Monate (je 30,5 d)	70.584
Summe:			71.481

3.5. Weitere Schachtbauwerke

3.5.1. Eastside

Im Bereich der Unterfahrung des Investoreneubaus Eastside auf dem Gelände der ehemaligen Feuerwache 1 sind zwei Schachtbauwerke geplant. Der Schacht Eastside West im Bereich der Hanauer Landstraße 77 - 81, der Schacht Eastside Ost im Bereich Grusonstraße 3 - 7. Beide Schächte werden mit einer wasserundurchlässigen Sohle erstellt und liegen mit ihrer Oberkante der Baugrubensohle bei ca. 88,7 mNN.

Die Lenzwassermenge entspricht dem Volumen der wassergefüllten Baugrube und wird beim Schacht Eastside West zu 1.739 m³, beim Schacht Eastside Ost zu 1.009 m³ ermittelt.

Als Erfahrungswert für die Bestimmung der Restwassermenge wird als „Zufluss“ durch die Wände und Sohle ca. 1 l/s je 1000 m² angesetzt.

Die zur Berechnung der Restwasser-Entnahmemengen prognostizierten Zeiträume ergeben sich wie folgt:

Schachtbauwerk Eastside West ca. 20 Monate

Schachtbauwerk Eastside Ost ca. 20 Monate

Die Ansätze umfassen dabei die Zeiten ab Lenzen der Baugruben bis zur Wiederverfüllung.

Mit einer anzusetzenden Sicherheit von 2 ergibt sich die Restwassermenge zu 102.416 m³ für den Schacht Eastside West bzw. 60.835 m³ für Schacht Eastside Ost.

Strecke 3685 [Bau-km]	Bauwerk	OK Gründungstiefe [mNN]	Bemessungswasser Bauzustand [mNN]	Differenz OK Gründung / Bem.wasser [m]
53,5+13 – 53,5+41	Schacht West	88,7	94,4	5,7
53,6+12 – 53,6+41	Schacht Ost	88,7	94,4	5,7

Strecke 3685 [Bau-km]	Bauwerk	Baugrubenfläc he (Sohle) [m²]	Lenzwasser menge (Volumen Schacht) [m³]	Baugrubenfläche (Sohle und Wände) [m²]	Restwasser menge [l/s]
53,5+13 – 53,5+41	Schacht West	305	1.739	972	0,97
53,6+12 – 53,6+41	Schacht Ost	177	1.009	577	0,58

Strecke 3685 [Bau-km]	Bauwerk	Wasserzufluss	Prognostizierter Zeitraum [Mt] bzw. [d]	Gesamtwasserzufluss (Sicherheitsfaktor 2 für Restwasser) [m³]
53,5+13 – 53,5+41	Schacht West	Lenzwasser	einmalig	1.739
		Regenwasser	20 Monate (je 30,5	102.416
53,6+12 – 53,6+41	Schacht Ost	Lenzwasser	einmalig	1.009
		Regenwasser	20 Monate (je 30,5	60.835
Summe:				165.999

3.5.2. Ostendstraße 61

Im Bereich der Unterfahrung der vorhandenen Bebauung, insbesondere der Hanauer Landstraße 48a, ist ein Schachtbauwerk in der Ostendstraße zur Durchführung von CGV-Maßnahmen geplant. Der Schacht wird mit einer wasserundurchlässigen Sohle erstellt und liegt mit der Oberkante der Baugrubensohle bei ca. 90 mNN.

Die Lenzwassermenge entspricht dem Volumen der wassergefüllten Baugrube und beträgt bei diesem Schacht 146 m³.

Als Erfahrungswert für die Bestimmung der Restwassermenge wird als „Zufluss“ durch die Wände und Sohle ca. 1 l/s je 1000 m² angesetzt.

Der zur Berechnung der Restwasser-Entnahmemenge prognostizierte Zeitraum ergibt sich wie folgt:

Schachtbauwerk Ostendstraße ca. 20 Monate

Der Ansatz umfasst dabei die Zeit ab Lenzen der Baugrube bis zur Wiederverfüllung.

Mit einer anzusetzenden Sicherheit von 2 ergibt sich die Restwassermenge zu 5.650 m³.

Strecke 3685 [Bau-km]	OK Gründungstiefe [mNN]	Bemessungswasser Bauzustand [mNN]	Differenz OK Gründung / Bem.wasser [m]
53,2+86	90,0	94,4	4,4

Strecke 3685 [Bau-km]	Baugrubenfläche (Sohle) [m ²]	Lenzwassermenge (Volumen Schacht) [m ³]	Baugrubenfläche (Sohle und Wände) [m ²]	Restwassermenge [l/s]
53,2+86	34	146	54	0,05

Strecke 3685 [Bau-km]	Wasserzufluss	Prognostizierter Zeitraum [Mt] bzw. [d]	Gesamtwasserzufluss (Sicherheitsfaktor 2 für Restwasser) [m ³]
53,2+86	Lenzwasser	einmalig	146
	Restwasser	20 Monate (je 30,5 d)	5.650
Summe:			5.796

3.6. Ableitung des geförderten Grundwassers

Das entnommene Grundwasser der beschriebenen GW-Haltungsmaßnahmen soll über eine oberirdisch geführte Streckenförderleitung dem Main zugeführt werden.

Das während der Bauzeit zu entnehmende Grundwasser wird im Wesentlichen in den Main (Vorfluter) und untergeordnet in die Kanalisation eingeleitet werden. Es werden ein Klär- und Absetzbecken sowie ein Leichtflüssigkeitsabscheider vorgeschaltet. Bei GW-Haltungsmaßnahmen, deren Absenktrichter in die Altlastenverdachtsfläche ALVF PFA 1 Vf-01 reicht, ist zusätzlich eine GW-Reinigungsanlage aufgrund der festgestellten PAK (und untergeordnet KW, PCB, SM) vorzusehen und betriebsbereit vorzuhalten.

Die Einleitstelle befindet sich an der Deutschherrnbrücke. Der Verlauf der Leitungstrasse und die bauzeitlich in Anspruch genommenen Grundstücke sind in den zugehörigen Anlagen der Planfeststellung gem. [A1], [A9] und [A10] dargestellt und alle relevanten Informationen in Abschnitt 3.7 erfasst.

Die maximale Einleitmenge wird bei ca. **1090 l/s** liegen. Dies ergibt sich bei gleichzeitiger GW-Haltung der Stations-Baugrube, beider Teilbereiche der Rampen-Baugrube, aller Restwassermengen der Schachtbauwerke sowie der Absenkphase zur Herstellung der Bergestollen.

3.7. Vorübergehend beanspruchte Grundstücke

Ergänzend wird auf die zugehörigen Anlagen der Planfeststellung gem. [A1], [A9] und [A10] verwiesen.

Zusammenstellung der durch die zuvor beschriebenen Grundwasserhaltungsmaßnahmen vorübergehend beanspruchten Grundstücke:

Lfd. Nr. gem. GEV	Gemarkung	Flur	Flurstück	Plan-Nr.
Tunnelabschnitt Ost				
Bau-km 54,2+20 bis Bau-km 54,3+80				
05.125	FFM 060478	410	1/2	5.2.05
05.126		410	1/76	5.2.04 / 5.2.05
S-Bahn-Station Frankfurt (M)-Ost				
Bau-km 53,7+16 bis Bau-km 53,9+30				
04.118	FFM 060478	411	23/1	5.2.04
04.119		411	201/23	
04.120		411	253/34	
04.121		414	94/1	
04.122		414	94/2	
04.123		414	2/1	
04.131		389	40/1	
04.132		411	21/87	
04.133		411	21/88	

04.134	FFM 060478	411	85/1	5.2.04
04.135		414	3	
04.136		414	190/4	
Tunnelabschnitt West				
Unterfahrung U-Bahn-Station U6 am Danziger Platz, ~ Bau-km 53,6+89				
04.118	FFM 060478	411	23/1	5.2.04
04.132		411	21/87	
In Abhängigkeit der Reichweite des Absenke-trichters sind noch weitere Grundstücke vorübergehend betroffen.				10.3.3
Schacht Eastside West Bau-km 53,5+13 – 53,5+41				
04.109	FFM 060478	411	21/99	5.2.03 / 5.2.04
Schacht Eastside Ost Bau-km 53,6+12 – 53,6+41				
04.116	FFM 060478	411	239/26	5.2.04
04.137		411	26/17	
04.138		411	339/26	
04.143		411	25/5	
Schacht Ostendstraße Bau-km 53,2+86				
03.70	FFM 060478	412	25	5.2.03
Ableitung des geförderten GW				
04.118	FFM 060478	411	23/1	5.2.04 / 5.2.04.01 / 10.3.2
04.119		411	201/23	
04.123		414	2/1	
04.127		414	59/1	
04.129		414	61/1	
04.130		414	61/2	
04.136		414	190/4	
04.146		414	96/2	
04.147		414	102	
04.148		414	113	
05.126		410	1/76	5.2.04 / 5.2.05

3.8. Alternative Betrachtung der Spritzbetonbauweise

Es wurde die Möglichkeit untersucht, den Tunnel in Spritzbetonbauweise aufzufahren. Bei dieser wird das Gebirge abschlagsweise mit Baggern, Teilschnittmaschinen o. ä. gelöst, und die Kontur des freigelegten Hohlraums möglichst zeitnah mit Ausbaubögen, einer bewehrten Spritzbetonschale und ggfs. weiteren Mitteln gesichert.

Im Zusammenhang mit der Unterfahrung der U-Bahn hat diese Bauweise den Vorteil, dass auf eine Bergemaßnahme für die Verbauträger verzichtet werden könnte, da beim Bau der U-Bahnstation eine spätere Kreuzung der S-Bahn bereits berücksichtigt wurde. Allerdings ist die

entsprechende bauliche Vorkehrung in Form von parallelen, aufgelösten Bohrpfahlreihen unterhalb der Sohlplatte auf einen Tunnelvortrieb in Spritzbetonbauweise im Schutze einer großflächigen Grundwasserabsenkung ausgerichtet. Diese Bauweise entsprach zur damaligen Zeit dem Stand der Technik, ist jedoch aus Gründen des Umweltschutzes heute nicht mehr genehmigungsfähig.

Die Spritzbetonbauweisen unterscheiden sich in erster Linie hinsichtlich der Art der Grundwasserhaltung. Folgende Varianten wurden untersucht und verworfen:

Vortrieb mit großflächiger GW-Absenkung	entspricht nicht mehr dem heutigen Stand der Technik; nicht genehmigungsfähig wegen großem Eingriff in den Grundwasserhaushalt; große Setzungen bis in große Reichweite mit Schäden an oberflächlicher Bebauung erwartet
Vortrieb mit GW-Teilabsenkung und reduzierter Druckluftstützung	Nicht genehmigungsfähig wegen großem Eingriff in Grundwasserhaushalt; kaum Vorteile zu großflächiger GW-Absenkung wegen hydraulischer Kommunikation zwischen Grundwasserleitern; akute Gefahr von Ausbläsern; Druckluft birgt hohes Risiko für U-Bahnstation
Vortrieb mit Druckluftstützung	s. o.
Vortrieb mit Vereisung	Tonschichten des anstehenden Baugrunds führen bei Vereisung zu unverträglichen Frosthebungen der U-Bahnstation; punktförmige Belastung der Stationssohle durch Eislinsenbildung;
Vortrieb mit Abdichtung mittels Injektionen	Abdichtung kann wegen Inhomogenität des Baugrunds und Verkarstungen nicht gewährleistet werden

Es hat sich gezeigt, dass ein Spritzbetonvortrieb gerade zur Unterquerung der U-Bahn nicht durchführbar ist. In Folge dessen kann die Vorsorgemaßnahme der U-Bahn-Station aus technischen Gründen nicht genutzt werden. Da der Außendurchmesser der Maschine mit etwa 8,60 m wesentlich größer ist als der lichte Abstand der Bohrpfähle zueinander (ca. 7 m) und die bewehrten Bohrpfähle nicht mit dem Schneidrad der Maschine durchfahren werden können, wird die Trasse der S-Bahn nördlich an der Vorsorgemaßnahme vorbei geführt.

4. Einbringen von Stoffen

4.1. Allgemeines

Im Folgenden werden die Baumaßnahmen beschrieben, für die das Einbringen und Einleiten von Stoffen in Gewässer gemäß § 9 (1) Nr. 4 WHG beantragt wird.

- Stützflüssigkeiten und Konditionierungsmittel im Schildvortrieb (Kapitel 4.2)
- Bodenaustausch zur Herstellung von Dichtblöcken im Start- und Zielbereich der TVM (Kapitel 4.3)
- Kompensationsinjektionsmaßnahmen (CGV) im Rahmen der Unterfahrung der U-Bahnstation der Linie U6, der geplanten Investorenbebauung Eastside, der geplanten Investorenbebauung Hanauer Landstr 74, der vorhandenen Bebauung Hanauer Landstr 48a und ggfs. weiterer Gebäude zur Vermeidung von unverträglichen Setzungen (Kapitel 4.4)
- Verankerung (Verpressanker) der Stützkonstruktion für die Tunnelvortriebsmaschine (TVM) im Anfahrbereich in der Rampe und in der Station (Kapitel 4.5)
- Abdichtungsinjektionen im Rahmen der Erstellung der Stollen im Bereich des Notausstiegs Rückertstraße (Kapitel 4.6)
- Injektionsschirm im Bereich des Anschlusses an den Bestand im Bereich der Grünen Straße (Kapitel 4.7)
- Ggfs. Verankerung (Verpressanker) von Verbauwänden (Kapitel 4.8)

4.2. Stützflüssigkeiten und Konditionierungsmittel im Schildvortrieb

In Abhängigkeit der gewählten Schildmaschine (Erddruck-/Hydroschild) und anstehenden Geologie kommen im Vortrieb Wasser, Bentonitsuspension als Stützflüssigkeit oder ggf. weitere Konditionierungsmittel (Ton- und Polymersuspensionen/ Tensidschäume) zum Einsatz. Sowohl diese als auch das verwendete Verpressmaterial für die Ringspaltverpressung müssen bei Kontakt mit dem Grundwasser vor dem Einsatz hinsichtlich Umweltverträglichkeit nachgewiesen werden. Dieses Verfahren wurde bereits vielfach ohne Probleme umgesetzt, und wird daher in dieser Hinsicht als unproblematisch gesehen.

Die verwendeten Stützflüssigkeiten und Konditionierungsmittel werden in der Arbeitskammer der Maschine eingesetzt und werden zusammen mit dem Ausbruchmaterial annähernd vollständig zutage gefördert.

Bei einem flüssigkeitsgestützten Tunnelvortrieb kommt eine Separationsanlage zum Einsatz. Dabei wird durch einen mehrstufigen Prozess das anfallende Ausbruchmaterial in seine Feststoff- und Flüssigkeitsbestandteile getrennt. Ziel ist es, die aufbereitete Stützflüssigkeit vollständig in den Förderkreislauf zurückzuführen und den gewonnenen Feststoff deponierbar zu machen. Dem Förderkreislauf entnommenes, nicht mehr einsatzfähiges Altbentonit ist in geeigneten Behandlungsverfahren zu entwässern und zu entsorgen. Das dabei anfallende Wasser kann in die Kanalisation eingeleitet werden.

4.3. Bodenaustausch zur Herstellung von Dichtblöcken

Im Zusammenhang mit dem maschinellen Tunnelvortrieb werden an den Köpfen der Stationsbaugrube bzw. an der Stirnseite der Startbaugrube in der Rampe außenliegende Dichtblöcke hergestellt. Diese Dichtungselemente werden im Bodenaustauschverfahren hergestellt, wobei der anstehende Baugrund lamellenweise gegreifert und die Lamellen mit Dichtwandmasse verfüllt werden. In der Fuge zwischen dem Dichtblock und der Verbauwand ist eine abdichtende Injektion vorgesehen. Die eingesetzten Materialien müssen vor ihrer Verwendung hinsichtlich Umweltverträglichkeit nachgewiesen werden.

Die Dichtblöcke weisen eine Länge von etwa 10 m auf und werden bis etwa 2 m unter GOK hergestellt. Die Abmessungen in Breite und Tiefe sind abhängig von den statischen Erfordernissen, orientieren sich jedoch ungefähr an der Breite der Verbauwand und Tiefenlage der Baugrubensohle.

4.4. CGV-Maßnahmen

Durch die Unterfahrung der U-Bahnstation am Danziger Platz, der geplanten Investorenbebauung Eastside, der geplanten Investorenbebauung Hanauer Landstr 74, der vorhandenen Bebauung Hanauer Landstr 48a und ggfs. weiterer Gebäude mit geringer Überdeckung sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um für die Bauwerke unverträgliche, vortriebsbedingte Setzungen und Schiefstellungen zu verhindern. Zu diesem Zweck sind Hebungsinjektionen mittels CGV-Maßnahmen vorgesehen („Compensation-Grouting-Verfahren“).

Durch die Hebungsinjektionen werden Setzungen am Bauwerk ausgeglichen, indem ein auf den Baugrund abgestimmtes Verpressgut gezielt unterhalb der Bauwerkssohle in den Boden injiziert wird. Die Injektionen werden planmäßig zwischen Tunnelfirste und Bauwerkssohle eingebracht. Das verwendete Verpressmaterial muss vor dem Einsatz hinsichtlich Umweltverträglichkeit nachgewiesen werden.

Bei der Errichtung von Schächten im Unterwasseraushub wird lediglich das in der Baugrube anstehende Grundwasser nach Herstellung der Unterwasserbetonsohle abgeführt. Ggfs. ist die Abdichtung von Schächten nach unten gegen anstehendes Grundwasser mittels Dichtsohlen erforderlich. Das verwendete Injektionsmaterial muss vor dem Einsatz hinsichtlich Umweltverträglichkeit nachgewiesen werden.

4.5. Verankerung der Stützkonstruktion für die TVM

Beim Startvorgang der TVM ist diese über entsprechende Maßnahmen rückwärtig abzustützen. Die hierfür vorgesehene Abstützkonstruktion muss über Verpressanker vertikal in den Baugrund rückverankert werden, um ein Kippen der Stützkonstruktion zu verhindern. Die Anker verbleiben nach Abschluss der Maßnahme im Baugrund. Die Umweltverträglichkeit des verwendeten Verpressgutes muss vor dem Einsatz nachgewiesen werden.

4.6. Notausstieg Rückertstraße

Ergänzend wird auf die zugehörige Anlage der Planfeststellung gem. [A3] verwiesen.

Der Notausstieg (NA) Rückertstraße besteht aus einem Rettungsschacht mit Fluchttreppenhaus und führt im Gehwegbereich zur Oberfläche. Er befindet sich zwischen den beiden Tunnelröhren und wird durch 2 unterirdische Rettungsstollen an diese angeschlossen.

Der Rettungsschacht wird in Deckelbauweise unter Druckluft hergestellt. Verfahrensbedingt sind für die Herstellung eine Personen- und eine Materialschleuse notwendig. Diese werden auf dem Deckel installiert. Der Baugrubenverbau für den Schacht wird als überschnittene Bohrpfahlwand abschnittsweise hergestellt. Die Rettungsstollen werden aus dem Schacht heraus in Spritzbetonbauweise aufgefahren. Ggf. muss bei dem Vortrieb der Stollen eine Bodenvergütung mittels Abdichtungsinjektionen vorgenommen werden, um ein Ausbläsen zu vermeiden. Nach Abschluss der Spritzbetonarbeiten wird die Sohle des Schachtes kraftschlüssig und wasserdicht an den Baugrubenverbau angeschlossen. Ab diesem Zeitpunkt wird die Druckluft abgeschaltet und die Schleusen rückgebaut. Anschließend wird das Schachtbauwerk inkl. Innenschale Rettungsstollen und Treppenaufgang zur Oberfläche hergestellt. Je nach Erfordernis wird dieser Treppenaufgang im Anschlussbereich an der Sohle gegen das Grundwasser abgedichtet.

Das verwendete Injektionsmaterial muss vor dem Einsatz hinsichtlich Umweltverträglichkeit nachgewiesen werden.

Die Herstellung unter Druckluft erfolgt in der Regel ohne wesentliche Beeinflussung des Grundwasserhaushaltes, es werden keine nennenswerten GW-Mengen abgeleitet.

4.7. Injektionsschirm im Bereich des Anschlusses an den Bestand

Der bergmännische Tunnelabschnitt westlich der S-Bahn-Station wird bis ca. 5 m vor die Bestandstunnel mit einer TVM vorgetrieben. Der Anschluss der bergmännischen Tunnelröhren an den Bestand im Bereich Grüne Straße erfolgt dann in Spritzbetonbauweise im Schutze von Druckluft. Um mögliche Baugrundinhomogenitäten abzudichten und Luftwegigkeiten zu vermeiden, wird vorausseilend zum SBW-Vortrieb im Anschlussbereich ein umlaufender Injektionsschirm hergestellt, welcher sich um die Kontur des Bestandsquerschnitts legt. Die Injektionen werden notwendigerweise bergmännisch aus der Maschine heraus erstellt.

Das verwendete Injektionsmaterial muss vor dem Einsatz hinsichtlich Umweltverträglichkeit nachgewiesen werden.

4.8. Verankerung (Verpressanker) von Verbauwänden

Ggfs. werden die Verbauwände der Baugruben für das Stationsbauwerk bzw. des Rampenbauwerks mittels Verbauankern gestützt. Die Anker verbleiben nach Abschluss der Maßnahme im Baugrund. Die Umweltverträglichkeit des verwendeten Verpressgutes muss vor dem Einsatz nachgewiesen werden.

5. Aufstauen und Umleiten von Grundwasser

5.1. Allgemeines

Im Folgenden werden die Bauwerke beschrieben, für die das Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser gemäß § 9 (2) Nr. 1 WHG beantragt wird.

Dies betrifft im Rahmen der hier geplanten Baumaßnahme folgende permanente Bauwerke

- Tunnelbauwerk (Kapitel 5.2)
- S-Bahnstation Frankfurt Ost (Kapitel 5.3)
- Verbauwände des Rampenbauwerkes (Kapitel 5.4)
- Dichtblöcke (Kapitel 5.5)
- Injektionsfächer (CGV-Maßnahme) (Kapitel 5.6)
- Schachtbauwerke (CGV-Maßnahme) (Kapitel 5.7)
- Verankerung der Stützkonstruktion für die Tunnelvortriebsmaschine (TVM) (Kapitel 5.8)
- Notausgang Rückertstraße (Kapitel 5.9)
- Injektionsschirm im Bereich des Anschlusses an den Bestand im Bereich der Grünen Straße (Kapitel 5.10)
- Ggfs. Verankerung (Verpressanker) von Verbauwänden (Kapitel 5.11)
- Bergestollen unterhalb der U-Bahnstation (Kapitel 5.12)

5.2. Tunnelbauwerk

Das Tunnelbauwerk wird ausschließlich vertikal umströmt, eine seitliche Umströmung des Tunnelbauwerks ergäbe sich erst bei hohen Aufstaubeträgen. Entsprechend dem Hydrogeologischen Gutachten [A11] bewirkt das Tunnelbauwerk nach Abschluss der Baumaßnahme eine Verengung des Fließquerschnitts für die GW-Strömung. Da aber weiterhin die gleiche GW-Menge den verengten Querschnitt passieren muss, entsteht vor dem Bauwerk ein Aufstau und hinter dem Bauwerk ein Sunk. Im Bereich der Tunnelabschnitte werden Aufstau und Sunk 5 cm voraussichtlich nicht überschreiten [A11].

5.3. S-Bahnstation Frankfurt (M) – Ost

Im Bereich S-Bahn-Station Frankfurt (M.) – Ost ist bei einem dauerhaften Verbleib des Baugrubenverbau ein Aufstau über 50 cm unwahrscheinlich [A14]. Es wird davon ausgegangen, dass das Stationsbauwerk horizontal umströmt wird, falls der Aquifer über die gesamte Mächtigkeit abgesperrt wird [A11].

Station		GOK	GWS	Tunnel		geol. Formation		kf-Wert	Aquifermächtigkeit		Aufstau/ Sunk
von	bis	m NN	m NN	OK m NN	UK m NN	Bez	UK m NN		vorher m	mit Bauwerk m	
52.900	53.100	101,0	94,7	91,0	77,0	3	98,8	x	32,0	18,0	0,08
						4	85,0	2,20E-05			
						5	61,0	4,00E-05			
53.100	53.230	99,0	94,7	90,0	78,0	2a	95,0	x	34,0	22,0	0,05
						4	93,0	x			
						5	75,0	4,00E-05			
						6	59,0	4,00E-05			
53.230	53.360	98,0	94,7	89,0	78,5	2	93,5	x	35,0	24,5	0,04
						5	84,0	4,00E-05			
						6	58,0	4,00E-05			
53.360	53.600	98,0	95,15	88,0	79,5	3	91,0	1,20E-05	35,0	26,5	0,03
						6	58,0	4,00E-05			
53.600	53.750	99,0	95,15	87,5	79,5	3	91,0	1,20E-05	34,5	27,0	0,03
						6	59,0	4,00E-05	32,0	24,0	0,03
53.750	53.940		95,4	Station	78,5	3	91,0	1,20E-05	4,5	0	
						6	58,0	4,00E-05	33,0	20,5	0,06
53.940	54.130	103,0	95,4	90,0	82,5	3	91,0	1,20E-05			
						6	63,0	4,00E-05			
54.130	54.250	102,0	95,7	97,5	89,5	1	96,0	x			
						2a	92,0	Trennschicht			
						3	86,0	1,20E-05	6,0	3,5	0,07
						6	63,0	4,00E-05	23,0	23,0	
54.250	54.350	103,0	95,7	101,0	93,0	1	96,0	x			
						2a	92,0	Trennschicht			
						3	86,0	1,20E-05	6,0	6,0	0
						6	63,0	4,00E-05	23,0	23,0	0

Abbildung 2: Aufstauberechnung⁴ - Quelle: Tabelle 5.2-1 aus [A11].

5.4. Verbauwände Rampenbauwerk

Die Verbauwände (überschnittene Bohrpfehlwände) verbleiben dauerhaft im Boden. Der Fließquerschnitt unterhalb der Verbauwände wird dadurch im Vergleich zum Tunnelbauwerk verringert. Dies wurde in der Aufstauberechnung nicht berücksichtigt. Die der hydrogeotechnischen Stellungnahme zugrunde liegende Einbindetiefe beträgt maximal ca. 8 m im TB 1 und 5 m im TB 2. Unterhalb der Verbauwände des Rampenbauwerks stehen durchlässige graue Cerithien (Schicht II.5a) an, so dass der untere Grundwasserleiter durch die

⁴ Im Bereich der Station wurde für die Berechnung die Entfernung der Baugrubensicherung nach Abschluss der Baumaßnahme angenommen.

Verbauwände nicht abgesperrt wird. Der Aufstau wird somit deutlich geringer ausfallen als im Bereich der S-Bahnstation (50 cm) sollte 20 cm nicht überschreiten.

5.5. Dichtblöcke

Die Dichtblöcke wurden in der hydraulischen Berechnung nicht berücksichtigt. Mit den Dichtblöcken ergibt sich hydraulisch eine Verlängerung des Stationsbauwerks. Da die horizontale Umströmung damit verändert wird (längerer Fließweg), wird sich ein zusätzlicher Aufstau einstellen. Die Dichtblöcke weisen eine Länge von ca. 10% der Stationsbauwerkslänge auf, weshalb in erster Näherung von einem zusätzlichen Aufstau/Senk in der Größenordnung von wenigen Zentimetern ausgegangen werden kann.

5.6. Injektionsfächer (CGV-Maßnahmen)

Die CGV-Maßnahmen wurde in der Aufstauberechnung nicht berücksichtigt. Es werden keine Auswirkungen auf den quartären Grundwasserabfluss erwartet, da die geplanten CGV-Maßnahmen voraussichtlich im Tertiär ausgeführt werden.

5.7. Schachtbauwerke (CGV-Maßnahmen)

Die erforderlichen Bohrungen im Rahmen der CGV-Maßnahmen werden aus separaten Schachtbauwerken erstellt. Aufgrund der Tiefenlage der Bohrebenen ist ein wasserdichter Verbau mit überschrittenen Bohrpfählen sowie eine Sohlabdichtung mit Unterwasserbeton bzw. Dichtsohle vorgesehen. Die Baugrubensicherungen verbleiben nach Abschluss der Baumaßnahme im Boden.

Im Bereich der Unterfahrung der U-Bahnstation befindet sich die Sohle der Bohrpfahlwand in etwa auf Höhe der Sohle des Tunnels. Diese befindet sich im Bereich der durchlässigen Schicht II.5a (graue Cerithien), so dass eine vertikale Unterströmung möglich ist. Aufgrund der geringen horizontalen Abmessung von maximal 15 m wird das Bauwerk außerdem horizontal umströmt. Ein Aufstau wird als vernachlässigbar gering eingeschätzt.

Im Bereich der Unterfahrung des Investoreneubaus Eastside auf dem Gelände der ehemaligen Feuerwache 1 sind zwei Schachtbauwerke geplant. Diese haben eine maximale Breite von 10 m und grenzen unmittelbar an die Verbauwand des Projektes Eastside an, durch welche der quartäre Grundwasserleiter abgesperrt wird. Die zusätzliche Einbindetiefe des Schachtbauwerks erfolgt ausschließlich im Tertiär, weshalb hierdurch keine signifikante Beeinflussung des quartären Grundwasserleiters erwartet wird.

Durch die Herstellung des Schachtbauwerkes im Bereich der Hanauer Landstr 48a oder ggfs. weiterer kreisrunder Schachtbauwerke im Bereich der Tunneltrasse mit einem Außendurchmesser von maximal 10 m werden keine Auswirkungen auf den quartären Grundwasserabfluss erwartet, da diese aufgrund der geringen Abmessungen horizontal umströmt werden können.

5.8. Verankerung Stützkonstruktion für TVM

Da Verpresskörper von Verankerungen den jeweiligen Fließquerschnitt nicht vollständig absperren, sondern seitlich und zwischen den Verpresskörpern umströmt werden können, wird kein Aufstau durch Verpresskörper von Ankern erwartet.

5.9. Notausgang Rückertstraße

Der Notausgang besteht aus einem vertikalen Schacht, dem von jeder Tunnelröhre ein Rettungsstollen zuläuft. Die Rettungsstollen befinden sich auf Höhe der Tunnel und bewirken somit keine zusätzliche Verringerung des Fließquerschnitts. Der Schacht reicht in vertikaler Richtung ca. 2 m unter die Sohle der südlichen Tunnelröhre, so dass er ohne große Verringerung des Fließquerschnitts in der durchlässigen Schicht II.5a unterströmt werden kann ohne den Aquifer abzusperren. Aufgrund seiner geringen horizontalen Ausdehnung (ca. 12,5 m) wird der Schacht horizontal umströmt, wodurch maximal ein Aufstau im cm-Bereich erwartet wird.

5.10. Injektionsschirm im Bereich des Anschlusses an den Bestand

Durch diese Injektionsmaßnahme wird im Bereich des Anschlusses ein geringfügig größerer Tunnelkörper erstellt. Dies wurde in der Aufstauberechnung nicht berücksichtigt. Aufgrund der insgesamt geringen Aufstauwirkung des Tunnelbauwerks wird durch die Vergrößerung des Tunneldurchmessers im Anschlussbereich keine entscheidende Änderung der Aufstauwirkung erwartet.

5.11. Ggfs. Verankerung (Verpressanker) von Verbauwänden

Ggfs. werden die Verbauwände der Bauguben zur Erstellung des Rampenbauwerks bzw. der S-Bahnstation rückverankert. Durch die Verpresskörper der Anker wird kein Aufstau erwartet, da diese den jeweiligen Fließquerschnitt nicht vollständig absperren, sondern seitlich und zwischen den Verpresskörpern umströmt werden können.

5.12. Bergestollen unterhalb der U-Bahnstation

Die Bergestollen zur Bergung der Verbau- und Mittelbohrträger unterhalb der Sohle der U-Bahnstation am Danziger Platz weisen einen Außendurchmesser von ca. 4 m auf und werden ausschließlich im Tertiär aufgefahren. Sie liegen zu einem großen Teil in dem mit der Tunnelvortriebsmaschine zu durchfahrenden Bereich, weshalb durch diese keine zusätzliche Auswirkung auf die Grundwasserströmung erfolgt. Die Bereiche der Bergestollen, die nicht von der TVM durchfahren werden, können in der durchlässigen Schicht II.5a vertikal unter- bzw. überströmt werden. Hierdurch wird kein Einfluss auf quartären Grundwasserabfluss erwartet.

5.13. Fazit

Aufgrund der geringen Werte für Aufstau und Sunk sind bauliche Maßnahmen zur Gewährleistung einer Umströmung der geplanten Bauwerke nicht erforderlich.

6. Einleiten von Niederschlagswasser

Im Folgenden werden die Mengen an Niederschlagswasser zusammengestellt, für die möglicherweise eine Erlaubnis zur Einleitung in Gewässer gemäß § 57 WHG (Bauzustand) bzw. in öffentliche Abwasseranlagen (Endzustand) gemäß § 58 WHG zu beantragen ist. Dies betrifft die Bereiche des Trogbauwerkes (Kapitel 6.1) und des Rahmenbauwerkes (Kapitel 6.2).

6.1. Trogbauwerk

Im Endzustand wird das Niederschlagswasser am westlichen Ende des Troges über eine Hebeanlage in die Kanalisation eingeleitet. Die in Anlage [A7] berechnete Niederschlagsmenge beträgt im Maximum 72 l/s. Die Einleitung wird in den Antragsunterlagen für die freie Strecke beantragt [A12].

Im Bauzustand wird das Niederschlagswasser gemeinsam mit dem Wasser aus der Grundwasserhaltung in den Main abgeleitet. Bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 900 l/m² auf einer Fläche von $A_E = 2535 \text{ m}^2$ ergibt sich eine Gesamtmenge von ca. 2.300 m³. In Anbetracht der Wassermengen aus der Grundwasserhaltung wird dies als vernachlässigbar angesehen.

6.2. Rahmenbauwerk

Im Endzustand fällt maximal Schleppwasser in vernachlässigbar geringen Mengen an, das zur Hebeanlage im Osten der S-Bahnstation weitergeleitet werden würde.

Im Bauzustand wird das Niederschlagswasser gemeinsam mit dem Wasser aus der Grundwasserhaltung in den Main abgeleitet. Bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 900 l/m² auf einer Fläche von 1800 m² ergibt sich eine Gesamtmenge von 1600 m³. In Anbetracht der Wassermengen aus der Grundwasserhaltung wird dies als vernachlässigbar angesehen.

6.3. S-Bahn Station

Im Endzustand wird das Niederschlagswasser von den Dachflächen der drei Zugangsbauwerke (Zugang West, Zugang Mitte und Notausgang) in die Kanalisation eingeleitet. Die Berechnung der anfallenden Wassermenge ist Anlage [A16] zu entnehmen. Für den Zugang West beträgt die berechnete Niederschlagsmenge 2,0 l/s für eine Fläche von 145 m². Beim Zugang Mitte mit einer Dachfläche von 140 m² wird eine Niederschlagsmenge von 1,9 l/s ermittelt. Beim Notausgang ergibt sich eine Niederschlagsmenge von 0,9 l/s für eine Dachfläche von 65 m².

Die Entwässerung der Dachflächen erfolgt über Grundleitungen als Freispiegelleitungen, welche an den öffentlichen Kanal der Stadtentwässerung angeschlossen werden.

7. Berücksichtigung von Altlastenverdachtsflächen

In [A13] werden die Altlastenverdachtsflächen im Bereich der Baumaßnahmen ausführlich beschrieben. An dieser Stelle erfolgt nur eine kurze Zusammenfassung der hinsichtlich der Maßnahmen zur Grundwasserhaltung wesentlichen altlastenrelevanten Flächen.

Abbildung 3 zeigt die Einteilung in Verdachtsflächen im Bereich des Tunnelbauwerks.

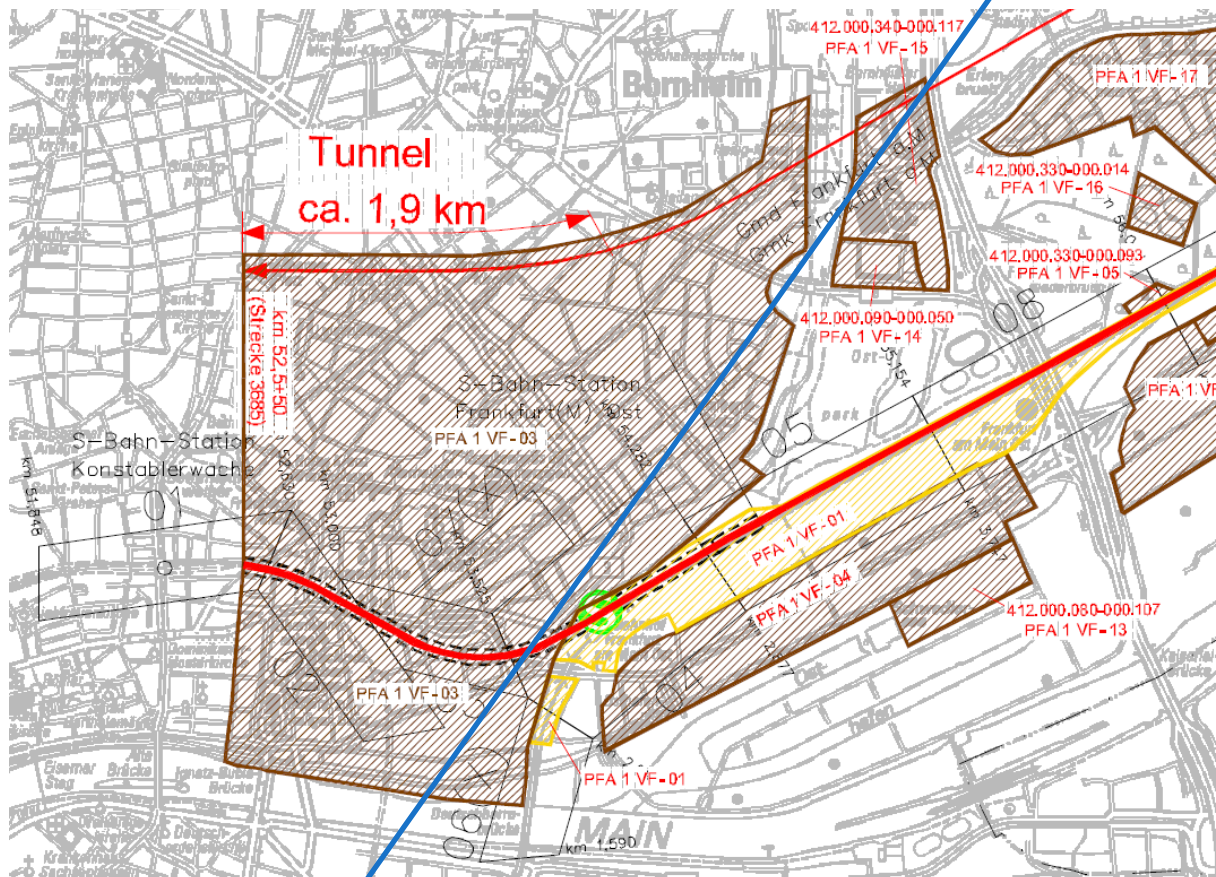


Abbildung 3: Ausschnitt Übersichtslageplan Verdachtsflächen

Der Streckenabschnitt des Planfeststellungsabschnittes 1 - Frankfurt am Main liegt außerhalb von Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten.

Im Bereich des Tunnelvortriebs im Tertiär der Frankfurter Innenstadt ist mit geogen bedingten erhöhten Sulfatgehalten, örtlich auch mit Arsen- und Chrombelastungen zu rechnen. Dies ist bei der Grundwasserentnahme aus den durch die Grundwasserentspannung betroffenen tertiären Schichten zu beachten und eine Grundwasserreinigung vorzusehen.

Zur Herstellung der Station Frankfurt (M) - Ost ist eine Grundwasserentspannung sowie zur Bergung der Verbauträger im Bereich der U-Bahnstation eine Grundwasserabsenkung vorgesehen. Die Lage der GW-Entspannungen / -Absenkungen sowie deren Absenkungsbereiche sind in Abbildung 4 und Abbildung 5 dargestellt. Es werden hierdurch voraussichtlich die Altlastenverdachtsflächen PFA 1 VF-01, PFA 1 VF-03 und PFA 1 VF-04 betroffen.

Durch die Grundwasserentspannung zur Herstellung der Station Frankfurt (M) - Ost sind keine der insgesamt 27 vom RP Darmstadt gelisteten Flächen betroffen (Abbildung 4).

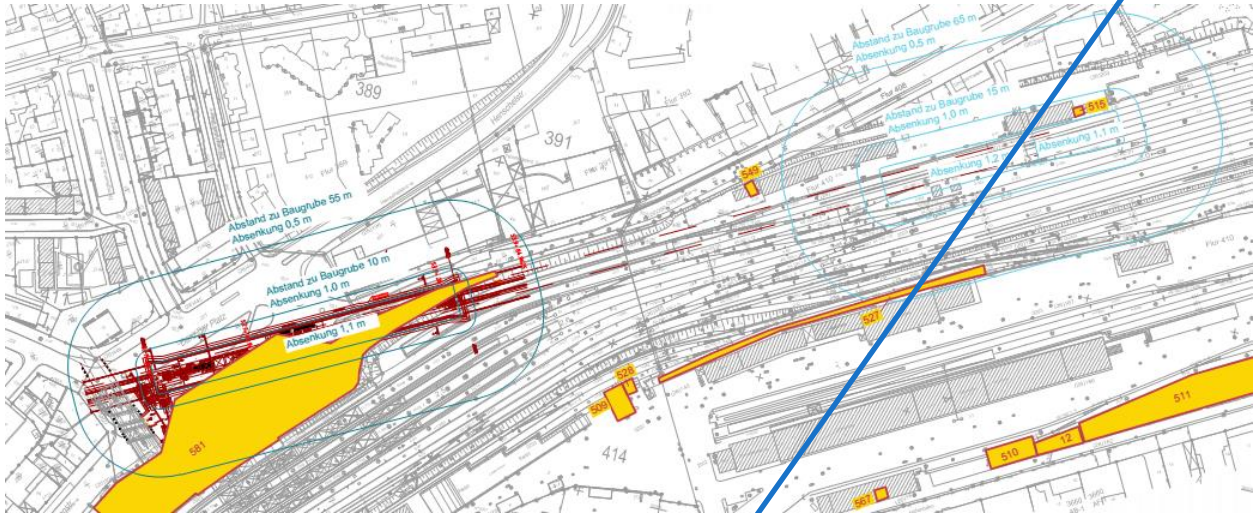


Abbildung 4: Absenktichter Baugrube Rampe Ost / Stationsbauwerk, Ausschnitt Lageplan [A13]

Durch die weitreichenden Absenkungsbereiche der erforderlichen Grundwasserabsenkungen zur Bergung der Verbauträger sind insgesamt sieben der vom RP Darmstadt gelisteten Flächen betroffen (Abbildung 5 und Tabelle 2), die sich in unterschiedlichen Verdachtsflächen befinden.

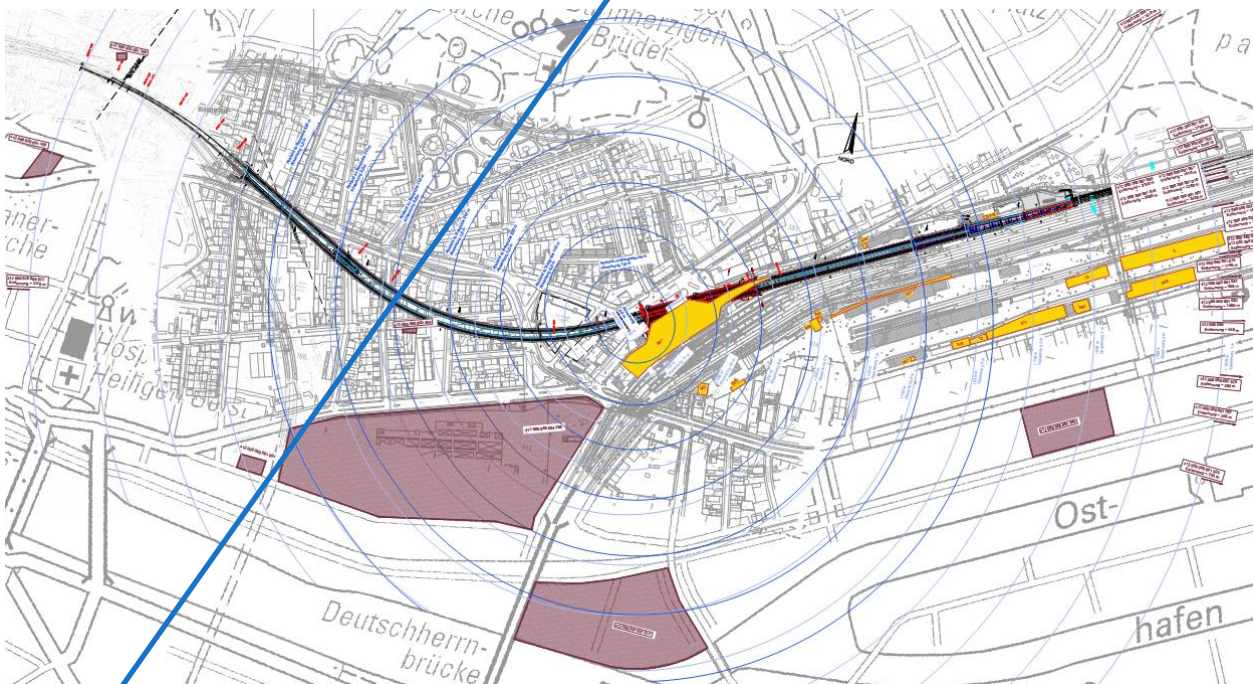


Abbildung 5: Absenktichter Bergestollen / Verbauträgerbergung, Ausschnitt Lageplan [A13]

Tabelle 2: Durch GW-Absenkung betroffene altlastenrelevante Flächen gem. Liste des RP Darmstadt [A13]

Altlastenrelevante Fläche	Bezeichnung	Altlastenstatus
412.000.020.001.388	ehem. chemische Reinigung Panama	LHKW-Schaden
412.000.020.001.458	Fa. Kuhlmann	Quecksilberbelastung
412.000.080.004.386	Ehem. Vogt & Häfner / Siemens	Im Rahmen der WH Neubau Audi-Zentrum GW-Belastung mit VC (Vinylchlorid) festgestellt (ca. 500 – 1.000 µg/l)
412.000.080.001.014	Hafenpark	im Bereich der Hinterfüllung der Kaimauer, GW-Belastung mit Cyaniden bekannt (bis zu 400 µg/l)
412.000.080.004.208	Areal ehem. Großmarkthalle / Neubaugebiet EZB	Restbelastung, Schwermetalle u.a. Cyanide
412.000.080.003.469	ehem. Tankstelle	MKW-Restbelastung
412.000.080.001.001	Gaswerk	PAK, Cyanide

Zusätzlich zu den o.g. Flächen sind insgesamt 16 Einzelverdachtsflächen aus den Verdachtsflächen PFA 1 VF-01 TB2 bis TB5 durch die Grundwasserentspannung und die Grundwasserabsenkung betroffen (Tabelle 3). Weitergehende Informationen sind [A13] zu entnehmen.

In den nach Tabelle 2 und Tabelle 3 betroffenen altlastenrelevanten Flächen sowie Einzelverdachtsflächen ist aufgrund der zumeist in gelöster Zustandsform vorhandenen Belastungen (LHKW, Cyanide, MKW, Vinylchlorid), u.a. ehem. chemische Reinigung Panama, ehem. Altölraffinerie Haberland, VF 509, VF 527, etc., eine Schadstoffverlagerung möglich. Schwermetalle (u.a. Areal Großmarkthalle, Fa. Kuhlmann, VF 531, VF 549, etc.) und PAK-Belastungen (u.a. Gaswerk, VF 581, VF 567 und VF 559) sind zwar i.d.R. nicht gelöst, können jedoch mit dem Grundwasser verschleppt werden und stellen daher eine Gefährdung dar. Bei den erforderlichen Grundwasserhaltungsmaßnahmen für die Bergung der Verbauträger und dem Bergestollen sind diese möglichen Schadstoffverlagerungen zu berücksichtigen.

Es werden ein Klär- und Absetzbecken sowie ein Leichtflüssigkeitsabscheider vorgeschaltet. Bei GW-Haltungsmaßnahmen, deren Absenkrichter in die genannten Altlastenverdachtsflächen reichen, ist zusätzlich eine GW-Reinigungsanlage aufgrund der festgestellten PAK (und untergeordnet KW, PCB, SM) vorzusehen und betriebsbereit vorzuhalten.

Tabelle 3: Durch Grundwasserentspannung und -absenkung betroffene altlastenrelevante Flächen in PFA 1 VF-01 [A13]

Altlastenverdachtsfläche	Nr.	Bezeichnung / Nutzer bzw. Eigentümer	Vorhandene Belastung gemäß Angaben in Kapitel 3.1.2 bis 3.1.5
PFA 1 VF-01 TB2	509	Tankstelle am Gleis 418 / DB	H17
	528	ehem. Tankstelle am Gleis 418 / DB	KW (H18)
	530	Autoreparaturwerkstatt / Brill, Tsakmakis	Naphthalin und Benzo-a-pyren
	531	Lagerfläche / Fa. Becker	Schwermetalle und PCB
	581	Empfangsgebäude, Vorplatz und Mietflächen (Danziger Platz) / DB, Vermietung	PAK und Quecksilber (auch im Eluat)
PFA 1 VF-01 TB3	527	Gleis 442, Ladegleis der Güterabfertigung / DB	Kohlenwasserstoff (H17 und H18)
	549	Sammelstelle für Restgebirde und Elektroschrott / DB	Schwermetalle
	567	Metallverarbeitung / Fa. Mitteldeutsche Drahtindustrie	Schwermetalle (nur FS) und PAK (auch im Eluat)
	510	Ölunfall am Gleis 461, Altölaufüllstelle / DB	Kupfer
	012	ehem. Chemikalienentsorgung / Fa. Löbbert	Cadmium
PFA 1 VF-01 TB4	013	ehem. Schrottplatz / unbekannt	Chrom
	511	Lagerplatz für Schrott / Fa. Becker	KW (H18) (auch im Eluat) und Blei (nur im Eluat)
	515	Kompressor- und Batterieraum / DB	PCB
	562	Liegenschaften / Fa. Birkenbach bzw. Fa. Panek	Schwermetalle
PFA 1 VF-01 TB5	006	ehem. Schrottplatz / Fa. Birkenbach	Schwermetalle (auch im Eluat) und KW (H18) (nur FS)
	559	Wilde Müllablagerung, Hausentrümpelung / DB	PAK (auch im Eluat), Naphthalin, Benzo-a-pyren (auch im Eluat) und H17

In Tabelle 4 sind einige relevante Ergebnisse der auf den betroffenen Verdachtsflächen durchgeführten Untersuchungen zusammengestellt.

Tabelle 4: Ausgewählte Ergebnisse der Untersuchungen an Boden und Grundwasser [A13]

PFA 1 VF-01	Ergebnisse der Untersuchungen	
	Boden	Grundwasser
TB 2	Hohe Konzentration an Kohlenwasserstoffen (H18), leichtflüchtigen lipophilen Stoffen (H17), PAK, PCB und Schwermetallen	PAK-Konzentration: 0,9 µg/l
TB 3		PAK-Konzentration: 0,47 µg/l
TB 4		PAK-Konzentration: 0,9 µg/l
TB 5		Keine GW-Untersuchung -> Überschreitungen des Geringfügigkeitswertes für örtlich begrenzte GW-verunreinigungen gem. GWS-VWV (Stand 2005) von 0,2 µg/l
PFA 1 VF-03	Es ist mit u.a. PAK, MKW, BTEX, Cyaniden, Mineralölen, Sulfat sowie LHKW in Boden und Grundwasser zu rechnen.	
PFA 1 VF-04		

8. Maßnahmen zur Überwachung

In [A17] wird das Konzept zum Grundwassermonitoring und zur hydrochemischen Grundwasseruntersuchung ausführlich erläutert. An dieser Stelle erfolgt nur eine kurze Zusammenfassung der geplanten Maßnahmen.

Grundwassermonitoring

Im Rahmen des Grundwassermonitorings werden insgesamt 36 Grundwassermessstellen, u.a. des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie und der Stadt Frankfurt, einbezogen. Außerdem werden im Bereich des Tunnelvortriebs westlich der S-Bahnstation Frankfurt (M) Ost sieben zusätzliche Messstellen zur Überwachung des Aufstaus und Sunks durch die Tunnelröhren, die S-Bahnstation und das Rahmenbauwerk sowie zur Überwachung der Auswirkungen durch die bauzeitlichen Wasserhaltungen und einer möglichen Verschleppung von im Grundwasser enthaltenen Schadstoffen geplant. Im Bereich der S-Bahnstation und der Baugrube des Rahmenbauwerks werden zu diesem Zweck acht zusätzliche Messstellen geplant. Alle zusätzlichen Messstellen werden als Doppelmessstellen mit jeweils einer Verfilterung im Quartär und einer Verfilterung im Tertiär ausgebaut, damit die Beeinflussung beider Grundwasserstockwerke getrennt überwacht werden kann.

Es wird eine tägliche Messung des Wasserstandes vorgesehen. Während des Betriebs der Grundwasserabsenkungen ist eine wöchentliche Auswertung erforderlich. Während der restlichen Bauzeit wird eine monatliche Auswertung als ausreichend angesehen.

Hydrochemische Grundwasseruntersuchungen

Das Messprogramm zur Bestimmung der anorganischen, organischen und sonstigen Schadstoffe ist in allen Grundwassermessstellen wöchentlich auszuführen. Nach Abschluss der Baumaßnahme ist das Messprogramm bis zu einem Jahr nach Abschluss der Maßnahme vierteljährlich durchzuführen.