

Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Schiene Nr. 8 Ausbaustrecke Nürnberg – Ebensfeld

PFA 13 Güterzugstrecke Abzweig Kleinreuth – Eltersdorf

km G 4,500 – km G 13,526

Umbau Strecke 5950 Nürnberg Rbf – Fürth Gbf

Neubau Strecke 5955 Abzweig Kleinreuth - Eltersdorf

Anlage 14.1

Baugrund, Geologie, Hydrogeologie

Erläuterungsbericht

Genehmigungsvermerk Eisenbahn-Bundesamt

0	Antragsfassung 4. Planänderung	30.09.2020
Index	Änderungen bzw. Ergänzungen	Planungsstand

Vorhabenträger:



DB Netz AG
Sandstraße 38-40
90443 Nürnberg



DB Station&Service AG
Bahnhofsplatz 9
90443 Nürnberg



DB Energie GmbH
Südwestpark 48
90449 Nürnberg

Vertreter der Vorhabenträger:



DB Netz AG
Großprojekt VDE 8
Äußere-Cramer-Klett-Straße 3
90489 Nürnberg

Nürnberg, den 30.09.2020

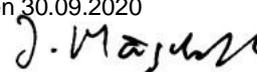


Verfasser:



Oberdorfstr. 12
91747 Westheim

Westheim, den 30.09.2020



INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
1 AUSGANGSLAGE UND ANLASS	1
2 TRASSENBESCHREIBUNG	1
3 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	2
3.1 Geographischer und stratigraphischer Überblick	2
3.2 Lockergesteine	2
3.2.1 Quartär	2
3.2.2 Auffüllungen	3
3.3 Festgesteine	4
3.3.1 Blasensandstein (kmBl)	4
3.3.2 Lehrbergschichten (kmL)	4
3.4 Tektonische Verhältnisse	4
4 HYDROGEOLOGISCHE UND WASSERWIRTSCHAFTLICHE VERHÄLTNISSE	5
4.1 Grundwasservorkommen und -stockwerksgliederung	5
4.1.1 Allgemeines	5
4.1.2 Grundwasservorkommen in den quartären Lockergesteinen	6
4.1.3 Grundwasservorkommen im Blasensandstein	6
4.1.4 Grundwasservorkommen in den Lehrbergschichten	7
4.2 Geohydraulische Kennwerte der Aquifere	7
4.2.1 Allgemeines	7
4.2.2 Geohydraulische Kennwerte des Quartärs	7
4.2.3 Geohydraulische Kennwerte des Blasensandsteins	7
4.2.4 Geohydraulische Kennwerte der Lehrbergschichten	8
4.3 Grundwasserstände und Grundwasserspiegelschwankungen	8
4.3.1 Grundlagen	8
4.3.2 Grundwasserstände/Flurabstände im Quartär / Blasensandstein	8

4.3.3	Grundwasserstände/Flurabstände in den Lehrbergsschichten	8
4.4	Grundwasserströmungsverhältnisse	9
4.4.1	Grundwasserströmungsverhältnisse im Quartär- bzw. Blasensandstein-Grundwasservorkommen	9
4.4.2	Grundwasserströmungsverhältnisse in den Grundwasservorkommen der Lehrbergsschichten	10
4.5	Hydrochemische Verhältnisse	10
4.5.1	Hydrochemie im Quartär- und Blasensandstein- Grundwasservorkommen	10
4.5.2	Hydrochemie im Grundwasservorkommen der Lehrbergsschichten	10
4.6	Grundwassernutzungen	11
4.6.1	Allgemeines	11
4.6.2	Trinkwassergewinnungsanlagen (TGA)	14
4.6.3	Mineralwasserbrunnen	15
4.6.4	Notwasserbrunnen	15
4.6.5	Private Grundwassernutzungen	15
4.7	Gewässerverhältnisse	22
4.7.1	Quellaustritte	22
4.7.2	Oberflächengewässer	22
4.8	Überschwemmungsgebiete	24
5	BAUGRUNDTECHNISCHE BEURTEILUNG	25
5.1	Tunnel	25
5.2	Ingenieurbauwerke	25
5.3	Streckentiefbau	26
5.4	Wiederverwertbarkeit des Aushubs	26
5.5	Altlastenverdachtsflächen	27
5.5.1	Altlastenverdachtsfläche B-006074-007; Lagerplatz Fa. Rohr	27
5.5.2	Altlastenverdachtsfläche B-006074-008; Lagerplatz Fa. Rohr	27
5.5.3	Sanierungsfläche Flachsländer Straße	27
5.5.4	Sanierungsfläche Hundingstraße 11 b	28

5.5.5	Sanierungsfläche Jäkle-Chemie	29
6	AUSWIRKUNGEN DER BAUMAßNAHMEN AUF DIE WASSERKÖRPER	31
6.1	Auswirkungen auf oberirdische Gewässer	31
6.2	Auswirkungen auf Grundwasserkörper	32
6.2.1	Tunnel	32
6.2.2	Grundwasser	37
6.2.3	Grundwassernutzungen	38
6.3	Gewässer	38
6.4	Überschwemmungsgebiete	39
7	HYDROGEOLOGISCHE UND HYDROCHEMISCHE BEWEISSICHERUNG	40
7.1	Allgemeine Angaben zu vorgesehenen Beweissicherungsuntersuchungen	40
7.2	Grundwassermessstellen	42
7.3	Brunnen/Brauchwasserbrunnen	45
7.4	Beweissicherung an Oberflächengewässern	45

Verzeichnis der Abkürzungen

ABS	Ausbaustrecke
BAB	Bundesautobahn
BK	Kernbohrung
E	Osten
EKP	Erkundungsprogramm
EÜ	Eisenbahnüberführung
GM	Grundwassermessstelle
GOK	Geländeoberkante
HW	hohe Grundwasserverhältnisse
i. A.	im Allgemeinen
i. M.	im Mittel
i. W.	im Wesentlichen
i.d.R.	in der Regel
ju	Unterer Jura, ungegliedert
k _f	Durchlässigkeitsbeiwert
k-j	Rhätolias
km	Mittlerer Keuper, ungegliedert
kmB	Burgsandstein, ungegliedert
kmBl	Blasensandstein
kmC	Coburger Bausandstein
kmF	Feuerletten
kmL	Lehrbergschichten
ko	Oberer Keuper
MW	mittlere Grundwasserverhältnisse
MNW	mittlere niedrige Grundwasserverhältnisse
N	Norden
NW	niedrige Grundwasserverhältnisse
o.g.	oben genannt
PA	Planungsabschnitt
PFA	Planfeststellungsabschnitt
q	Quartär
S	Süden
SÜ	Straßenüberführung
T	Transmissivität
TB	Tiefbrunnen
TGA	Trinkwassergewinnungsanlage
W	Westen
WSG	Wasserschutzgebiet
km	Kilometrierung der Stammstrecke

1 Ausgangslage und Anlass

Der Planfeststellungsabschnitt (PFA) 13 Nürnberg Rangierbahnhof (Rbf) – Eltersdorf der Ausbaustrecke (ABS) Nürnberg – Ebensfeld, der im Folgenden kurz Güterzugstrecke genannt wird, ist Bestandteil der ABS Nürnberg – Ebensfeld. Die geplante Güterzugstrecke zweigt bei ca. km 4,834 (südl. des Bahnhofs Nürnberg-Großmarkt) von der 2-gleisigen Strecke Nürnberg Rbf – Fürth Hbf (5950) ab und verläuft danach im Tunnel bis zum Nordportal bei km 13,707. Der PF-Abschnitt 13 endet in km 13,526 etwa 45 m nördlich des Kreuzungspunktes mit dem Bucher Landgraben.

Für den vorliegenden Planfeststellungsabschnitt, km 4,500 bis km 13,526 der ABS Nürnberg – Ebensfeld wurden die ingenieur- und hydrogeologischen Verhältnisse in 2 Erkundungsprogrammen (EKP), namentlich dem 1. EKP (1993/1994; igi Niedermeyer) und dem 2. EKP (2010/2011; Dr. Spang GmbH) mittels Kernbohrungen, Rammsondierungen, Bohrsondierungen und Schürfe erkundet. Ein Teil der Bohrungen wurde zu Grundwassermessstellen ausgebaut, in denen Pumpversuche zur Ermittlung der Gebirgsdurchlässigkeit durchgeführt wurden. Die geomechanischen Eigenschaften der anstehenden Gesteine sowie die chemischen Eigenschaften des Grundwassers wurden im Labor untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen und die daraus zu ziehenden Folgerungen hinsichtlich der Baumaßnahmen der ABS sind in den „Hydrogeologischen, wasserwirtschaftlichen und ingenieurgeologischen Stellungnahmen“ (1994) der igi Niedermeyer Institute zum Planungsabschnitt (PA) 13 Güterzugstrecke, dem „Übergeordneten Geotechnischen Bauwerksgutachten“ (2012) der Dr. Spang GmbH sowie dem „Geotechnisch- / Tunnelbautechnischen Gutachten“ (2012) der Dr. Spang GmbH dargestellt.

Im Nachfolgenden werden die für die Planfeststellung relevanten Ergebnisse zusammenfassend dargestellt.

2 Trassenbeschreibung

Der Gleisneubau der ca. 10 km langen Güterzugstrecke Abzweig Kleinreuth – Eltersdorf beginnt bei km G 4,500 der bestehenden Bahnstrecke Nürnberg Rbf – Fürth Hbf. Von hier bis zum Gewerbegebiet Hundingstraße bei km G 7,500 verläuft sie gebündelt anfangs zwischen den aufzuspreizenden Gleisen der Altstrecke und nach der Einfahrt in den Pegnitztunnel bei km G 6,200 auf der Ostseite der bestehenden Bahnanlage. Der insgesamt rd. 7.500 m lange Tunnel umfährt im weiteren Verlauf das Klärwerk der Stadt Nürnberg und geht mit der Querung der Pegnitz bei km G 9,150 in eine Bündelungslage unter der rechten Fahrspur der Bundesautobahn A73 über. Diese Bündelungslage wird bis Fürth-Kronach beibehalten um dann nach Osten abzuschwenken und bei km G 13,700 (PFA 16) neben der BAB aufzutauchen.

Die wannenförmige Gradienten der Güterzugstrecke beginnt mit der 12,5 ‰ steilen Südrampe, die am Bogenende in Kleinreuth bei km G 5,476 beginnt und nach 3.269 m am Tiefpunkt ca. 30 m unter Geländeoberkante kurz vor dem Zwangspunkt der Pegnitzunterführung endet. Das anschließende ca. 2,1 km lange Gradientenmittelstück steigt mit ca. 2,0 ‰ parallel zur BAB an um zwischen Fürth-Ronhof und Fürth-Kronach in die mit 12,5 ‰ geneigte Nordrampe überzugehen mit der der Pegnitztunnel auftaucht. Ab der Eisenbahnüberführung über die Gemeindeverbindungsstraße Stadeln-Steinach verläuft die Gradienten mit 3,359 ‰ leicht steigend, parallel zur Autobahn.

An den rd. 7,5 km langen Pegnitztunnel schließen der 710 m lange Rampentrog Süd sowie der 550 m lange Trog Nord an. Zum Tunnel gehören 7 Notausgänge, die im Abstand von 1.000 m angeordnet sind.

3 Untergrundverhältnisse

3.1 Geographischer und stratigraphischer Überblick

Die Güterzugstrecke liegt im Naturraum Mittelfränkisches Becken, das von der ABS-Trasse am östlichen Talrand der Regnitz gequert wird. Die Strecke verläuft östlich, in etwa parallel zur Regnitz in Süd-Nord-Richtung. Im südlichen Abschnitt bis zur Querung der Pegnitz bei etwa km G 9,150 wird das Stadtgebiet von Nürnberg gequert; im weiteren Verlauf das Stadtgebiet von Fürth.

Die ABS-Trasse durchfährt im Bereich der Güterzugstrecke Schichten des Quartärs und des Mittleren Keupers. Während die geländegleichen Abschnitte am Anfang und Ende des PFAs überwiegend in quartären Ablagerungen liegen, wird der Güterzugtunnel überwiegend in den Schichten des Blasensandsteins (kmBl) und der Lehrbergschichten (kmL) zu liegen kommen. Abschnittsweise reichen tiefe Quartärrinnen jedoch bis in den Tunnelquerschnitt.

3.2 Lockergesteine

3.2.1 Quartär

Im gesamten Bereich der Güterzugstrecke werden die Gesteine des Mittleren Keupers von quartären Lockergesteinen überlagert. Dabei handelt es sich vornehmlich um Terrassensedimente, die außerhalb der Rinnenbereiche auch Anteile von in situ verwittertem und entfestigtem Blasensandstein enthalten. Die Terrassensedimente stehen nördlich der Pegnitz oberflächlich an. Südlich der Pegnitz sind die Sedimente teilweise von einer dünnen Flugsanddecke verhüllt. Die Mächtigkeit der quartären Lockergesteine beträgt in der Regel etwa 2 bis 8 m; abschnittsweise treten jedoch auch deutlich geringere Mächtigkeiten auf. In den durch

pleistozäne Flußsysteme in der Keuperoberfläche entstandenen Rinnen weisen die quartären Lockergesteine auch Mächtigkeiten bis etwa 22 m auf. Im Trassenbereich treten Rinnen zwischen ca. km G 6,780 und 7,890 (Leyher-Neusündersbühler Rinne) sowie zwischen ca. km G 8,350 und 9,050 (Pegnitz Rinne) mit Quartärmächtigkeiten bis über 20 m und zwischen ca. km G 12,700 und 13,200 (Kronacher Rinne) mit einer Quartärmächtigkeit bis etwa 10 m auf.

Die Flugsande, deren Mächtigkeit bis etwa 1 m beträgt, bestehen überwiegend aus feinkörnigen, untergeordnet auch aus mittelkörnigen, fast reinen weißlich-gelben Quarzsanden in lockerer bis mitteldichter Lagerung.

Die Terrassensedimente bestehen in den Rinnenbereichen vornehmlich aus mittelkörnigen, bereichsweise auch grobkörnigen Quarzsanden. Die weitgehend enggestuften Sedimente weisen einen Feinkornanteil auf, der in der Regel unter 5 % liegt. Eingeschaltet finden sich zudem linsenförmige Kieslagen aus Quarz- und Keupersandsteingeröll. Ton-/Schlufflagen sowie Sandlagen mit einem Feinkornanteil über 5 % treten in den Rinnen nur vereinzelt auf.

Außerhalb der Rinnenbereiche weisen die quartären Sedimente einen höheren Feinkornanteil auf. Terrassensedimente sind hier häufig mit umgelagerten Verwitterungsprodukten des Blasensandsteins vermischt und gehen zum Liegenden teilweise ohne erkennbare Grenze in die in situ verwitterten und zu Sand bzw. Ton/Schluff entfestigten Gesteine des Blasensandsteins über. Nicht horizontbeständige, bis etwa 1,5 m mächtige Ton/Schlufflagen treten sowohl im Wechsel mit nichtbindigen Lagen, als auch an der Basis des Quartärs auf. Im ersten Fall handelt es sich in der Regel um fluviatile Sedimente, während es sich im zweiten Fall auch um verwitterte Ton-/Schluffsteine handeln kann.

Die Lagerungsdichte der quartären Ablagerungen ist überwiegend mitteldicht. Im Übergangsbereich zum Blasensandstein nimmt die Lagerungsdichte zu und es herrscht dichte Lagerung vor. Die bindigen Schichten sind überwiegend steif bis halbfest.

3.2.2 Auffüllungen

Auffüllungen kommen im Streckenbereich in Form von bestehenden Straßen- und Bahndämmen, Gleis- und Straßenunterbaumaterial und Geländeaufhöhungen vor. Das Material setzt sich überwiegend aus Kiessanden, Sanden und schluffigen Tonen zusammen. Untergeordnet sind auch Beimengungen von Bauschutt vorhanden. Im Allgemeinen beträgt die Mächtigkeit der Auffüllung im Profil unter 1 m. Größere Mächtigkeiten beschränken sich auf Dammaufschüttungen (bis etwa 6 m).

3.3 Festgesteine

3.3.1 Blasensandstein (kmBI)

Die Gesteinsabfolge des Blasensandsteins stellt das älteste Schichtglied des Sandsteinkeupers dar, der den Lehrbergsschichten auflagert. Die Begrenzung des Blasensandsteins erfolgt im Liegenden zu den Lehrbergsschichten durch eine meist harte Sandsteinbank, der sogenannten Grenzbank. Die Gesteine des Blasensandsteins sind vorwiegend hell bis rostbraun mit fein- bis mittelkörniger, selten grobkörniger Ausbildung, in die rote, grünliche und violette nicht horizontbeständige Letten zwischengeschaltet sind. Die Kornbindung der Sandsteine ist mäßig bis gut, die der Tonsteine ist schlecht.

In Bereichen, in denen die Gesteine des Blasensandsteins zutage treten (z.B. km G 5,450 – G 6,180, km G 9,500 – G 10,300, km G 10,630 – G 11,330) sind sie in Oberflächennähe aufgewittert und je nach Ausgangsgestein zu Sand, schluffigem Sand und Ton/Schluff entfestigt. Seine ursprüngliche Mächtigkeit von etwa 20 bis 30 m ist erosiv reduziert, in Bereichen mit Quartärrinnen (s.o.) ist der Blasensandstein teilweise vollständig ausgeräumt. Das Liegende der quartären Sedimente bilden hier die Lehrbergsschichten.

3.3.2 Lehrbergsschichten (kmL)

Die Lehrbergsschichten, die das jüngste Schichtglied des Gipskeupers darstellen, werden im Planfeststellungsabschnitt der Güterzugstrecke nur im Tunnel angetroffen. Der Tunnelvortrieb wird dabei vorwiegend in den Hangendpartien der Schichtenfolge verlaufen.

Die Lehrbergsschichten sind überwiegend als Wechsellagerung von Ton-/Schluffsteinen und Sandsteinen ausgebildet, wobei die tonig-schluffige Fazies überwiegt. In den Lehrbergsschichten sind sowohl die Sandsteinbänke, als auch die Ton-/Schluffsteinbänke größtenteils nicht horizontbeständig.

Die zumeist hellbraun und graugrün gefärbten Sandsteine der Lehrbergsschichten liegen in fein- bis grobkörniger Ausbildung vor. Sie sind vorwiegend tonig gebunden. Karbonatisch gebundene Sandsteine treten nur untergeordnet auf. Die in der Regel rotbraun gefärbten Ton-/Schluffsteine weisen zuweilen einen geringen Feinsandanteil auf. Die Kornbindung der Sandsteine ist mäßig, die der Tonsteine schlecht.

3.4 Tektonische Verhältnisse

Im Bereich des Güterzugtunnels ist die WSW-ENE verlaufende, weitspännige Fürther Mulde ausgebildet. Der Tunnel durchfährt sie in ihrer östlichen Hälfte. Im Tunnelbereich tritt das Muldentiefste etwa zwischen km G 9,000 und 10,000 auf. Hier liegt die Schichtung etwa sählig.

Auf der Südflanke der Mulde, d.h. bis etwa km G 9,000, fallen die Schichten der Festgesteine mit ca. 1° nach Nordwesten. Auf der Nordflanke der Mulde, d.h. ab ca. km G 10,000, fällt die Schichtung mit Neigungen von ca. 2° nach Südwesten ein.

Das Kluftsystem in den Festgesteinen ist in der Regel zweisecharig und orthogonal zur Schichtung ausgebildet. Eine dominante Hauptkluftchar streicht in etwa Nord-Süd; die zu dieser Hauptkluftchar orthogonal liegende Kluftchar streicht etwa Ost-West. Die Streichrichtungen beider Scharen variieren jedoch stark. In den Hauptkluftscharen stehen die Klüfte steil (Kluffallen 60° bis 90°). Zudem treten untergeordnet Diagonalkluftscharen auf, die deutlich flachere Fallwinkel zwischen etwa 30° und 60° aufweisen können. Die Diagonalklüfte streuen ebenfalls sehr stark; am ehesten dominieren nordwestliche Fallrichtungen.

Durch die Erkundungsarbeiten konnten keine Störungen nachgewiesen werden. Etwa 2 km westlich der Güterzugstrecke verläuft im Rednitztal die etwa Nord-Süd-streichende Rednitz-Störung, die die Fürther Mulde etwa in der Mitte teilt. An dieser steilstehenden Störung (vermutetes Einfallen > 75° nach Osten) ist die östliche Hälfte der Fürther Mulde gegenüber der westlichen Hälfte um etwa 25 bis 30 m abgesenkt. Die Streichrichtung dieser Störung verläuft parallel zu einer der beiden Hauptkluftrichtungen. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass im Bereich des Güterzugtunnels Nord-Süd gerichtete Parallelstörungen zur Rednitz-Störung auftreten können. Erfahrungsgemäß sind solche Parallelstörungen meistens als scharfe Störungsflächen ohne Mylonitzone ausgebildet und weisen nur geringe Versatzbeiträge auf.

4 Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse

4.1 Grundwasservorkommen und -stockwerksgliederung

4.1.1 Allgemeines

Im Untersuchungsbereich werden die hydrogeologischen Verhältnisse durch die quartären Lockergesteine und die Festgesteine des Mittleren Keupers (Blasensandstein, Lehrbergschichten) geprägt, wobei der Blasensandstein und das Quartär großräumig als einheitliches, überwiegend ungespanntes Grundwasservorkommen mit zwei in sich hydraulisch unterschiedlich wirksamen Grundwasserleitern (Porengrundwasserleiter im Quartär, Kluftgrundwasserleiter im Blasensandstein) betrachtet werden können. Kleinräumig betrachtet bilden sich innerhalb des Blasensandsteins durch die als Grundwasserstauer fungierenden Zwischenletten lokal begrenzte Grundwasservorkommen, die hydraulisch nur unvollkommen voneinander getrennt

sind. Die Grundwasservorkommen im Quartär und Sandsteinkeuper sind von regional hoher wasserwirtschaftlicher Bedeutung.

Die Lehrbergschichten bilden im Allgemeinen die Grundwassersohle für die Grundwasservorkommen im Sandsteinkeuper bzw. für das obere Grundwasservorkommen und trennen diese hydraulisch von den tieferen Grundwasservorkommen im Gipskeuper.

4.1.2 Grundwasservorkommen in den quartären Lockergesteinen

Die Grundwasservorkommen in den quartären Lockergesteinen sind in Bereichen der quartären Talfüllungen und in den Bereichen verschütteter, pleistozäner Flussläufe (Rinnen) sowie in Terrassenablagerungen ausgebildet. Die meist flächenhaft sandigen Ablagerungen haben ein beträchtliches Porenvolumen und bilden einen ergiebigen Porengrundwasserleiter mit ungespanntem Grundwasser, der dazu beiträgt, das tiefere Grundwasser im Blasensandstein anzureichern bzw. zu entwässern.

Aufgrund der oben genannten fehlenden hydraulischen Trennung bilden die Grundwasservorkommen im Quartär und im Blasensandstein ein Grundwasserstockwerk mit zwei hydraulisch unterschiedlich wirksamen Grundwasserleitern, jedoch mit einer einheitlichen, ungespannten Grundwasseroberfläche aus.

Der quartäre Grundwasserleiter bzw. das obere Grundwasserstockwerk wird von dem Hauptvorfluter Regnitz und seinen Nebenvorflutern (Gründlach, bereichsweise Bucher Landgraben) entwässert. Die Mächtigkeit des quartären Lockergesteinsaquifers ist im Bereich der Güterzugstrecke mit etwa 2 m im Norden bis über 20 m in den quartären Rinnen anzusetzen.

4.1.3 Grundwasservorkommen im Blasensandstein

Der Blasensandstein besitzt aufgrund seiner schichtigen Ausbildung mit wechsellagernden Ton/Schluff- und Sandsteinhorizonten eine ausgeprägte vertikale und aufgrund der Wasserführung vorwiegend auf Klüften und Schichtfugen auch eine horizontale Durchlässigkeitsanisotropie. Nur in stark verwitterten Bereichen fungiert er auch als Porengrundwasserleiter. Lokal können in die Sandsteine eingelagerte, in horizontaler Ausdehnung und Mächtigkeit stark schwankende Linsen und Lagen von Schluff- und Tonsteinen zu einer vertikalen Stockwerksgliederung innerhalb des Blasensandsteins führen. Der Blasensandstein ist als ein relativ ergiebiges Grundwasservorkommen zu betrachten, das vom auflagernden Grundwasservorkommen im Quartär angereichert bzw. entwässert wird.

4.1.4 Grundwasservorkommen in den Lehrbergsschichten

Durch die Wechsellagerung von überwiegend Ton-/Schluffsteinen mit untergeordneten Sandsteineinlagerungen bilden die Lehrbergsschichten die Sohlschicht für das obere Grundwasserstockwerk. In den Sandsteinen weisen die Lehrbergsschichten im Allgemeinen eine gering ergebige Wasserführung auf. Wie die bereichsweise hohen Potentialunterschiede zwischen Grundwassermessstellen in den Lehrbergsschichten und denen im Quartär/Blasensandstein zeigen, stellen die Lehrbergsschichten entlang der geplanten Trasse, zumindest bereichsweise, ein unteres, eigenständiges Grundwasserstockwerk dar. In den Bereichen, wo diese stockwerkstrennenden Eigenschaften vorhanden sind, ist das Grundwasser in den Lehrbergsschichten gespannt, d.h. die Grundwasseroberfläche liegt hier als Druckspiegel vor. Die zusätzlichen Grundwassermessstellen aus der 2. Erkundungsphase zeigen keine Potentialunterschiede; hier bestehen offenbar Verbindungen zwischen den Schichten.

4.2 Geohydraulische Kennwerte der Aquifere

4.2.1 Allgemeines

Die hydraulischen Eigenschaften eines Aquifers werden im Wesentlichen durch die Parameter Gebirgsdurchlässigkeit (Transmissivität), Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) und Speichervolumen (nutzbarer bzw. durchflusswirksamer Hohlraumanteil (n_e)) sowie durch die Potentialverhältnisse (s. Kap. 4.4) gekennzeichnet.

Ergänzend zu den Grundwassermessstellen aus dem 1. EKP wurden im Rahmen der 2. EKP weitere 6 Grundwassermessstellen errichtet, die mit einer Ausnahme (Quartär) in den Lehrbergsschichten verfiltert wurden. Darüber hinaus wurden ergänzende (Kurz-) Pumpversuche durchgeführt.

4.2.2 Geohydraulische Kennwerte des Quartärs

Für die quartären Rinnensedimente der Leyher-Neusündersbühler Rinne, der Pegnitz Rinne sowie der Kronacher Rinne wurden aus den Pumpversuchen Transmissivitäten von $1,1 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ bis $5,9 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ und Durchlässigkeitsbeiwerte von $9,1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $1,1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ errechnet. Als mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert wurde $k_f = 1,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ festgelegt. Das nutzbare Porenvolumen wurde nach MAROTZ im Mittel zu etwa 11 % berechnet.

4.2.3 Geohydraulische Kennwerte des Blasensandsteins

Für den Blasensandstein wurden Transmissivitäten zwischen $3,7 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ und $4,6 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ und Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $2,2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ und $7,4 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ ermittelt. Für

den mittleren Durchlässigkeitsbeiwert wurde ein Wert $k_f = 5,0 \times 10^{-5}$ m/s festgelegt. Das nutzbare Kluft- und Porenvolumen lässt sich je nach Verwitterungsgrad und Tiefenlage nach Literaturangaben mit etwa 0,5 % bis 1,5 % angeben.

4.2.4 Geohydraulische Kennwerte der Lehrbergschichten

Für die Lehrbergschichten wurden Transmissivitäten von $5,3 \times 10^{-4}$ m²/s und $5,2 \times 10^{-7}$ m²/s und Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $3,9 \times 10^{-4}$ m/s und $4,8 \times 10^{-7}$ m/s ermittelt. Für den mittleren Durchlässigkeitsbeiwert wurde ein Wert $k_f = 5,0 \times 10^{-6}$ m/s festgelegt.

4.3 Grundwasserstände und Grundwasserspiegelschwankungen

4.3.1 Grundlagen

Seit August 1992 werden alle im Rahmen des Kurzbohrprogramms zur Linienführung des Güterzugtunnels erstellten Grundwassermessstellen und seit April 1993 alle im Zuge des 1. Erkundungsprogramms erstellten Messstellen regelmäßig gemessen. Die Grundwasserstände in den ergänzenden Messstellen des 2. Erkundungsprogramms werden seit Juli 2010 erfasst. Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf den Beobachtungszeitraum vom 21.08.1992 bis 15.12.2010 (= über einen Zeitraum von 18 Jahren).

4.3.2 Grundwasserstände/Flurabstände im Quartär / Blasensandstein

Der Flurabstand im oberen Grundwasserstockwerk (Quartär und Blasensandstein) schwankt nach den Ergebnissen der Messungen in Abhängigkeit von der Geländemorphologie zwischen 0 und 14,3 m unter Gelände. Die Grundwasserspiegelschwankungen zeigen im Beobachtungszeitraum aller Grundwassermessstellen uneinheitliche Werte, die zwischen ca. 0,3 m und 2,8 m liegen. Im Mittel beträgt die Schwankungsbreite etwa 1,5 m.

4.3.3 Grundwasserstände/Flurabstände in den Lehrbergschichten

Der Grundwasser(druck)spiegel der in den Lehrbergschichten verfilterten Grundwassermessstellen liegt zwischen etwa 1,3 m und 18,9 m unter Gelände. Geringe Flurabstände wurden insbesondere am nördlichen Ende des Trassenabschnitts gemessen, in dem der Blasensandstein vollständig ausgeräumt ist und die Lehrbergschichten unmittelbar unter dem Quartär folgen. Die Grundwasserspiegelschwankungen liegen zwischen etwa 0,2 m und 7,5 m. Geringe Schwankungen zeigen bislang die erst kurz gemessenen Bohrungen des

2. Erkundungsprogramms. Die älteren Messstellen weisen minimale Schwankungen von etwa 1,7 m, im Mittel 3,6 m auf und zeigen damit deutlich stärkere Abweichungen, als im oberen Grundwasserleiter.

4.4 Grundwasserströmungsverhältnisse

4.4.1 Grundwasserströmungsverhältnisse im Quartär- bzw. Blasensandstein-Grundwasservorkommen

Die Grundwasserströmungsverhältnisse im oberen Grundwasserstockwerk (q/kmBI) werden im Untersuchungsraum durch die von pleistozänen Flusssystemen geschaffenen Erosionsrinnen im Keuper sowie durch die Vorfluter Pegnitz, Rednitz und Regnitz bestimmt. Gleichwohl sind kleinräumig Strömungsveränderungen durch lokale Vorfluter 3. Ordnung, Brauchwasserentnahmen, Grundwassersanierungen u.a. vorhanden.

Die Grundwasservorkommen liegen überwiegend (ca. km G 6,000 bis ca. km G 12,000) im unterirdischen Einzugsgebiet der Pegnitz und nur zu kleineren Teilen im unterirdischen Einzugsgebiet der Rednitz (km G 4,935 bis ca. km G 6,000) und der Regnitz (ca. km G 12,000 bis km G 13,526).

Die Grundwasserströmung ist bei MGW-Verhältnissen im trassennahen Bereich von km G 4,935 bis ca. km G 6,000 mit einem mittleren hydraulischen Gefälle von 4 ‰ bis 7 ‰ von Osten nach Westen bzw. Nordwesten zum Vorfluter Rednitz bzw. zum Main-Donau-Kanal hin gerichtet. Etwa bei km G 6,000 quert die Trasse die Grundwasserscheide zwischen den unterirdischen Einzugsgebieten der Rednitz und der Pegnitz. Von ca. km G 6,000 bis ca. km G 9,160 (Unterquerung der Pegnitz) strömt das Grundwasser generell von Süden nach Norden bzw. Nordnordwesten zur Pegnitz und damit mehr oder weniger parallel zum Trassenverlauf. Die mittleren hydraulischen Gefälle schwanken dabei zwischen 2,5 ‰ und 5 ‰ innerhalb der quartären Rinnenfüllungen und örtlich bis zu 20 ‰ im Blasensandstein im Übergangsbereich zwischen der Leyher-Neusündersbühler Rinne und der Pegnitzrinne. Von km G 9,160 bis ca. km G 12,000 ist die Grundwasserströmung von Nordosten/ Osten nach Südwesten/ Westen zur Pegnitz und damit mehr oder weniger senkrecht zum Trassenverlauf gerichtet.

Ab ca. km G 12,000 bis km G 13,526 ist die Grundwasserströmung etwa von Osten nach Westen zur Regnitz (± senkrecht zum Trassenverlauf) hin gerichtet. Das mittlere hydraulische Gefälle beträgt dabei rd. 7 – 10 ‰, kann jedoch örtlich auch größer sein. Im Bereich des Bucher Landgrabens (Im G 13,450) wird die Grundwasserströmung von diesem überprägt. Die Regnitz verläuft in diesem Bereich ungefähr in Süd – Nord - Richtung, ca. 0,5 bis 1,2 km westlich der Güterzugstrecke.

4.4.2 Grundwasserströmungsverhältnisse in den Grundwasservorkommen der Lehrbergschichten

Die Grundwasserströmungsverhältnisse in den Lehrbergschichten können ebenfalls in westliche Richtung angenommen werden.

4.5 Hydrochemische Verhältnisse

4.5.1 Hydrochemie im Quartär- und Blasensandstein- Grundwasservorkommen

Das Grundwasser im q/kmBI-Grundwasserleiter ist insgesamt als hart bis sehr hart zu bezeichnen und weist örtlich starke bis extrem hohe Nitratbelastungen, gelegentliche Ammoniumbelastungen sowie z.T. erhöhte PBSM-Gehalte auf. Erhöhte Arsengehalte mit einer maximal gemessenen Konzentration von 0,093 mg/l (km G 6,200) im 2. EKP sind vermutlich geogen und für den mittleren Keuper punktuell bekannt. Bautechnisch bedeutsam ist, dass der geplante Tunnel voraussichtlich zwischen km G 8,000 und km G 9,160 Altlastenbereiche gequert, in denen die LHKW-Belastung des q/kmBI - Grundwassers örtlich mehr als 1000 µg/l erreicht.

Einen Bereich mit den höchsten LHKW-Konzentrationen stellt dabei die Pegnitzrinne dar, die zwischen km G 8,570 und km G 8,900 auf ca. 330 m vom Tunnelbauwerk in der Firste angeschnitten wird. Hier wurde im 2. EKP die höchste LHKW-Belastung mit 565 mg/l (km G 8,850) gemessen. Das während der Vortriebsarbeiten in diesem Bereich anfallende Restwasser kann LHKW-belastet sein und ist vor einer Ableitung in geeigneter Weise aufzubereiten bzw. zu reinigen. Ebenfalls bautechnisch bedeutsam ist, dass beim Durchfahren der Leyher-Neusündersbühler Rinne etwa von km G 7,200 bis km G 7,900 mit dem Auftreten von schwach betonangreifendem, örtlich auch stark betonangreifendem q/kmBI-Grundwasser nach DIN 4030 zu rechnen ist.

Ebenso ist im Teilbereich der Pegnitzrinne zwischen km G 8,400 und km G 8,800 das Auftreten von stark bis örtlich auch sehr stark betonangreifendem q/kmBI-Grundwasser zu rechnen. Nördlich der Pegnitz ist im Bereich von km G 12,800 bis km G 13,300 mit schwach betonangreifendem und örtlich auch stark betonangreifendem q/kmBI-Grundwasser zu rechnen. Im 2. EKP wurde das Grundwasser bei km G 13,550 als schwach betonangreifend nach DIN 4030 eingestuft.

4.5.2 Hydrochemie im Grundwasservorkommen der Lehrbergschichten

Das beprobte kmL-Grundwasser ist mit Ausnahme einer Probe bei km G 8,850 (dort schwach angreifend) nicht betonangreifend nach DIN 4030. Ein Zufließen bei Wasserentnahme aus dem q/kmBI-Grundwasserleiter ist möglich. Bei ca. km G 7,800 wurde eine Benzolbelastung von 1,5 mg/l in einer Tiefe von 40 m festgestellt. Insbesondere im Bereich der Pegnitzrinne ist

auch in den Lehrbergsschichten mit einer deutlichen LHKW Belastung in den Lehrbergsschichten zu rechnen.

4.6 Grundwassernutzungen

4.6.1 Allgemeines

Im Untersuchungsraum werden sowohl im Nahbereich als auch in der weiteren Umgebung der Güterzugstrecke verschiedene Grundwasserentnahmen sowohl zur Trink- als auch zur Brauchwassernutzung betrieben, die das obere Grundwasserstockwerk im Quartär/Bla-sensandstein und/oder die tieferen Grundwasservorkommen in den Lehrbergsschichten, dem Benker Sandstein und Buntsandstein zur Grundwassergewinnung nutzen.

In der nachfolgenden Tabelle 4-1 sind die im näheren Umfeld der Trasse gelegenen Brunnen, Private (Brauchwasser)-Brunnen und Grundwassermessstellen dargestellt.

Tabelle 4-1: Brunnen, Private (Brauchwasser)-Brunnen und Grundwassermessstellen und im PFA 13

Bezeichnung	Station	Lage und ca. Entfernung zur Trasse	genutztes GW-Stockwerk
[-]	[km]	[m]	[-]
94 Br I und II	4,63	114 m re.	k.A.
B0234	4,79	44 re.	k.A.
B0456	4,81	69 re.	k.A.
B0277	4,82	16 re.	k.A.
B2637	4,89	15 re.	k.A.
599	5,19	85 li.	k.A.
BK 2/31 GM	5,519	11 m l.d.A.	kmBl
B1965	5,62	31 li.	k.A.
B1426	5,73	13 li.	k.A.
BK 2/29 GM	5,945	15 m r.d.A.	kmBl
B1447	5,97	22 li.	k.A.
525	6,07	131 re.	k.A.
B1472	6,17	21 re.	k.A.
248	6,23	50 m re.	q bis kmBl
BK 3/15 GM	6,322	37 m l.d.A.	kmBl
BK 3/16 GM	6,538	24 m r.d.A.	kmBl

Bezeichnung	Station	Lage und ca. Entfernung zur Trasse	genutztes GW-Stockwerk
[-]	[km]	[m]	[-]
B1201	6,58	57 re.	k.A.
B1192	6,63	50 re.	k.A.
B0315	6,73	132 li.	k.A.
BK 3/17 GM	6,769	6 m l.d.A.	kmBl
BK 3/23 GM	7,15	18 m r.d.A.	kmBl
BK 3/24 GM	7,331	36 m l.d.A.	q
327	7,42	Ca. 80 m li.	q bis kmBl
BK 3/25 GM	7,503	i.d.A.	q
BK 3/9 GM	7,585	49 m r.d.A.	kmL
B2357	7,65	59 re.	k.A.
B1413	7,67	i.d.A.	k.A.
B1111	7,67	35 re.	k.A.
B1109	7,73	44 re.	k.A.
B2862	7,73	56 re.	k.A.
BK 3/27 GM	7,749	39 m l.d.A.	q
B2863	7,76	106 re.	k.A.
B1475	7,89	22 li.	k.A.
B1409	7,97	14 re.	k.A.
B2027	7,98	103 re.	k.A.
B1344	7,98	105 re.	k.A.
B2031	7,99	86 re.	k.A.
174	8,00	120 m re.	kmL
174	8,00	120 m re.	kmL
BK 3/30 GM	8,071	16 m l.d.A.	kmBl
B2032	8,08	101 re.	k.A.
B1099	8,15	94 li.	k.A.
B2581	8,15	96 li.	k.A.
B0638	8,20	141 li.	k.A.
B0363	8,21	114 li.	k.A.
BK 3/6 GM	8,207	67 m r.d.A.	kmBl
B1096	8,22	149 li.	k.A.
B0215	8,24	141 li.	k.A.
566	8,28	148 li.	k.A.
B1094	8,28	120 li.	k.A.
B0251	8,28	129 li.	k.A.
B2012	8,30	95 li.	k.A.
B1107	8,33	119 li.	k.A.

Bezeichnung	Station	Lage und ca. Entfernung zur Trasse	genutztes GW-Stockwerk
[-]	[km]	[m]	[-]
B2007	8,33	126 li.	k.A.
B2014	8,34	145 li.	k.A.
B2009	8,35	116 li.	k.A.
B0902	8,35	116 li.	k.A.
566	8,35	127 li.	k.A.
566	8,35	134 li.	k.A.
B2013	8,36	130 li.	k.A.
B0059	8,36	132 li.	k.A.
BK 3/32 GM	8,356	49 m r.d.A.	kmL
B1095	8,43	138 li.	k.A.
B0991	8,43	88 re.	k.A.
B2010	8,43	136 li.	k.A.
B2011	8,45	148 li.	k.A.
B0719	8,49	141 li.	k.A.
B1236	8,49	142 li.	k.A.
BK 3/33 GM	8,57	18 m l.d.A.	q
B0437	8,63	85 re.	k.A.
B0390	8,67	84 re.	k.A.
BK 3/34 GM	8,777	14 m l.d.A.	kmL
B1081	8,84	30 re.	k.A.
B1296	8,92	130 li.	k.A.
BK 3/35 GM	8,934	52 l.d.A.	q
B1298	8,96	90 li.	k.A.
506	9,04	113 re.	k.A.
BK 3/36 GM	9,05	95 m l.d.A.	kmBl
B1294	9,08	83 li.	k.A.
39 König-Ludwig-Quelle I	9,17	110 m li.	Buntsandstein
BK 13.2/110 GM	9,197	38 m r.d.A.	kmL
40 Bohrung Espan	9,28	30 m re.	Benker Sandstein, Lettenkohle und Buntsandstein
B0550	9,32	139 re.	k.A.
BK 3/37 GM	9,784	46 m l.d.A.	kmL
BK 3/38 GM	9,982	24 m r.d.A.	kmBl
169	10,39	120 m re.	-

Bezeichnung	Station	Lage und ca. Entfernung zur Trasse	genutztes GW-Stockwerk
[-]	[km]	[m]	[-]
170	10,41	100 m re.	q?
BK 3/11 GM	10,426	56 m r.d.A.	kmL
171	10,43	90 m re.	q?
172	10,45	80 m re.	q?
74 (= NB 10)	10,70	130 m li.	km
BK 3/40 GM	11,313	21 m r.d.A.	kmL
24	11,34	110 m re.	-
BK 3/8 GM	11,445	36 m r.d.A.	kmBl
91*	11,64	60 m li.	-
BK 13.2/122 GM	11,811	17 m r.d.A.	kmL
6	11,84	100 m re.	-
BK 3/12 GM	12,233	36 m r.d.A.	kmBl
BK 3/24 GM	12,39	38 m r.d.A.	q
BK 3/43 GM	12,597	12 m r.d.A.	kmBl
BK 3/44 GM	12,81	28 m r.d.A.	q
96	12,87	60 m re.	-
96	12,87	60 m re.	-
21	12,88	140 m li.	-
BK 3/13 GM	12,955	64 m l.d.A.	kmBl
BK 3/45 GM	13,055	20 m r.d.A.	kmBl
BK 3/48 GM	13,239	55 m l.d.A.	kmBl
BK 3/53 GM	13,465	17 m r.d.A.	kmBl

4.6.2 Trinkwassergewinnungsanlagen (TGA)

Etwa 2 km westlich der Trasse befindet sich im Rednitztal die von den Stadtwerken Fürth betriebene TGA Fürth, die Grundwasser mit einer wasserrechtlich genehmigten Entnahmemenge von 200 l/s aus den quartären Sedimenten der Rednitz nutzt. Für die TGA sind neben dem Fassungsbereich (Zone I) eine engere Schutzzone (Zone II), eine weitere Schutzzone A

(Zone IIIA) und eine weitere Schutzzone B (Zone IIIB) rechtskräftig ausgewiesen worden. Die geringsten Entfernungen zwischen der Zone IIIB und der ABS betragen im Bereich von ca. km G 5,300 rd. 800 m.

Zu Trinkwasserzwecken werden nördlich des PFA 13 im PFA 16 die Grundwasservorkommen von der TGA Knoblauchland und der TGA Eltersdorfer Gruppe genutzt. Die weitere Schutzzone des Wasserschutzgebietes TGA Knoblauchland beginnt in km G 15,087. Die Trinkwassergewinnungsanlage TGA Knoblauchland wird von der infra Fürth GmbH betrieben. Sie liegt östlich des Fürther Stadtteiles Mannhof und besteht aus 7 Brunnen, von denen 5 Brunnen Grundwasser aus den quartären Talfüllungen der Regnitz sowie 2 Brunnen Tiefengrundwasser aus dem Gipskeuper (Lehrbergsschichten bis Benker Sandstein) fördern.

4.6.3 Mineralwasserbrunnen

Im Pegnitztal liegen im Bereich von ca. km G 9,200 bis ca. km G 9,300 in unmittelbarer Trassennähe die artesischen Mineralwasserbrunnen der Stadt Fürth, nämlich die Bohrung Espan (sog. Espan-Quelle), die Bavaria-Quelle, die König-Ludwig-Quellen I und II sowie die Kleeblattquelle.

Die Bohrung Espan reicht mit 448,5 m Teufe bis in den Zechstein und weist eine Mineralwasserschüttung von rd. 5,1 l/s auf. Sie speist eine Trinkanlage (Trinkpavillon); das Überschusswasser speist einen kleinen Teich und wird von dort über einen kleinen Bach (sog. Kleine Mainau) in die Pegnitz geleitet.

Die König-Ludwig-Quelle I reicht mit einer Tiefe von 387,4 m bis in den Buntsandstein. Das Thermalbad Fürth wird von der 2004 bis in eine Teufe von ca. 400 m gebohrten Kleeblattquelle gespeist. Die Bavaria-Quelle sowie die König-Ludwig-Quelle II sind verschlossen.

4.6.4 Notwasserbrunnen

Beiderseits der Trasse finden sich einige Notwasserbrunnen der Städte Nürnberg und Fürth, für die kein Schutzgebiet ausgewiesen ist, und die im Katastrophenfall für die Versorgung der Bevölkerung mit Trink- und Brauchwasser sowie zur Versorgung mit Löschwasser herangezogen werden können. Diese Brunnen sind in der Tabelle 4-2 enthalten.

4.6.5 Private Grundwassernutzungen

Beiderseits der Güterzugstrecke finden sich zahlreiche private Wassergewinnungsanlagen bzw. Brunnen, für die ebenfalls kein Schutzgebiet ausgewiesen ist. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um Beregnungsbrunnen und Industriebrunnen sowie um Brunnen, die sowohl

Wasser zu Bewässerungszwecken, als auch zur Eigentrinkwasserversorgung fördern. In der Tabelle sind alle privaten Grundwassernutzungen aufgeführt, die in einem Streifen von je 300 m links und rechts der Trasse in den Wasserbüchern der Stadt Nürnberg und der Stadt Fürth verzeichnet sind. Die Tiefbrunnen erschließen meist mehrere tiefere Grundwasserstockwerke im Gipskeuper (Lehrbergsschichten (kmL) bis Benker Sandstein (kmBe)), so dass in den Brunnen Mischpotentiale vorherrschen. In Tabelle 4-2 sind die genehmigten Grundwasserentnahmen entlang der Trasse in einem Korridor von ca. 750 m in beide Richtungen aufgeführt. In der letzten Spalte der Tabelle sind die Auswirkungen, welche sich in Absenkungen im Brunnen äußern, auf die jeweiligen Brunnen dargestellt. Brunnen mit einer durch die Wasserhaltung erfolgten Absenkung, die geringer als der natürliche Schwankungsbereich des Grundwassers oder < 1 m ist, wurden mit k.A. (keine Auswirkung) bezeichnet. Brunnen, bei denen trotz erfolgter Absenkung oberhalb der Grundwasserschwankungsbreite im Brunnen, aufgrund der Ausbau- und/oder Verfilterungstiefe des Brunnens in einem anderen Grundwasserleiter, mit keinen nennenswerten Einschränkungen zu rechnen ist, wurden ebenfalls mit k.A. sowie einer Erläuterung versehen. In Tabelle 4-2 wird der prognostizierte Pegelabfall je Brunnen angegeben; die dort vorhandenen Pegelstände sind jedoch nicht dokumentiert. Zur Erfassung der bestehenden Verhältnisse und der Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Grundwasservorkommen und Grundwassernutzungen wird eine hydrogeologische und hydrochemische Beweissicherung vor, während und nach der Baumaßnahme durchgeführt (vgl. Kapitel 7). Nach Erfordernis werden im Einzelfall bei privat genutzten Entnahmestellen die Brunnenabsenkungen auf ungünstige Auswirkungen im Vorfeld der Baumaßnahmen überprüft und in Einzelfallabstimmungen Vereinbarungen bezüglich angemessener Ausgleichsmaßnahmen mit den Betroffenen getroffen werden.

Tabelle 4-2: Genehmigte Grundwasserentnahmen

Wassergewinnungsanlage bzw. Brunnen lt. Wasserbuch der Städte Nürnberg/ Fürth	Lage und ca. Entfernung zur Trasse	Station	Wasserrechtlich genehmigte Entnahmemenge	genutztes GW-Stockwerk	Tiefe des Brunnens	GW-Absenkung im Brunnen
[Bezeichnung]	[m]	[km]	[l/s]	[-]	[m]	[m]
94 Br I und II	114 m re.	4,63				
93	194 m re.	4,74				
92	224 m re.	4,81				
330	406 m li.	4,88				
128	272 m re.	4,97				
298	233 m li.	5,25				
150	483 m li.	5,38				
199 Br. I	173 m re.	8,45				
199 Br. II	200 m re.	8,87				
12	716 m re.	10,60				
248	50 m re.	6,23	1	q bis kmBI	19,8	1 - 2

Wassergewinnungsanlage bzw. Brunnen lt. Wasserbuch der Städte Nürnberg/ Fürth	Lage und ca. Entfernung zur Trasse	Station	Wasserrechtlich genehmigte Entnahmemenge	genutztes GW-Stockwerk	Tiefe des Brunnens	GW-Absenkung im Brunnen
[Bezeichnung]	[m]	[km]	[l/s]	[-]	[m]	[m]
135	410 m re.	6,64	2	-	30	k.A.
138	670 m li.	7,08	2,5		35	k.A.
332	400 m li.	7,19	5	-	50	1 – 2
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
137	450 m li.	7,33		kmBl	20	k.A.

Wassergewinnungsanlage bzw. Brunnen lt. Wasserbuch der Städte Nürnberg/Fürth	Lage und ca. Entfernung zur Trasse	Station	Wasserrechtlich genehmigte Entnahmemenge	genutztes GW-Stockwerk	Tiefe des Brunnens	GW-Absenkung im Brunnen
[Bezeichnung]	[m]	[km]	[l/s]	[-]	[m]	[m]
416 Br. I und II	690 m li.	7,41	I: 2,0	I: - II: -	I: 30,0	k.A.
			II: Schluckbrunnen		II: 36,0	
			II: Schluckbrunnen			
327	Ca. 80 m li.	7,42	1,65	q bis kmBl	14	k.A.
155	180 m li.	7,64	3	q	16	k.A.
174	120 m re.	8,00	2,5	kmL	43	1 – 2,
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
8	500 m li.	8,39	-2)	q	21	k.A.
147	550 m re.	8,75	5	q	10	k.A.
39 König-Ludwig-Quelle I	110 m li.	9,17	artesisch, zwischen 6,8 und 10,0	Buntsandstein	389,4	k.A.
40 Bohrung Espan	30 m re.	9,28	artesisch, z.Z. rd. 5,1	Benker Sandstein, Lettenkohle und Buntsandstein	448,5	6 – 8
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
31	160 m re.	9,29	6	kmBl, kmL, kmS, kmE	65,3	1 – 2
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
217 (= NB 18)	600 m li.	9,29	3	-	22	k.A.
37 Kleine Mainau	280 m li.	9,32	1	q	8,5	k.A.
38 Kleine Mainau	270 m li.	9,37	3	q?	7,5	k.A.
292	360 m li.	9,57	1		8	4 – 6
210 Br. I und II	170 m re.	9,58	I: 1,1	I: -II: -	I: 21,0 II: 27,0	4 – 6
			II: Schluckbrunnen			
227 Br. I und II	510 m re.	9,68	I: 1,11	I: -II: -	I: 16,0 II: 46,6	1 – 2
			II: Schluckbrunnen			k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
105	520 m re.	9,70	-1)	-	10	2 – 4
106	470 m re.	9,70	-1)	-	15	2 – 4
181	520 m re.	9,77	2	-	33	1 – 2
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
17 Br. I und II	470 m li.	9,81	I: - II: -	I: - II: -q	I: - II: 3,0	k.A.
336	190 m li.	9,93	2	-	9	4 – 6
110	310 m re.	9,95	-1)	q	5	4 – 6

Wassergewinnungsanlage bzw. Brunnen lt. Wasserbuch der Städte Nürnberg/ Fürth	Lage und ca. Entfernung zur Trasse	Station	Wasserrechtlich genehmigte Entnahmemenge	genutztes GW-Stockwerk	Tiefe des Brunnens	GW-Absenkung im Brunnen
[Bezeichnung]	[m]	[km]	[l/s]	[-]	[m]	[m]
94 (= NB 27)	530 m re.	10,13	2,5	km	26,3	2 – 4
104	500 m re.	10,22	- ¹⁾	-	12	2 – 4
89	730 m re.	10,25	1,5	-	15	2 – 4
142	500 m re.	10,25	TW und ¹⁾	-	10	2 – 4
115	500 m re.	10,27	- ¹⁾	-	11	2 – 4
252	390 m re.	10,27	- ¹⁾	-	20	4 – 6
173	170 m re.	10,31	- ¹⁾	q?	9	6 – 8
1	540 m re.	10,34	1,5	kmBl	44	2 – 4
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
175	360 m re.	10,36	1	-	30	4 – 6
14	650 m re.	10,38	1,3	-	20	2 – 4
169	120 m re.	10,39	- ¹⁾	-	7,5	6 – 8
170	100 m re.	10,41	- ¹⁾	q?	12	6 – 8
171	90 m re.	10,43	- ¹⁾	q?	12	6 – 8
264	620 m re.	10,43	- ¹⁾	km	6	2 – 4
172	80 m re.	10,45	- ¹⁾	q?	12	6 – 8
216	440 m li.	10,54	3	-	10	6 – 8
90	270 m re.	10,65	1,5	-	20	6 – 8
74 (= NB 10)	130 m li.	10,70	15	km	106	6 – 8
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
189	660 m re.	10,99	2	-	20	4 – 6
95*	340 m li.	11,07	4	-	70	6 – 8
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
265	260 m re.	11,11	< 3,0	-	-	6 – 8
160	560 m re.	11,19	- ¹⁾	-	12	4 – 6
161	580 m re.	11,30	- ¹⁾	-	12	2 – 4
24	110 m re.	11,34	- ¹⁾	-	10	4 – 6
156	740 m re.	11,35	- ¹⁾	-	15	2 – 4
162	550 m re.	11,35	- ¹⁾	-	9	2 – 4
242	680 m re.	11,37	- ¹⁾	-	10	4 – 6
154	750 m re.	11,38	- ¹⁾	-	30	2 – 4
153	710 m re.	11,47	- ¹⁾	-	12	2 – 4
258	680 m re.	11,48	- ¹⁾	-	4,5	2 – 4
273 Br. I und II	660 m re.	11,50	I: 1,2	I: -II: -	1: 40,0 II: 45,0	2 – 4

Wassergewinnungsanlage bzw. Brunnen lt. Wasserbuch der Städte Nürnberg/ Fürth	Lage und ca. Entfernung zur Trasse	Station	Wasserrechtlich genehmigte Entnahmemenge	genutztes GW-Stockwerk	Tiefe des Brunnens	GW-Absenkung im Brunnen
[Bezeichnung]	[m]	[km]	[l/s]	[-]	[m]	[m]
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
152*	610 m re.	11,58	- ¹⁾	-	18	2 – 4
91*	60 m li.	11,64	-	-	22	6 – 8
164	480 m re.	11,75	4,5	-	43	2 – 4
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
141 Br. I und II	180 m re.	11,78	TW und ¹⁾	-	I 3,0 II: 14,0	2 – 4
240 Br. I und II	210 m re.	11,78	I: 1,5	I: -II: -	I: 30,0 II: 31,0	2 – 4
			II: Schluckbrunnen			
310 (= NB 33)	460 m li.	11,78	14		21	2 – 4
6	100 m re.	11,84	3,8	-	43,3	1 – 2
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
5	190 m li.	11,94	2	-	50	1 – 2
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
135	350 m re.	11,95	2	-	30	2 – 4
136	320 m re.	11,98	3	-	5,89	2 – 4
139	370 m re.	11,98	- ¹⁾	-	8	2 – 4
137	300 m re.	12,00	3	km	6,82	2 – 4
271	490 m re.	12,05	2,5	-	40	2 – 4
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
25	230 m re.	12,06	- ¹⁾	-	-	2 – 4
243	240 m re.	12,28	0,66	-		1 – 2
247	640 m re.	12,32	4,5	-	41	1 – 2
78	660 m re.	12,52	2	km	50	k.A.
202	420 m re.	12,55	10	-	70	k.A.
201	210 m re.	12,57	- ¹⁾	-	-	1 – 2
96	60 m re.	12,87	6,5	-	39	4 – 6
						k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
21	140 m li.	12,88	0,5	-	16	2 – 4
194	250 m li.	12,88	- ¹⁾	q?	13	2 – 4
195	230 m li.	12,88	TW und ¹⁾	q?	10	2 – 4
92 Br. I	470 m li.	13,04	25	-	22,5	k.A.

Wassergewinnungsanlage bzw. Brunnen lt. Wasserbuch der Städte Nürnberg/ Fürth	Lage und ca. Entfernung zur Trasse	Station	Wasserrechtlich genehmigte Entnahmemenge	genutztes GW-Stockwerk	Tiefe des Brunnens	GW-Absenkung im Brunnen
[Bezeichnung]	[m]	[km]	[l/s]	[-]	[m]	[m]
92 Br. II	430 m li.	13,04	16,5	-	22,5	k.A.
113	360 m re.	13,12	- ¹⁾	q	4	4 – 6
184	240 m re.	13,13	3	-	50	4 – 6 k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
114	360 m re.	13,18	- ¹⁾	q	5	4 – 6
8	680 m re.	13,20	7	km	56,5	2 – 4 k.A. aufgrund Tiefe des Brunnens
120	370 m re.	13,26	TW und ¹⁾	q	4	4 – 6
128	180 m re.	13,38	3		20	2 – 4

TW = Trinkwasser

NB = Notbrunnen

* = z.Z. außer Betrieb

li. = links der Trasse

re. = rechts der Trasse

? = vermutet

k.A. = keine Auswirkung

¹⁾ Gartenbewässerung, keine Mengenfestlegung

²⁾ wasserrechtlicher Erlaubnisbescheid wurde widerrufen

In Tabelle 4-3 sind die für den Grundwasserhaushalt relevanten ständigen Entnahmen dargestellt. In den hier nicht aufgeführten Brunnen der CSC Jäkle Chemie GmbH sind Schwankungen von bis zu 2 Metern zu erwarten. Diese Brunnen dienen lediglich der Reinigung von Grundwasser, das Grundwasser wird direkt in den Grundwasserleiter rückinfiltriert.

Tabelle 4-3: Ständige Grundwasserentnahmen

Bezeichnung [-]	Rechtswert [m]	Hochwert [m]	Entnahme [l/s]	GW-Leiter [-]
Klärwerk I	4428889,2	5481586,5	12	kmbl
Klärwerk I	4429046,1	5481555,5	10	kmbl
Klärwerk I	4429069,6	5481246,4	12	kmbl

4.7 Gewässerverhältnisse

4.7.1 Quellaustritte

Quellaustritte sind im Bereich der Güterzugstrecke nicht vorhanden bzw. durch Überbauung nicht mehr zu erkennen.

4.7.2 Oberflächengewässer

Die Gewässer 1. Ordnung sind der Main-Donau-Kanal, die Pegnitz und die Rednitz, welche auf Höhe von ca. km G 12,000 zur Regnitz zusammenfließen. Die im Einflussbereich der Güterzugstrecke liegenden Flüsse, Bäche, Gräben, Gerinne und Teiche sind im Anschluss an die Beschreibung der Gewässer 1. Ordnung nach aufsteigender Kilometrierung geordnet aufgeführt und charakterisiert.

Main-Donau-Kanal: westlich der geplanten Trasse, etwa zwischen km G 4,500 (Beginn PFA 13) und ca. km G 5,200 in einem Abstand von 200 m bis 400 m verläuft der Main-Donau-Kanal, ein Gewässer 1. Ordnung. Ab ca. km G 5,200 verschwenkt die Trasse nach Norden und entfernt sich damit vom Main-Donau-Kanal, der weiter in westlicher Richtung verläuft. Der Main-Donau-Kanal stellt eine künstliche schiffbare Verbindung zwischen Rhein, Main und Donau dar.

Regnitz: Hauptvorfluter im Untersuchungsraum ist die von Süd nach Nord fließende Regnitz, ein Gewässer 1. Ordnung. Die Regnitz mündet bei Bamberg in den Main (hydrographisch in den Obermain). Die Trasse kreuzt oder beeinflusst die Regnitz nicht. Ab ca. km G 12,000 bis G 14,856 ist die Regnitz der Hauptvorfluter. Die geringste Entfernung beträgt hier ca. 500 m von der Trasse.

Rednitz: Zwischen km G 4,935 bis ca. km G 6,000 ist die Rednitz, ein Gewässer 1. Ordnung der Vorfluter für das oberflächennahe Grundwasser. Die Trasse kreuzt oder beeinflusst die Rednitz nicht.

Pegnitz: Im größten Teil der Güterzugstecke bildet die Pegnitz, ein Gewässer 1. Ordnung, den Vorfluter für das oberflächennahe Grundwasser. Die Pegnitz fließt in diesem Bereich von Südwest nach Nordost und vereinigt sich außerhalb des Untersuchungsraumes in Fürth mit der Rednitz zur Regnitz. Das Gefälle der Pegnitz ist mit ca. 1,2 ‰ im Untersuchungsgebiet gering. Etwa zwischen km G 9,150 und km G 9,210 unterquert das geplante Tunnelbauwerk das für HHW-Verhältnisse amtlich ausgewiesene Überschwemmungsgebiet der Pegnitz. Bei km G 9,160 wird die Pegnitz selbst unterquert, wobei der Abstand von der Pegnitzsohle zur

Tunnelfiste rd. 9,5 m beträgt. Die gewässerkundlichen Hauptzahlen der Pegnitz im Untersuchungsraum können für den Pegel Nürnberg/Lederersteg abgeschätzt werden, der sich bei Fluss-km 6,400 befindet. Der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) der Jahresreihe 1911/2012 beträgt hier 6,8 m³/s, der Mittelwasserabfluss (MQ) 11,5 m³/s, der mittlere Hochwasserabfluss (MHQ) 59,4 m³/s und der Hochwasserabfluss (HQ) 149 m³/s.

Diebsgraben: Der Diebsgraben verläuft in einem Mindestabstand von ca. 50 m östlich der Trasse (bei ca. km G 5,000) in nordwestlicher Richtung entlang des Frankenschnellweges. Im Bereich Rothenburger Straße ändert er seinen Verlauf in Richtung West zur Regnitz, in welche er mündet. Der Diebsgraben führt nur nach Niederschlagsereignissen Wasser, welches er zum großen Teil aus der Entwässerung des Frankenschnellweges bezieht. Der Diebsgraben ist heute vollständig überbaut und fließt verrohrt auf Nürnberger Stadtgebiet in die Rednitz. In Fürth ist der Diebsgraben ebenfalls verrohrt der städtischen Kanalisation angeschlossen.

Höfener Landgraben: Der Höfener Landgraben fließt im Stadtteil Höfen im Trassenbereich - beginnend als offenes Gewässer östlich des Großmarktes - in etwa von Ost nach West - und ist ab dem Bereich nördlich des Großmarktes durchgehend verrohrt. Etwa bei km G 7,120 wird der verrohrte Höfener Landgraben von der Trasse in Tunnellage gequert. Östlich der Trasse verläuft der Höfener Landgraben parallel zur Burgbernheimer Straße und mündet im Bereich der Sigmundstraße in die Kanalisation der Stadt Nürnberg.

Wetzendorfer Landgraben: Der Wetzendorfer Landgraben (Gewässer 3. Ordnung) fließt etwa von Osten nach Westen und wird etwa ab dem Stadtteil Doos unterirdisch geführt. Er unterquert die BAB A73 (Frankenschnellweg) und fließt westlich der A73 wieder als offenes Gewässer in die Pegnitz. Bei ca. km G 9,370 wird der Wetzendorfer Landgraben von der Trasse in Tunnellage gequert. In der Regel führt dieser Landgraben nur nach stärkeren Niederschlagsereignissen und bei Hochwasserverhältnissen Wasser.

Poppenreuther Landgraben: Der Poppenreuther Landgraben (Gewässer 3. Ordnung) fließt in etwa von Osten nach Westen und wird in Höhe der Anschlussstelle Fürth-Poppenreuth unter der BAB A73 (Frankenschnellweg) hindurch geführt. Östlich der Güterzugtrasse bzw. der A73 ist er verrohrt. Westlich der Espanstraße fließt der Poppenreuther Landgraben wieder als offenes Gewässer weiter und mündet schließlich in die Pegnitz. Bei ca. km G 10,660 wird der Poppenreuther Landgraben von der Trasse in Tunnellage gequert.

Bucher Landgraben: Der Bucher Landgraben (Gewässer 3. Ordnung) überquert etwa bei km G 13,450 die geplante Trasse, welche hier noch in Tunnellage (offene Bauweise) verläuft. Westlich der Brücke der Bundesautobahn A73 fließt der Bucher Landgraben anschließend am Wäsig vorbei nach Norden, wo er nach rd. 2.120 m Fließweg auf einer Länge von etwa 700 m durch das Wasserschutzgebiet der TGA Knoblauchland (Zone III) und auf einer Länge von etwa 1,4 km durch das Wasserschutzgebiet der TGA Eltersdorfer Gruppe (Zone II, III A, III B)

fließt. Der Bucher Landgraben infiltriert im Bereich der TGA Knoblauchland und der TGA Eltersdorfer Gruppe in den quartären Untergrund. Er mündet außerhalb des Untersuchungsraumes in Höhe der Anschlussstelle Eltersdorf in die Gründlach. Am Durchlass unter der Autobahn wurde im Bucher Landgraben am 13.10.1993 während einer Niederschlagsperiode mit dem Messflügel ein Abfluss von 67,14 l/s gemessen. Am 28.10.1993 waren es während einer Trockenwetterperiode 55,61 l/s. Der Mittelwasserabfluss beträgt nach Angabe des WWA Nürnberg 120 l/s. Der Bucher Landgraben besitzt ein Einzugsgebiet von ca. 29 km². Im Bereich des Bucher Landgrabens ist ein Überschwemmungsgebiet berechnet und vorläufig gesichert.

4.8 Überschwemmungsgebiete

Im Planungsraum erstreckt sich im Bereich der Pegnitzquerung in ca. km 9,170 das 1979 amtlich festgesetzte Überschwemmungsgebiet (Amtsblatt der Stadt Nürnberg vom 03.10.1979 zur „Verordnung über die Neufestsetzung des Überschwemmungsgebietes der Pegnitz“). Der Umgriff des Überschwemmungsgebietes Pegnitz ist in Anlage 14.4 Blatt 1 dargestellt. Das Überschwemmungsgebiet wird in diesem Bereich vom Pegnitztunnel unterfahren.

Darüber hinaus wurde im Planungsraum für den Bereich des Bucher Landgrabens am 11.02.2010 durch die Stadt Fürth bzw. aktualisiert im Fürther Amtsblatt Nr. 23 vom 20. Dezember 2017 eine vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebiets bekannt gemacht. Die vorläufige Sicherung wurde auf Grund von Aktualisierungen bis 07.10.2021 verlängert (Fürther Amtsblatt 31, [Nr. 15] 7. August 2019). Grundlage für die Ermittlung der Umgriffe des Überschwemmungsgebietes ist das 100-jährliche Hochwasser des Bucher Landgrabens. Das benannte Überschwemmungsgebiet beginnt im Trassenbereich nördlich „Am Reichgraben“ bei km G 13,250. Die Neuberechnung des Überschwemmungsgebietes Bucher Landgraben („Ist-Zustand“) wurde dem Vorhabenträger vom Wasserwirtschaftsamt Nürnberg aktualisiert mit Datum vom 22.01.2020 für die Ermittlung der Projektauswirkungen übermittelt und von Kling Consult für die Ermittlung der Planungsauswirkungen auf das Gewässersystem Bucher- und Bisloher Landgraben zu Grunde gelegt.

Aufgrund von Anpassungen der zugrundeliegenden Eingangsparameter des Hochwassermodells wurde vom Landesamt für Umwelt in Abstimmung mit den Wasserwirtschaftsbehörden im Februar 2020 ein korrigierter Umgriff des vorläufigen Überschwemmungsgebiets modelliert, der in der Anlage 14.4 Blatt 3 dargestellt ist.

Die im PFA 13 geplante Trasse unterquert mit dem Pegnitztunnel das o.g. Überschwemmungsgebiet des Bucher Landgrabens. Die Baumaßnahmen zur Herstellung des Tunnels (einschließlich Startbaugrube, offene Bauweise Nord und zugehöriger Baustelleneinrichtungsflächen) befinden sich im Bereich des Überschwemmungsgebietes Bucher Landgrabens.

5 Baugrundtechnische Beurteilung

5.1 Tunnel

Die in maschineller und in offener Bauweise aufzufahrende Tunnelstrecke des Güterzugtunnels, die Notausstiegsschächte sowie die Rampentröge liegen in den Gesteinen des Blasensandsteins und der Lehrbergsschichten sowie in quartären Lockergesteinen und sind größtenteils im Grundwasserbereich herzustellen. Für den Tunnel und das Rampenbauwerk besteht keine natürliche Vorflut.

Die im Bereich Rampentrog Süd und in den Bereichen der offenen Tunnelbauweise anstehenden Gesteine sind mechanisch lösbar. Die hier zu erstellenden Bauwerke können flach gegründet werden. Zur Vermeidung von großräumigen Grundwasserabsenkungen sind die Baugrubenverbaue in den grundwassererfüllten Lockergesteinen dicht auszubilden. Das in den Baugruben anfallende Tag- und Sickerwasser wird gefasst und schadlos abgeleitet. Fugen im Verbau und Klüfte in Felspartien der Baugrubenwände und –sohle, die stärkeren Wasserandrang zeigen und zu Instabilitäten des Baugrunds in den Baugruben bzw. in der Vortriebsstrecke führen können, werden durch geeignete Maßnahmen, wie bspw. Injektionen vergütet oder geschlossen.

Die plattigen bis bankigen Sandsteine mit Tonsteinlagen des Blasensandsteins sowie die Wechsellagerungen von Sandsteinen und Ton-/Schluffsteinen der Lehrbergsschichten besitzen auch bei Wassersättigung im Allgemeinen eine für den Tunnelbau ausreichende Gesteins- und Gebirgsfestigkeit. Diese ist bei den grundwassererfüllten Lockergesteinen in den Quartärinnen nicht gegeben. Beim Auffahren bzw. der Unterfahrung dieser Rinnen ist daher eine Vergütung der quartären Lockergesteine und der Keupergesteine im Rinnennahbereich erforderlich bzw. ist das Grundwasser bzw. der Grundwasserzufluss durch einen geeigneten Vortriebsmodus deutlich einzuschränken.

Die im Tunnelbereich anstehenden Festgesteine sind mit einer Vollschnittmaschine mechanisch lösbar. Das bei der Erstellung der Baugruben anfallende Aushubmaterial sowie das bei der Tunnelauffahrung anfallende Ausbruchmaterial ist zum Teil als Schüttmaterial von Erdbauwerken verwendbar. Die Eignung ist abhängig von der Gesteinszusammensetzung sowie dem Wassergehalt nach der Separierung bzw. der Restwassermenge nach dem Lösevorgang.

5.2 Ingenieurbauwerke

Die im Streckenabschnitt geplanten Ingenieurbauwerke (Eisenbahnüberführungen, Stützmauern) können flach in den quartären Terrassensanden bzw. in den anstehenden Keupergesteinen gegründet werden; in Abhängigkeit von den Lasten sind ggf. Tiefgründungen vorzusehen.

Der Aushub aus den Baugruben ist je nach Körnungsband als Schüttmaterial für Erdbauwerke geeignet; ggf. ist jedoch eine Stabilisierung erforderlich.

5.3 Streckentiefbau

Der Streckentiefbau erfolgt überwiegend auf bzw. in sandigen, generell ausreichend tragfähigem Untergrund, so dass sich nur geringfügige Eingriffe in das bestehende Gelände ergeben. Bei sehr geringen Flurabständen kann hierbei ein Eingreifen in das Grundwasser notwendig sein. Der anfallende Aushub ist je nach Körnungsband zur Herstellung von Erdbauwerken geeignet; ggf. sind stabilisierende Maßnahmen erforderlich. Die Gründung von Dammlagen erfolgt überwiegend auf selbigem sandigen, generell ausreichend tragfähigem Untergrund. Bei sehr geringen Flurabständen in Verbindung mit Bodenaustauschmaßnahmen o.ä. können hierbei Eingriffe ins Grundwasser notwendig werden. Der in anderen Bereichen angefallene Aushub kann, je nach Körnungsband, beim Dammbau ggf. mit stabilisierenden Maßnahmen verwendet werden.

5.4 Wiederverwertbarkeit des Aushubs

Um eine Einschätzung über die spätere Wiederverwertbarkeit des ausgehobenen Materials zu gewinnen, wurden im 2. EKP im geplanten Aushubbereich des Tunnels 70 Proben entnommen und gemäß der Länderarbeitsgemeinschaft Mitteilung M 20 analysiert. Hierbei wurden ca. 50% der Proben gemäß LAGA-Richtlinie Tab. II 1.2-1 (Mindestuntersuchungsprogramm Boden bei unspezifischem Verdacht) im Feststoff und Eluat untersucht, weitere 50% der Proben gemäß LAGA-Richtlinie Tab. II 1.2-2 (erweiterter Untersuchungsumfang, Zuordnungswerte Feststoffe für Boden) kombiniert mit LAGA-Richtlinie Tab. II 1.2-3 (erweiterter Untersuchungsumfang, Zuordnungswerte für Eluat).

Im 1. EKP wurden nur in sehr geringem Umfang chemischen Analysen am Feststoff durchgeführt und ausschließlich für den Parameter LHKW. Die gemessenen Belastungen liegen nach heutiger Katalogisierung alle im Z0 Bereich.

Die Ergebnisse der Analysen liegen, bis auf eine Ausnahme, in der Bandbreite von Z0 bis Z2. Überschreitungen der Z0 Werte bis zu Maximal-Konzentrationen im Z2 Bereich wurden lokal für den Arsengehalt, Kupfergehalt und PAK-Summenwert gemessen, sowie im Eluat für den pH-Wert und den Arsengehalt. Der überwiegende Teil der Proben ist jedoch als Z0 einzustufen.

Bei ca. km G 11,220 wurde eine deutliche Überschreitung des Z2-Wertes für den Parameter Arsen (1,1 mg/l) im Eluat, bei einem ermittelten Feststoffgehalt von lediglich 26 mg/kg (= Z1.1) ermittelt. Bei ca. km G 13,145 wurde eine Überschreitung des Z2-Wertes für den Parameter

Arsen (0,11 mg/l) im Eluat, bei einem ermittelten Feststoffgehalt von lediglich 9,4 mg/kg (= Z0) ermittelt. Die Belastungen sind, wie in Kap. 4.5.1 beschrieben, vermutlich nur punktuell und geogener Natur.

5.5 Altlastenverdachtsflächen

Die geplante Trasse quert Bereiche, in denen Altlastensituationen bekannt sind.

5.5.1 Altlastenverdachtsfläche B-006074-007; Lagerplatz Fa. Rohr

Auf der Verdachtsfläche wurde eine etwa 1 m mächtige Auffüllung aufgeschlossen. In den aus dem Auffüllungshorizont entnommenen Bodenproben wurde keine Überschreitung der Zuordnung Z0 gemäß LAGA (Mitteilung 20 - Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) festgestellt. Der Altlastenverdacht wurde demnach ausgeräumt.

5.5.2 Altlastenverdachtsfläche B-006074-008; Lagerplatz Fa. Rohr

Auf der Untersuchungsfläche wurden im Zuge der Orientierenden Untersuchung aus dem Auffüllungsbereich ausgewählte Bodenproben chemisch untersucht. Es wurden punktuell im oberflächennahen Tiefenbereich erhöhte Gehalte für den Parameter PAK mit der Einstufung in LAGA Z1.1 festgestellt. In einer Bohrung wurde ein erhöhter Schwermetallgehalt mit der Einstufung in LAGA Z1.2 und in LAGA Z2 analysiert.

Die zwei Verdachtsflächen liegen zwischen km G 6,200 und G 6,705, in dem der Tunnelbau in offener Bauweise mit anschließender Verfüllung geplant ist. Sofern das auszubauende Auffüllungsmaterial geotechnisch nicht für die Wiederverfüllung geeignet ist, wird es fachgerecht entsorgt.

Eine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser ist nicht angezeigt.

5.5.3 Sanierungsfläche Flachsländer Straße

Die Sanierungsfläche liegt ca. 300 m nördlich der Tunneltrasse, etwa bei km G 6,45. Im Tunnelabschnitt km G 6,200 bis G 6,705 wird der Tunnel in offener Bauweise errichtet, wozu eine Wasserhaltung erforderlich wird.

Auf dem Grundstück der Flachsländer Straße 14 in Nürnberg wurden in den 1970er Jahren Lösungsmittel und Ölgebinde gelagert. Aufgrund des nicht fachgerechten Umgangs mit Chemikalien, die insbesondere leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) enthalten, wurden das Erdreich und das Grundwasser erheblich kontaminiert. In den Jahren 2008 und

2009 wurde das verunreinigte Erdreich als erste Sanierungsmaßnahme entsorgt, Das Grundwasser wird derzeit saniert, wobei sowohl der Abschluss der Sanierungsmaßnahme wie auch die ausgetragenen Mengen nicht bekannt sind.

Zur Abschätzung, ob mit der Bauwasserhaltung im Bereich des Tunnel offene Bauweise Süd eine Mobilisierung der LHKW-Schadstofffahne in Richtung der Baugrube zu erwarten ist, wurden im Rahmen eines Grundwassermodells die möglichen Auswirkungen der Wasserhaltung für die Offene Bauweise dargestellt. Anhand des Grundwassermodells ist festzustellen, dass für den Bereich des betroffenen Trassenabschnittes (Tunnel offene Bauweise Süd) in Bezug auf die Baumaßnahme mit einem bauzeitlichen Schadstoffzustrom bis in die Baugrube gerechnet werden muss.

Zur Minimierung dieses Risikos bei der Wasserentnahme über die Baugrube im Wasserhaltungsbereich zwischen km G 5,985 bis G 6,705 sind daher geeignete Maßnahmen zur Vermeidung einer Schadstoffmobilisierung über die Grundstücksgrenze hinaus bzw. bis in die Baugrube zu ergreifen. Im Zuge der Planung wird die Errichtung eines bauzeitlichen Absenkbrunnens, mit einer Förderrate von ca. 5 l/s, im Abstrom des Grundstücks vorgesehen bzw. die Nutzung eines vorhandenen Überwachungs-/Sanierungspegels geprüft, durch den die Abströmung des mit LHKW belasteten Grundwassers bis in die Baugrube möglichst vermieden wird. Das entnommene Grundwasser wird bei Grenzwertüberschreitung (LfW Merkblatt Nr. 3.8/1, Tab. 4) über eine geeignete Abreinigungsanlage (Aktivkohle- oder Stripanlage) geleitet und anschließend in die städtische Kanalisation eingeleitet.

5.5.4 Sanierungsfläche Hundingstraße 11 b

Im Tunnelabschnitt km G 7,7 und G 8,0 sind 5 Altlastenflächen sowie drei Altlastenverdachtsflächen bekannt. Für die Tunneltrassierung ist die Sanierungsfläche Hundingstraße 11b relevant, die bei km G 7,8, ca. 110 m östlich zur Tunneltrasse, liegt. Bei den übrigen Altlastenflächen handelt es sich um eingegrenzte Kontaminationen bzw. um gering mobilisierbare Schadstoffe, wie etwa Chrom.

Auf der Sanierungsfläche Hundingstraße 11b ist seit 2002 die Grundwasserkontamination mit Benzol und BTEX bekannt. Auf Grundlage zahlreicher weiterer Untersuchungen wurde die Sanierungsplanung unter Einbindung des Umweltamtes Nürnberg erstellt. Nach einem Eigentümerwechsel ist in Zusammenarbeit mit einem externen Gutachter die Anwendung des ISCO-Sanierungsverfahren im Verbund mit einem Monitoring mittels Grundwassermessstellen im Abstrom an der Grundstücksgrenze beschlossen worden. Diese Sanierungsarbeiten wurden in der Vergangenheit begonnen, dann jedoch unterbrochen. Es ist vorgesehen, im April 2020 die Sanierungsarbeiten wieder aufzunehmen. Die voraussichtliche Dauer der Sanierungsarbeiten ist zum aktuellen Zeitpunkt jedoch nicht abzusehen.

Bei der Sanierungsuntersuchung aus dem Jahre 2010 wurden an den im Schadenszentrum errichteten Grundwassermessstellen Benzolkonzentrationen bis 33.000 µg/l analysiert. Der Stufe-2-Wert (LfU-Merkblatt Nr. 3.8/1 „Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen – Wirkungspfad Boden-Grundwasser -) ist mit einer Obergrenze von 10 µg/l festgelegt. Der Summenparameter BTEX (Stufe-2-Wert 100 µg/l) wurde mit Konzentrationen bis über 100.000 µg/l gemessen. Im Umfeld des Schadenszentrums sind die Konzentrationen zwar deutlich geringer, überschreiten jedoch den Stufe-2-Wert zum Teil um mehr als das 100-fache.

Im 2. EKP wurde in der trassennahen Grundwassermessstelle GM 13.2/105 eine Benzolkonzentration von 1,5 µg/l, in der Probenahmetiefe von 40 m, gemessen. Die Konzentration liegt unter dem Stufe-1-Wert.

Zur Abschätzung, ob die Schadstofffahne im Grundwasser beim Tunnelvortrieb mobilisiert wird, wurde eine zusätzliche Grundwassermessstelle errichtet und ein 48-Stunden-Pumpversuch durchgeführt. In den entnommenen Grundwasserproben wurden keine Benzol- und BTEX-Konzentrationen über dem Stufe-1-Wert nachgewiesen. Eine konkrete Mobilisierung der Schadstoffe im Grundwasser durch Tunnelvortriebsmaßnahmen ist demnach nicht zu erwarten.

5.5.5 Sanierungsfläche Jäkle-Chemie

Die voraussichtlich stärkste Beeinträchtigung ist eine Grundwasserkontamination durch LHKW (Jäkle Chemie). Die Sanierungsfläche liegt zwischen km G 8,2 und G 8,5 westlich der Tunneltrasse, in einem Abstand zwischen etwa 50 m und 100 m. Im Bereich des Betriebsgeländes wird seit 1988 ein LHKW-Schaden im Boden und im Grundwasser durch den Eigentümer saniert.

In die Überwachung der Grundwassersanierung ist die Grundwassermessstelle GM 3/33 integriert, die im nach Norden gerichteten Grundwasserabstrom im Rahmen des 1. EKP (1994) zur Trassierungsplanung errichtet wurde. Die seiner Zeit gemessenen LHKW-Konzentrationen variierten bis zu einer 26-fachen Überschreitung des Stufe-2-Wertes, der weiterhin ein Sanierungserfordernis bedingt. Die im Zuge des 2. EKP (2010) gemessene Konzentration mit 1.414 µg/l entspricht einer 35-fachen Überschreitung.

In der ca. 500 m weiter nördlich (km G 9,1) errichteten Grundwassermessstelle GM 3/36, mit einer Ausbautiefe von ca. 15 – 20 m, wurde im 1. EKP eine LHKW-Konzentration von 827,1 µg/l gemessen, was eine mehr als 20-fache Überschreitung des Stufe 2-Wertes darstellt. Im Rahmen des 2. EKP wurde an der gleichen Messstelle eine LHKW-Konzentration von 18.029 µg/l festgestellt.

Die Firma CSC Jäcklechemie GmbH & Co. KG saniert auf ihrem Betriebsgelände Matthiasstraße 10- 12 in Nürnberg seit 1988 einen LHKW- Schaden im Grundwasser und im Boden. Die LHKW-Konzentration im Boden liegen an allen Messstellen inzwischen deutlich unter 50 µg/l. Die LHKW-Konzentrationen im Grundwasser liegen allerdings noch im sanierungsrelevanten Bereich mit teilweise > 1. 000 µg/l. Die Altlastenfläche wird derzeit saniert, der Abschluss der Sanierungsmaßnahmen ist nicht bekannt.

Zur Abschätzung, ob die LHKW-Schadensfahne durch den Tunnelvortrieb mobilisiert wird, wurde an einer im Abstrom der Schadensfahne neu errichteten Grundwassermessstelle ein 48-Stunden-Pumpversuch durchgeführt. In den Grundwasserproben wurden leicht erhöhte LHKW-Konzentrationen festgestellt.

Entlang der Tunneltrasse stellt die Pegnitzrinne einen Bereich mit den höchsten LHKW-Konzentrationen dar. Die Rinne ist zwischen km G 8,350 und km G 9,050 lokalisiert und mit quartären Lockergesteinen gefüllt. Sie weist hier Mächtigkeiten bis über 20 m auf und wird von den Lehrbergschichten unterlagert. Die seitliche Begrenzung bildet der Blasensandstein.

Das Quartär und der Blasensandstein werden über eine ca. 950 m lange Tunnelstrecke in der Firste angeschnitten. Das während der Vortriebsarbeiten in diesem Bereich anfallende Wasser kann LHKW-belastet sein und ist vor einer Ableitung zu analysieren und ggf. in geeigneter Weise aufzubereiten bzw. zu reinigen.

In den untersuchten Proben des Festgesteins aus der Bohrung BK 13.2-107 wurde über die Tiefe bis 21,2 m keine LHKW-Gehalte nachgewiesen. In einer Probe liegt eine geringfügig erhöhte Zinkkonzentration mit der Einstufung in LAGA Z 1.1 vor.

Im Abstrombereich der Sanierungsfläche Jäkle-Chemie befinden sich die Notausgänge NA II und NA III. Um auch hier der Mobilisierung des LHKW-belasteten Grundwassers während des Errichtungszeitraums vorzubeugen, wurde im Zuge der Planung die Variante, eine bis in die Lehrbergschichten reichende überschnittene Bohrpfahlwand für die Umschließung im Locker- und Festgestein herzustellen, als geeignet erachtet. Grundwasser kann aber über die unverbaute Sohle zutreten. Dieses und das Niederschlagswasser werden gemeinsam gefördert und bei Überschreitung der Einleitungsgrenzwerte über Aktivkohlefilteranlagen gereinigt, bevor es in die städtische Kanalisation eingeleitet wird.

Der Tunnel wird mit einer Schildmaschine im Hydro-Modus aufgefahren. Mit dieser Technologie erfolgt ein grundwassergestützter Vortrieb, wobei durch aktive Steuerung des Stützflüssigkeitsdrucks in der Abbaukammer die Grundwasserentnahme geregelt werden kann. Beim Regelvortrieb im offenen Modus werden während des Tunnelvortriebs im gesättigten Boden maximal 5 l/s Grundwasser entnommen. Zur weiteren Reduzierung des Wasserzutritts über die Ortsbrust, wie etwa in Kontaminationsbereichen oder bei hohem Wasserandrang, kann der Überdruck erhöht (geschlossener Modus) werden. Diese Vorgehensweise wird im Bereich der

bekanntem Grundwasserkontamination, die sich in etwa auf den Vortriebsabschnitt zwischen km G 6,0 und km G 9,0 eingrenzen lässt, angewandt.

6 Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die Wasserkörper

Im Folgenden werden die Auswirkungen des Vorhabens (Bau von zweigleisiger Tunnelröhre, Rettungsschächte, Tunnel in offener Bauweise (Nord und Süd) und Rampentrog Süd sowie flankierende Baumaßnahmen (u.a. Verbauten, Einsatzstoffe, Wasserhaltungen, Einleitungen und Versickerungsanlagen)) während (baubedingt) und nach Abschluss der Baumaßnahme (anlage- und betriebsbedingt) im Hinblick auf die Oberflächen- und Grundwasserbeeinflussungen beschrieben und bewertet.

Für den Bau, die Anlage und Betrieb des Vorhabens einschl. der Baustellen und Lagerungsplätze werden alle nach dem Stand der Technik möglichen Maßnahmen ergriffen, um umweltrelevante Änderungen auf die oberirdischen und unterirdischen Gewässer auszuschließen bzw. zu minimieren, damit keine Verschlechterung auf den Oberflächenwasserkörper und Grundwasserkörper zu besorgen ist. Ein Havarieplan sowohl für die Bauausführung als auch für den Betrieb ist dabei Voraussetzung. Umweltüberwachungen werden durch das geplante Monitoring gewährleistet.

In der Anlage 14.2 sind die bauwerksspezifischen Maßnahmen bezüglich der wasserrechtlichen Tatbestände im Einzelnen sowie in der Anlage 14.4 die Auswirkungen auf die Gewässer in Bezug auf die Wasserrahmenrichtlinie zusammengestellt. Dabei werden auch Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers und der Gewässer und zur Minderung der unvermeidbaren Eingriffe aufgezeigt und bauwerksspezifisch sowie bautechnisch dargestellt.

6.1 Auswirkungen auf oberirdische Gewässer

Im Verlauf der ABS-Tasse werden im PFA 13 die Pegnitz in ca. km G 9,150, der Poppenreuther Landgraben in ca. km G 10,660 und der Bucher Landgraben in ca. km G 13,480 gekreuzt bzw. unterquert. Im Bereich der Pegnitz sowie im Bereich des Poppenreuther Landgrabens unterquert die Trasse im Tunnelverlauf (Herstellung im Schildvortrieb) die Gewässer. Hier ist nicht mit bauzeitlichen und/oder dauerhaften Auswirkungen zu rechnen. Im Bereich des Kreuzungspunktes mit dem Bucher Landgraben erfolgt die Herstellung des Tunnels in offener Bauweise. Hierzu muss der Gewässerverlauf bauzeitlich um 25 m nach Süden verlegt werden, infolgedessen sind, allerdings nur kurzzeitig, bauzeitliche Beeinträchtigungen (qualitativ und quantitativ) zu besorgen. Zur Verhinderung von Leakage-Effekten (Infiltration in das Grundwasser/den Tunnelvortrieb) wird das bauzeitliche Bachbett mit einem Lehmschlag o.ä. abgedichtet. Nach Abschluss der Baumaßnahme wird der Bucher Landgraben lagemäßig in

sein altes renaturiertes Bachbett zurückverlegt. Der Tunnel unterquert das Gewässer im Endzustand, so dass nach Abschluss der Baumaßnahme keine Beeinträchtigung des Bucher Landgrabens zu besorgen ist. Zur Minimierung/Verhinderung von mineralischen Trübstoffeinträgen bei dem Wiederanschluß des neuen renaturierten Gewässerbettes des Bucher Landgrabens wird vorgegeben, den Wiederanschluß nicht bei oder vor Hochwasserereignissen durchzuführen. Eventuelle baubedingte Sand-/Schluffauflandungen im Gewässer werden sofort beräumt.

Durch Grundwasserabsenkungen und Einleitungen von abgeleitetem Grund- und Oberflächenwasser in Oberflächengewässer im Rahmen der Baumaßnahmen der ABS sind Auswirkungen auf das Abflussverhalten und Qualität der Oberflächengewässer möglich. Die während der Bauzeit anfallenden Grund- und Oberflächenwässer werden i.w. versickert und vor Einleitung in die Vorflut über Absetzbecken u. ä. geführt, so dass während dieser Zeit keine nachhaltig qualitative Beeinträchtigung der Gewässer erfolgt.

6.2 Auswirkungen auf Grundwasserkörper

Im PFA 13 – Güterzugstrecke können sich im Zuge der Baumaßnahme sowohl qualitative als auch quantitative Auswirkungen auf die Grundwasservorkommen sowohl in den quartären Lockergesteinen als auch in den Festgesteinen des Keupers ergeben. Davon können auch wasserwirtschaftlich genutzte Brunnen betroffen sein (vgl. auch Anlage 14.4).

In der Anlage 14.2 sind die entsprechend dem Planungsstand zutreffenden bauwerksspezifischen Maßnahmen bezüglich der wasserrechtlichen Tatbestände im Einzelnen zusammengestellt. Dabei werden auch Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers und der Gewässer und zur Minderung der unvermeidbaren Eingriffe aufgezeigt und bauwerksspezifisch sowie bautechnisch dargestellt.

6.2.1 Tunnel

Tunnelvortrieb (TVM)

Es ist geplant, den Güterzugtunnel Pegnitz mit einer Tunnelvortriebsmaschine (TVM) in geschlossener Bauweise im kontinuierlichen Vortrieb mit einer Schildvortriebsmaschine mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust (Hydro-Modus) und einer einschaligen Auskleidung aus Stahlbeton-Fertigteilelementen (Tübbing) aufzufahren und herzustellen. Dies hat zur Folge, dass für die Tunnelstrecken ein einheitlicher kreisrunder Querschnitt vorgesehen ist. Der kreisrunde Tübbingtunnel hat einen Innenradius von 5,72 m. Bei einem Schildvortrieb erfolgt (außerhalb der Startbaugrube) keine vorauseilende planmäßige Absenkung des Grundwasserspiegels.

Beim Schildvortrieb tritt ein Kontakt zwischen der Stützflüssigkeit (Bentonit), dem Verpressmaterial für die Ringspaltverpressung und dem Grundwasser auf. Die Umweltverträglichkeit der betreffenden Stoffe wird vor dem Einsatz nachgewiesen. Gemäß § 48 Abs. 1 Satz 1 dürfen hier nachteilige Auswirkungen durch die Einbringung von Stoffen nicht zu besorgen sein. Insofern wird beachtet, dass grundsätzlich nur bauaufsichtlich zugelassene sowie wasserrechtlich genehmigte Stoffe und Bauteile zugelassen sind, so dass nachteilige Auswirkungen auf das Grundwasser nicht zu besorgen sind. Die Wahl und Konzentration der Bentonitstützflüssigkeit wird auf die gegebenen Bodenverhältnisse und Betriebsweisen abgestimmt. Die Qualität der Stützflüssigkeit wird während des Vortriebes regelmäßig kontrolliert und protokolliert.

Sollten Additive und/oder Füllstoffe zur Stabilisierung von Suspensionsverlusten eingesetzt werden müssen, so wird die chemische Unbedenklichkeit hinsichtlich des Grundwassers und der Umwelt dem Wasserwirtschaftsamt (WWA) Nürnberg nachgewiesen.

Die Ringspaltverfüllung wird mit einem Mörtel geeigneter Zusammensetzung, die auf den umgebenden Boden ausgerichtet wird, durchgeführt. Dabei wird u. a. auch der Nachweis der Grundwasserverträglichkeit geführt. Die Querschläge und die Querschlagsanschlüsse zum Tunnelverbindungsstollen werden in Spritzbetonbauweise aufgeföhrt. Die Querschläge werden dabei in Spritzbetonbauweise mit einer temporären Spritzbetonaußenschale und einer dauerhaften Stahlbeton-Innenschale in wasserundurchlässiger Betonkonstruktion hergestellt. Durch die Verwendung eluationsarmer (alkalifreie bzw. alkaliarme Spritzbindemittel) wird eine qualitative Veränderung des Grundwassers verhindert.

Da im Bereich des Tunnelvortriebes Altlasten vorhanden sind bzw. ein Antreffen von Belastungen oder Schadstofffahnen nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, wird generell ein Aktivkohlefilter vorgehalten, um bei Grenzwertüberschreitungen das Wasser sofort abzureinigen zu können.

Grundwasseraufstau

Für den Endzustand wurde im GW-Modell für die südlichen Bauabschnitte in offener Bauweise (Tunnel und Trog) ein Grundwasseraufstau von ca 0,15 m prognostiziert, der als wirtschaftlich nicht nachhaltig bewertet wird. Nördlich des Tunnels wurden im Bereich der offenen Bauweise bzw. des Troges ein Grundwasseraufstau von max. 67 cm errechnet. Zur Kompensation des prognostizierten Aufstaus wurden als Ausgleichsmaßnahme eine Überströmung des Bohrpfahlverbaus (km G 13,25-13,5) durch Überbohren der Bohrpfähle bis 1,5 m unter GOK bzw. jeden 4. Pfahl bis Mittelwasserniveau, eine Umströmung über einen aufgelösten Bohrpfahlverbau (km G 13,7 -13,77) sowie von km G 13,45 – 13,95 einen 0,3 m starken

wasserdurchlässigen Kiesfilter als Bauwerksumhüllung vorgesehen, sodass der max. Aufstau hier nur noch zwischen 9 cm und 16 cm beträgt. Dieser ist wasserwirtschaftlich tolerierbar.

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, dass sich durch die Auffahrung des Güterzugtunnels Pegnitz im kontinuierlichen Vortrieb mit einer Schildvortriebsmaschine und den zugehörigen Notausgängen in bergmännischer Bauweise in den quartären Lockergesteinen (tieferliegende quartäre Rinnen) sowie den Festgesteinen des Blasensandsteins und der Lehrbergschichten (bauzeitlich) keine nachhaltigen oder dauerhaften qualitativen oder quantitativen Beeinträchtigungen des Grundwassers ergeben werden. Eine signifikante nachteilige Auswirkung auf die Grundwasservorkommen ist nicht zu besorgen, da der Tunnel über- als auch unterströmt werden kann und somit kein Grundwasseraufstau eintritt.

Tunnel Offene Bauweise

Die Baugruben der Tunnelabschnitte in offener Bauweise sowie der Rampentröge werden im Keuper im Schutz eines vernagelten Spritzbetons, im Quartär ohne Grundwasser mit einem Trägerbohlverbau und in Bereichen mit Grundwasser mit einem wasserdichten Verbau, bspw. Spundwandverbau oder Bohrpfahlverbau erstellt. Für die Start- und Zielbaugrube des Schildvortriebs sind Bohrpfahlverbauten vorgesehen. Die Baugruben werden in mehrere Bauabschnitte unterteilt, um den oberirdischen Verhältnissen (Altstrecke, Bucher Landgraben) gerecht zu werden und den Grundwasserandrang zu begrenzen/minimieren. Die anfallenden Wässer in den Baugruben werden über eine offene Wasserhaltung aus der Baugrube gefördert.

Die Baugrube am Ende der offenen Tunnelbauweise Süd wird auf einer Länge von ca. 31,5 m als Zielschacht für die Tunnelvortriebsmaschine ausgebaut. Sie ist geringfügig breiter und um ca. 4,5 m tiefer. Die Vertiefung wird nach der Demontage der Tunnelvortriebsmaschine mit Magerbeton bis UK Sohlplatte Rechteckunnel aufgefüllt.

Die insgesamt 870 m lange Baugrube Nord (einschl. PFA 16) muss für Unterfahrung des Bucher Landgrabens und zur Optimierung des Grundwassereingriffs infolge der Bauwasserhaltungen in 2 Abschnitte unterteilt werden.

Baugrube und Baufortschritt beginnen im Nordabschnitt in km G 13,450 und setzen sich kontinuierlich bis zum Trogende bei km G 14,120 (PFA 16) fort. Im ersten Baujahr werden die 250 m Tunnel in offener Bauweise und ca. 150 m des Troges fertiggestellt, im 2. Baujahr die verbleibenden 270 m Trog.

Vor Baubeginn des 670 m langen Nordabschnittes muss der im Baufeld verlaufende Bucher Landgraben bauzeitlich um ca. 25 m nach Süden verlegt werden). Sobald die Verfüllung der

Baugrube im Bereich der ersten Tunnelblöcke verfüllt ist, wird der Bucher Landgraben wieder in seine ursprünglichen Verlauf zurückgelegt, damit die Bohrpfähle des Baugrubenverbaus des 200 m langen Südabschnittes abgeteuft werden können. Erd- und Wasserhaltungsarbeiten finden im ersten Baujahr im südlichen Bauabschnitt nicht statt. Damit soll eine Überlappung der Wasserhaltungen des nördlichen und südlichen Abschnittes vermieden werden.

Die Startbaugrube wird für die Montage der Tunnelvortriebsmaschine (TVM) geringfügig breite und z.T. bis zu 4,5 m tiefer ausgebildet als die Baugrube der offenen Tunnelbauweise. Da über die Startbaugrube die Ver- und Entsorgung des Tunnelvortriebs erfolgt, muss sie für die ca. 2,5 bis 3-jährige Dauer des Tunnelvortriebs in Betrieb bleiben. Durch die Einbindung der umlaufenden überschnittenen Bohrpfähle in die Lehrbergsschichten ist der stationäre Wasserandrang (8 l/s) über die nicht druckwasserdicht ausgebildete Baugrubensohle gering.

Portalzugang

Nach dem Rettungskonzept sind Zugänge zu den Tunnelportalen erforderlich. Aufgrund deren Lage am tieferen Ende der Rampentröge sind eigene Zugangsbauwerke erforderlich.

Der Portalzugang Süd muss infolge der beengten örtlichen Verhältnisse am Portal um die maximal zulässige Entfernung von 200 m verschoben werden. Im Bau- und Endzustand dient er zudem als Streckenzufahrt. Das 71 m lange Bauwerk wird als Stahlbetonrahmen zur Überführung des Gleises Nürnberg Rbf – Fürth Gbf mit anschließender Grundwasserwanne und einseitiger Stützwand sowie Treppenaufgang (parallel zur Rampe) mit Rettungswegzugang zum Gleis Nürnberg Rbf – Fürth Gbf ausgeführt. Der Stahlbetonrahmen hat eine Lichte Weite von $\geq 3,5$ m und eine Lichte Höhe $\geq 3,7$ m. Die Treppennutzbreite liegt bei 1,6 m.

Die Entwässerung des Portalzugangs Süd erfolgt in die Rampentrogentwässerung.

Der Portalzugang Nord wird, zusammen mit Rettungsplatz, am Nordportal angegliedert, dass allerdings im PFA 16 gelegen ist.

Neue oder dauerhafte qualitative oder quantitative Belastungen werden sich durch die Errichtung der Portalzugänge nicht ergeben. Eine nachteilige Auswirkung auf das Grundwasser ist nicht zu besorgen.

Notausgänge

Neben den Portalzugängen werden im Abstand von 1000 m Notausgänge angeordnet, die aus einem Tunnelverbindungsstollen, einem Treppenschacht sowie einem Schachtkopfgebäude bestehen.

Die Tunnelverbindungsstollen weisen einen Lichtraum von mindestens 2,25 x 2,25 m auf. Die minimale Länge des Tunnelverbindungsstollens ergibt sich aus der Schleusenlänge von 12 m und dem anschließenden Stauraum von $\geq 25 \text{ m}^2$.

Sowohl der Treppenschacht wie auch der Tunnelverbindungsstollen werden so ausgelegt, dass die Nutzung einer Krankentrage möglich ist.

An der Geländeoberfläche werden die Vertikalschächte bzw. die seitlichen Treppenanlagen (Schrägschächte) mit einem Schachtkopfgebäude versehen.

Die wesentlichen Daten und geometrischen Maße aller Notausgänge sind in der nachfolgenden Tabelle 6-1 zusammengestellt:

Tabelle 6-1: Lage und Geometrie der Notausgänge

NA	Station [km G]	Stollenlänge [m]	Höhe Vertikalschacht [m]	Elliptischer Tunnelverbindungsstollen Lichte Maße [m]
I	7,200	63,7	15,8	2,65 x 2,5-
II	8,200	45,2	21,4	3,0 x 3,5
III	8,700	22,4	29,4	3,0 x 3,5
IV	9,700	34,9	26,4	3,0 x 3,5
V	10,700	46,0	23,8	3,0 x 3,5
VI	11,700	35,0	18,2	3,0 x 3,5
VII	12,700	26,1	20,6	3,0 x 3,5

Die Tunnelverbindungsstollen der Notausgänge NA II bis NA VII zwischen dem Eisenbahntunnel und den Vertikalschächten werden als nahezu elliptische Gewölbepprofile in bergmännischer Spritzbetonbauweise mit wasserdichter Stahlbetoninnenschale erstellt.

Die Tunnelverbindungsstollen des Notausganges NA I wird als Rechteckquerschnitt in offener Bauweise aus wasserdichtem Stahlbeton erstellt.

Die Vertikalschacht des Notausganges NA II liegt unter bzw. neben Gewerbefläche und kann deshalb nicht direkt bis an die Oberfläche geführt werden. Aus dem Vertikalschacht zweigt deshalb eine seitliche Treppenanlage (Schrägschacht) ab, der zur Oberfläche führt und dann mit einem schmalen Schachtkopfgebäude außerhalb der Nutzfläche endet.

Die Notausgänge entlang der BAB A73 sind so platziert, dass ein etwaiger späterer Ausbau der BAB A73 ohne Umbau möglich ist.

Die durch die Lage der Notausstiegsbauwerke I-VII im Grundwasser resultierenden Grundwasseraufstaubeträge liegen nach analytischer Berechnung mit 0,5 bis 13 cm im Bereich der natürlichen Grundwasserschwankungsbeträge und sind somit wasserwirtschaftlich nicht erheblich. Qualitative Auswirkungen durch das Einbringen der Spritzbetonverbauten bzw. Bohrpfähle im Grundwasserkontaktbereich sind auf die Bau- und Abbindezeit beschränkt. Es wird vorgegeben, dass nur chromat-, sulfat- und eluationsarmer Beton Verwendung findet. Daher ist eine Verschlechterung insbesondere der Qualitätskomponenten des chemischen Zustands des Grundwassers (nach GrundwasserVO) nicht zu besorgen. Neue oder dauerhafte qualitative oder quantitative Belastungen werden sich durch die Errichtung der Notausgänge nicht ergeben.

6.2.2 Grundwasser

Im Rahmen des Tunnelbaus sowie für die Gründungsarbeiten für Ingenieurbauwerke ergeben sich z. T., insbesondere bei Grundwasserhochständen, Eingriffe in das Grundwasser (s. Anlage 14.2).

Qualitative Auswirkungen auf den quartären Grundwasserleiter, verursacht durch Schadstoffeinträge im Rahmen der Baumaßnahmen, sollen durch Umpundungen sowie durch den geschlossenen Modus der TVM grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Durch die geplanten bauzeitlichen bzw. dauerhaften Versickerbecken werden die quantitativen Auswirkungen auf das Grundwasser minimiert, da das anfallende Wasserhaltungs- bzw. Niederschlagswasser dem lokalen Wasserhaushalt wieder zur Verfügung gestellt wird. Qualitative Beeinträchtigungen durch die Versickerung der Bau- und Niederschlagswässer werden durch die vorgeschalteten Regenklärbecken und zum zweiten durch den definierten Sickerbeckenaufbau verhindert. Der Sickerbeckenaufbau erfolgt zum Schutz des Grundwassers /im Hinblick auf einen Schadstoffrückhalt in Anlehnung an die „Technische Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser“ Baden-Württemberg (01.01.2008) dergestalt:

Bauzeitliche Versickerbecken: definierter Sickerbeckenaufbau mit einem mind. 50 cm carbonathaltiger Sand-/Kiesfilter (mindestens 5 % CaCO₃). Dabei wird eine zusätzliche Wasseraufbereitungsanlage (Sand-/Aktivkohle) vorgehalten.

Dauerhafte Versickerbecken: definierter Sickerbeckenaufbau mit 30 cm mächtiger grasbewachsener Humusaufgabe (belebte Bodenzone) und einer 30 cm (mindestens 5 % CaCO₃) carbonathaltiger Sand-/Kiesfilterschicht ($k_f = 5 \cdot 10^{-5}$ m/s).

6.2.3 Grundwassernutzungen

Von ca. km G 4,600 (Beginn PFA 13) bis ca. km G 10,000 ist die Grundwasserfließrichtung nach Norden parallel zur Trasse in Richtung der Pegnitz ausgerichtet. Ab ca. km G 10,000 bis zum Ende des PF-Abschnittes in km G 13,526 ist die Grundwasserfließrichtung von Osten nach Westen in Richtung der Regnitz ausgerichtet. Es wird davon ausgegangen, dass beim Vortrieb mittels Tunnelvortriebsmaschine (TVM) im offenen Modus nur im Bereich Schneidrad/Abbaukammer 5 l/s Bergwasser abzuführen ist. In diesem Bereich kann eine temporäre bauzeitliche quantitative Beeinträchtigung der benachbart zum Tunnel gelegenen Brunnen nicht ausgeschlossen werden (vgl. Kap. 7.3). Hinter der Ortsbrust im Bereich der Tübbinge ist der Tunnel bereits wasserdicht, so dass hier keine Gebirgsentwässerung mehr stattfindet.

6.3 Gewässer

Eine quantitative Beeinträchtigung des Grundwasserhaushaltes kann sich ebenfalls durch die Tatsache einstellen, dass durch die Versiegelung der Geländeoberfläche im Bereich der oberirdischen Trasse sowie durch die bereichsweise Ableitung von Niederschlagswasser die Grundwasserneubildung vermindert wird. Da jedoch das Verhältnis Verringerung der Grundwasserneubildungsfläche zur Gesamtfläche des Grundwasserkörpers sehr gering ist, ist mit messbaren Veränderungen des Grundwasserhaushaltes nicht zu rechnen. Auch wird das auf der Bahnanlage anfallende Niederschlagswasser, wenn es die Untergrund- und Platzverhältnisse erlauben, nach Möglichkeit versickert.

Im Verlauf der ABS werden im PFA 13 Güterzugstrecke die Pegnitz (ca. km G 9,150), der Poppenreuther Landgraben (ca. km G 10,660) und der Bucher Landgraben (ca. km G 13,480) gequert. Im Bereich der Pegnitz-Kreuzung sowie der Kreuzung mit dem Poppenreuther Landgraben verläuft die Trasse im Tunnel unterhalb des Gewässers. Die Herstellung des Tunnels in km G 9,150 erfolgt im Schildvortrieb mittels Tunnelvortriebsmaschine. Hier sind weder bauzeitlich noch dauerhaft Auswirkungen durch die Baumaßnahme auf das Oberflächengewässer Pegnitz zu besorgen.

Im Bereich des Bucher Landgrabens verläuft die Trasse im Endzustand ebenfalls im Tunnel. Daher sind hier dauerhaft keine quantitativen oder qualitativen Auswirkungen auf das Oberflächengewässer Bucher Landgraben zu besorgen. Die Herstellung des Tunnels in diesem Bereich erfolgt jedoch in Offener Bauweise. Daher muss der Gewässerlauf des Bucher Landgrabens bauzeitlich um ca. 25 m verlegt werden. Dadurch können hier während der Bauphase temporäre qualitative und quantitative Beeinträchtigungen des Bucher Landgrabens nicht ausgeschlossen werden. Da für die bauzeitliche Verlegung ein Lehmschlag sowie eine natürliche Sohlsustratauflage vorgesehen werden, ergeben sich auch bauzeitlich keine signifikante Verschlechterung der Gewässereigenschaften. Zudem erfolgt vor, während und nach der Bauzeit

des Tunnels im Bereich des Bucher Landgrabens eine hydrogeologische und hydrochemische Beweissicherung des Gewässers (siehe Kapitel 7).

6.4 Überschwemmungsgebiete

Im Bereich der Pegnitzquerung (km 9,170) wird das amtlich festgesetzte Überschwemmungsgebiet der Pegnitz vom Pegnitztunnel ohne Auswirkung auf das Selbe unterfahren.

Im PFA 13 unterfährt der Pegnitztunnel im Endzustand den Bucher Landgraben nebst zugehörigem Überschwemmungsgebiet, im angrenzenden PFA 16 verläuft die Güterzugtrasse in Tunnellage sowie anschließend in Troglage (vgl. Anlage 14.4, Blatt 3). Die Baumaßnahmen zur Herstellung des Tunnels (einschließlich Startbaugrube und offene Bauweise Nord und zugehöriger Baustelleneinrichtungsflächen) befinden sich im Bereich des Überschwemmungsgebietes Bucher Landgrabens. Gemäß aktualisierten Ü-Gebietsberechnungen von Kling Consult (2020) (s. auch Kap 4.8) ergeben sich für den Endzustand für den Eingriff in das gesamte Ü-Gebiet PFA 13/PFA 16 (ohne Berücksichtigung des 2013 geplanten S-Bahnverschwenks) unter Berücksichtigung von der abzutragenden hydraulischen Ausgleichfläche von 1620 m³ zwischen Bucher Landgraben und dem Straßendamm „Am Reichgraben“ sowie der Verlegung des Bisloher Landgrabens im PFA 16 eine max. Wasserspiegelaufhöhung von bis zu 5 cm im Bereich zwischen Bucher Landgraben und Bisloher Landgraben (vgl. Anlage 14.4, Blatt 3). Im Bereich zwischen Bisloher Landgraben und Steinach resultiert bedingt durch die verstärkte Retention im Bereich Bucher Landgraben eine Wasserspiegelabsenkung von bis zu 16 cm. Bebauungen sind von den Wasserspiegelveränderungen nicht betroffen. Der Gesamtreentionsraumverlust im PFA 13/PFA 16 beträgt rd. 1000 m³. In den Berechnungen ist nicht berücksichtigt, dass gemäß LBP im Bereich Bucher Landgraben bzw. nördlich des Bucher Landgrabens bis km G 13,617 zur Verbesserung der Morphologie, der Lebensgemeinschaften und der Retention am Bucher Landgraben Vorlandabträge für einen gewässerbegleitenden Röhricht- und Gehölzsaum sowie eine Geländetieferlegung zur Erhöhung der Retention geschaffen werden. Gleiches gilt für die Verlegung und ökologische Umgestaltung und Aufweitung des Bisloher Landgrabens von km G 13,87 bis km G 14,155. Die Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen im Endzustand auf das Ü-Gebiet sind somit wasserwirtschaftlich unbedeutend.

Unter Berücksichtigung des S-Bahnverschwenks gemäß der Planfeststellungsplanung von 2013 würde die Wasserspiegelaufhöhung durch die Planungen der Güterzugtrasse im PFA13/PFA16 unter den o. a. Randbedingungen östlich des Frankenschnellweges ebenfalls bis zu 5 cm im Bereich zwischen Bucher Landgraben und Bisloher Landgraben betragen (vgl. Anlage 14.4, Blatt 4). Im Bereich zwischen Bisloher Landgraben und Steinach resultiert ebenfalls eine Wasserspiegelabsenkung von bis zu 16 cm. Östlich des Frankenschnellweges

resultieren im Bereich vom Wäsig Wasserspiegelaufhöhungen zwischen 7 cm und 21 cm (vgl. Anlage 14.4, Blatt 4). Bebauungen sind von den Wasserspiegelveränderungen nicht betroffen. Die Auswirkungen der v.g. Baumaßnahmen mit S-Bahnverschwenk auf das Ü-Gebiet würden ebenfalls somit wasserwirtschaftlich zu keiner nachhaltigen Verschlechterung führen.

Für den Bauzustand des Güterzugtunnels/der Güterzugtrasse ergeben sich mit undurchströmbar gerechneten Trassen- und BE-Flächen im ges. Ü-Gebiet PFA 13/PFA 16 (ohne Berücksichtigung des S-Bahnverschwenks) eine max. Wasserspiegelaufhöhung von rd. 9 cm im Bereich zwischen Bucher Landgraben und Bisloher Landgraben. Im Senkenbereich zwischen Bisloher Landgraben und Steinach resultiert bedingt durch die v. g. bauzeitliche Geländeanspruchnahme im Bereich Bucher Landgraben eine Wasserspiegelaufhöhung von rd. 41 cm, die allerdings nur eine geringfügige Vergrößerung des Überflutungsumgriffs gegenüber dem „Ist-Zustand“ bedingt. Bebauungen sind von den Wasserspiegelveränderungen nicht betroffen. Die Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen Bauzustand auf das Ü-Gebiet sind somit wasserwirtschaftlich tolerierbar.

7 Hydrogeologische und hydrochemische Beweissicherung

7.1 Allgemeine Angaben zu vorgesehenen Beweissicherungsuntersuchungen

Zur Erfassung der bestehenden hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse und der Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Oberflächengewässer, Grundwasservorkommen und Grundwassernutzungen wird ein Monitoring durchgeführt. Die Grundwasserstandsverhältnisse werden mit einer hydrologischen Beweissicherung mittels kontinuierlicher Messung der Wasserspiegel vor, während und nach der Baumaßnahme durchgeführt. Der Umfang der Grundwassermessstellen ist aus Tabelle 7-1 ersichtlich. Darüber hinaus wird das Einleitungswasser sowie an potenziell betroffenen Grundwassermessstellen und Oberflächengewässern eine hydrochemische Beweissicherung vor, während und nach der Baumaßnahme nach den Parameterumfängen Vollanalyse, Verschmutzungsanalyse bzw. Oberflächengewässer durchgeführt (s. unten).

Tabelle 7-1: Grundwassermessstellen für Grundwassermonitoring

Bezeichnung [-]	Station [km G]	Lage zur Trasse [-]	Filterbereich [-]	Bemerkung [-]
BK 2/29 GM	5,945	15 m r.d.A.	kmBl	Trog Süd
BK 3/15 GM	6,322	37 m l.d.A.	kmBl	offene Bauweise
BK 3/16 GM	6,538	24 m r.d.A.	kmBl	offene Bauweise
BK 3/23 GM	7,150	18 m r.d.A.	kmBl	NA I /VB

Bezeichnung [-]	Station [km G]	Lage zur Trasse [-]	Filterbereich [-]	Bemerkung [-]
BK 3/19 GM	7,285	185 r.d.A.	kmBl	NA I
BK 3/24 GM*	7,331	36 m l.d.A.	q	NA I / VB
BK 3/20 GM	7,34	430 l.d.A.	q	Tu
BK 3/25 GM	7,503	i.d.A.	q	Tu
BK 3/9 GM	7,585	49 m r.d.A.	kmL	Tu
BK 3/27 GM	7,749	39 m l.d.A.	q	Tu
BK 3/5 GM	7,925	170 r.d.A.	kmL	Tu
BK 3/30 GM	8,071	16 m l.d.A.	kmBl	Tu
BK 3/31 GM	8,32	280 l.d.A.	Km Bl	Tu
BK 3/6 GM	8,207	67 m r.d.A.	kmBl	NA II
BK 3/32 GM	8,356	49 m r.d.A.	kmL	NA II
BK 3/33 GM	8,570	18 m l.d.A.	q	NA III
BK 3/34 GM	8,777	14 m l.d.A.	kmL	NAIII
BK 3/35 GM	8,934	52 l.d.A.	q	Tu
BK 3/36 GM	9,050	95 m l.d.A.	kmBl	Tu
BK 13.2/110 GM	9,197	38 m r.d.A.	kmL	Tu
BK 3/37 GM	9,784	46 m l.d.A.	kmL	NA IV
BK 3/38 GM	9,982	24 m r.d.A.	kmBl	Tu
BK 3/11 GM	10,426	56 m r.d.A.	kmL	Tu
BK 3/39 GM	10,765	58 r.d.A.	kmBl	NA V
BK 3/40 GM	11,313	21 m r.d.A.	kmL	Tu
BK 3/8 GM	11,445	36 m r.d.A.	kmBl	NA VI
BK 13.2/122 GM	11,811	17 m r.d.A.	kmL	NA VI
BK 3/12 GM	12,233	36 m r.d.A.	kmBl	Tu
BK 3/42 GM	12,390	38 m r.d.A.	q	Tu
BK 3/43 GM	12,597	12 m r.d.A.	kmBl	NA VII
BK 3/44 GM	12,810	28 m r.d.A.	q	NA VII
BK 3/13 GM	12,955	64 m l.d.A.	kmBl	Tu
BK 3/45 GM*	13,055	20 m r.d.A.	kmBl	VB Nord
BK 3/48 GM*	13,239	55 m l.d.A.	kmBl	VB Nord
BK 3/49 GM*	13,28	220 l.d.A.	kmBl	VB Nord
BK 3/53a GM	13,507	40 r.d.A.	q/kmBl	offene Bauweise
BK 16/120 GM*	13,523	245 l.d.A.	kmBl	VB Nord

Legende: NA: Notausstieg, Tu: Tunnel, VB: Versickerbecken,
*: +hydrochemisches Monitoring

Tabelle 7-2: Brunnen, Private (Brauchwasser)-Brunnen für Grundwassermonitoring

Bezeichnung [-]	Station [km G]	Lage zur Trasse [-]	Filterbereich [-]	Ausbautiefe [m]	Bemerkung
B 1472	6,17	21 r.d.A.	-	-	offene Bauweise
248	6,23	50 r.d.A.	q kmBl.	19,8	offene Bauweise
B 1201	6,58	57 r.d.A.	-	-	offene Bauweise
B 1192	6,63	50 r.d.A.	-	-	offene Bauweise
B 0315	6,73	132 l.d.A.	-	10,3	VB
B 0826	6,91	167 l.d.A.	-	9,85	VB
327	7,42	80 l.d.A.	q kmBl	14	NA I
B 1413	7,67	i.d.A.	-	-	Tu
B 1111	7,67	35 r.d.A.	-	18	Tu
B 1109	7,73	44 r.d.A.	-	18	Tu
B 1475	7,89	22 l.d.A.	-	-	Tu

Bezeichnung [-]	Station [km G]	Lage zur Trasse [-]	Filterbereich [-]	Ausbautiefe [m]	Bemerkung
B 1409	7,97	14 r.d.A.	-	-	Tu
B 0363	8,21	114 l.d.A.	-	11,1	NA II
B 1309	8,28	157 l.d.A.	-		NA II
B 0409	8,39	170 r.d.A.	-	25	NA II
B 0437	8,63	85 r.d.A.	-	21	NA III
B 0390	8,67	84 r.d.A.	-	12	NA III
B 1081	8,84	30 r.d.A.	-	19	Tu
40 Bohrung Espan	9,293	28 l.d.A.	Benker Sandstein, Lettenkohle und Bunt- sandstein	448	Tu
210 Br1 /Br2	9,58	170 r.d.A.	-	21/27	NA IV
172	10,45	80 r.d.A.	-	12	Tu
90	10,65	270 r.d.A.	-	20	NA V
NB 10	10,712	140 m l.d.A.	km	106	NA V
91	11,658	62 m l.d.A.	k.A.	22	NA VI
201	12,57	210 r.d.A.	-	-	NA VII
96	12,87	60 r.d.A.	-	39	NA VII
21	12,899	130 m l.d.A.	k.A.	16	NA VII

Legende: NA: Notausstieg, Tu: Tunnel, VB: Versickerbecken

Die in Tabelle 7-2 dargestellten Brunnen werden im Benehmen mit den Betreibern der Brunnenanlagen im Hinblick auf mögliche Monitoringmaßnahmen geprüft.

Grundsätzlich werden aus gewässerökologischer Sicht bei Einleitungen von Wasser aus Wasserhaltungsmaßnahmen in Oberflächengewässer (Pegnitz, Poppenreuther Landgraben, Bucher Landgraben) Gewässereintrübungen durch Vorschaltungen von Klär- und Absetzbecken vermieden. Die Unbedenklichkeit der Einleitung wird durch geeignete Messungen (Trübung, Schwebstoffgehalt) sichergestellt und dokumentiert. Das einzuleitende Wasser darf des Weiteren keine mit dem Auge wahrnehmbaren Schwimmstoffe oder Ölschlieren aufweisen.

7.2 Grundwassermessstellen

Für die Grundwassermessstellen und Brunnen gemäß Tabelle 7-1 erfolgt das Grundwassermonitoring nach folgendem Turnus und Parameterumfang:

Quantitative Beweissicherung:

Zur Erfassung des Ist-Zustandes im Bereich der künftigen ABS werden in den Grundwassermessstellen gemäß Tabelle 7-1 kontinuierliche Wasserspiegelmessungen durchgeführt. Eine kontinuierliche Erfassung der Grundwasserstände erfolgt bereits teilweise seit 1993 mittels Datenloggern. Ein halbes Jahr vor Baubeginn werden in allen v. g. Grundwassermessstellen kontinuierlich messende und aufzeichnende Datenloggersysteme eingebaut. Die Messungen werden bis ½ Jahr nach Beendigung der Baumaßnahmen (druckdichtes Bauwerk) weitergeführt.

Qualitative Beweissicherung:

In den in Tabelle 7-1 aufgeführten mit *) gezeichneten Grundwassermessstellen werden folgende hydrochemischen Beweissicherungsuntersuchungen durchgeführt:

- dreimalig (1, 2 und 3 Monate) vor Baubeginn: Vollanalyse
- monatlich während der Bauphase im jeweiligen Bauabschnitt: Verschmutzungsanalyse
- zweimalig (3 und 6 Monate) nach Bauende: Verschmutzungsanalyse
- einmalig 6 Monate nach Bauende: Vollanalyse.

Tabelle 7-3: Parameterspektrum Vollanalytik

1.	Aussehen
2.	Geruch
3.	Geruch (nach dem Ansäuern)
4.	Wassertemperatur
5.	pH-Wert (im Labor)
6.	Elektr. Leitfähigkeit (20 °C)
7.	Trübung
8.	Färbung (spektr. Absorptionskoeffizient 436 nm)
9.	KMnO ₄ -Verbrauch / Oxidierbarkeit (KMnO ₄)
10.	Härte (CaO)
11.	Härtehydrogenkarbonat (CaO)
12.	Nichtkarbonathärte (CaO)
13.	Aluminium
14.	Natrium (Na)
15.	Kalium (K)
16.	Ammonium (NH ₄)
17.	Magnesium (Mg)
18.	Calcium (Ca)
19.	Chlorid (Cl)
20.	Nitrat (NO ₃)
21.	Sulfat (SO ₄)
22.	Säurekapazität bei pH 4.3
23.	Kohlendioxid (CO ₂), kalklösend
24.	Sauerstoff (O ₂)
25.	Arsen (As)
26.	Blei (Pb)
27.	Cadmium (Cd)
28.	Cyanid (CN)
29.	Fluorid (F)
30.	Nickel (Ni)
31.	Nitrit (NO ₂)
32.	Bromat
33.	Antimon
34.	Selen
35.	Quecksilber ges. (Hg)

36.	Eisen ges. (Fe)
37.	Mangan (Mn)
38.	Kupfer
39.	Uran
40.	Zink (Zn)
41.	Bor (B)
42.	DOC (Dis. Organic Carbon, gelöster org. Kohlenstoff)
43.	TOC (Total Organic Carbon, gesamter org. Kohlenstoff)
44.	AOX (Cl)
45.	Summe BTEX
46.	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
47.	Summe LHKW
48.	Pflanzenbehandlungsmittel (Atrazin, Simazin, Terbutylazin, Propazin, Desethylatrazin, Desisopropylatrazin, Diuron)
49.	Glyphosat
50.	AMPA
51.	Chrom, gesamt
52.	Chrom VI
53.	Mineralölkohlenwasserstoffe (Kohlenwasserstoffindex)

Tabelle 7-4: Parameterspektrum Verschmutzungsanalytik

1.	Aussehen
2.	Geruch
3.	Geruch (nach dem Ansäuern)
4.	Wassertemperatur
5.	pH-Wert (im Labor)
6.	Elektr. Leitfähigkeit (25 °C)
7.	KMnO ₄ -Verbrauch (KMnO ₄)
8.	Ammonium (NH ₄)
9.	Summe BTEX
10.	Mineralölkohlenwasserstoffe
11.	Summe PAK (EPA+Naphtalin)
12.	Summe LHKW
13.	Chlorid (Cl)
14.	Sulfat (SO ₄)
15.	Absetzbare Stoffe
16.	Abfiltrierbare Stoffe
17.	Farbe
18.	Trübung
19.	Nitrat (NO ₃ -N)
20.	Chrom, gesamt
21.	Chrom VI

7.3 Brunnen/Brauchwasserbrunnen

Des Weiteren werden die der ABS am nächsten liegenden Brauchwasserbrunnen (siehe Tabelle 7-2) vor, während und nach der Baumaßnahme sowie während der im direkten Umfeld stattfindenden Baumaßnahmen hydrogeologisch und hydrochemisch vorbehaltlich einer Prüfung der Brunnenanlagen und Abstimmung mit den Betreibern beweisgesichert. Für die o.g. Brunnen/Brauchwasserbrunnen ist ein Monitoring in Anlehnung an Kap. 7.1 und 7.2 angedacht.

7.4 Beweissicherung an Oberflächengewässern

In dem von der ABS bzw. neu zu verlegenden/auszubauenden Wirtschaftswegen gekreuzten permanent wasserführenden Oberflächengewässer Bucher Landgraben sowie an denen von der Bauwassereinleitung betroffenen Oberflächengewässer Poppenreuther Landgraben und Pegnitz, werden ebenfalls hydrochemische Beweissicherungsuntersuchungen durchgeführt. Die einzige oberirdische Gewässerquerung ergibt sich am Bucher Landgraben. Für dieses Oberflächengewässer erfolgt die hydrochemische Beweissicherung nach folgendem Turnus und Parameterspektren:

- monatlich 3 Monate vor Baubeginn: „Oberflächengewässer“
- monatlich während der Bauphase: „Oberflächengewässer“
- monatlich bis 6 Monate nach Bauende: „Oberflächengewässer“

Tabelle 7-5: Parameterspektrum Oberflächengewässer

1.	Aussehen
2.	Geruch
3.	Geruch (nach dem Ansäuern)
4.	Wassertemperatur
5.	pH-Wert
6.	Elektr. Leitfähigkeit (25 °C)
7.	KMnO ₄ -Verbrauch (KMnO ₄)
8.	Ammonium (NH ₄)
9.	Summe BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, p-, m-Xylol, o-Xylol)
10.	Mineralölkohlenwasserstoffe
11.	Summe PAK (EPA+Naphthalin)
12.	Summe LHKW
13.	Chlorid (Cl)
14.	Sulfat (SO ₄)
15.	Absetzbare Stoffe
16.	Abfiltrierbare Stoffe
17.	Nitrit (NO ₂ -N)
18.	TOC
19.	Chromat (CR VI)

20.	Phosphor gesamt
21.	Abfluss (l/s)
