



DBProjekt
Stuttgart 21

Planfeststellungsunterlagen

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart

Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg
Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenbindung

Abschnitt 1.1

Talquerung mit Hauptbahnhof

Bau-km -0.4 -42.0 bis +0.4 +32.0

20 Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

20.1 Erläuterungsbericht

Planfestgestellt gemäß § 18 Abs. 1 AEG
durch Beschluss

vom 28. Jan. 2005

Az.: 59160 PAP-PS21-PFA 1.1

Eisenbahn-Bundesamt
Ast. Karlsruhe/Stuttgart

Im Auftrag

Kaufmann

DBProjekt GmbH
Stuttgart 21
Deutsche Bahn Gruppe
Wolframstraße 20
70191 Stuttgart

im Auftrag der



Projekt Stuttgart 21

- **Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart**
- **Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg**
Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenbindung

Planfeststellungsunterlagen

PFA 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof

Anlage 20.1

Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

Erläuterungsbericht

Vorhabensträger:

DB Netz AG,
vertreten durch
DBProjekt GmbH
Stuttgart 21
Wolframstraße 20
70191 Stuttgart

Bearbeitung:

ARGE Wasser ♦ Umwelt ♦ Geotechnik
Oberdorfstraße 12
91747 Westheim
und
Heilbronner Str. 81
70191 Stuttgart

Az.: A0007

Stuttgart, August 2001

Anlage 20.1: Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

Erläuterungsbericht

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Vorbemerkungen	1
1.1 Ausgangslage	1
1.1.1 Anlass und Planungsstand	1
1.1.2 Vorgaben und Rahmenbedingungen zur Planfeststellung	2
1.2 Aufgabenstellung	3
2. Naturräumlicher und geologischer Überblick	4
2.1 Naturräumlicher Überblick	4
2.2 Geologischer Überblick	4
3. Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse	6
3.1 Grundwasservorkommen und -stockwerksgliederung	6
3.2 Geohydraulische Kennwerte der Aquifere	11
3.3 Grundwasserstände und Grundwasserspiegelschwankungen	16
3.4 Grundwasserströmungsverhältnisse	19
3.5 Hydrochemische Verhältnisse	22
3.6 Grundwassernutzungen	27
3.7 Mineral- und Heilwasservorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg	31
3.8 Gewässer	35
3.9 Altlasten	36
4. Eingriffe durch bauliche Anlagen (Bauzeit und Betrieb) und deren hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Auswirkungen	39
4.1 Grundwasservorkommen	39
4.2 Grundwassernutzungen	42
4.3 Mineral- und Heilwasservorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg	47
4.4 Gewässer	54
5. Zusammenfassung	55

	Seite
6. Wasserrechtlicher Antrag	59
7. Literatur und verwendete Unterlagen	63

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Tab. 2/1:	Geologischer Überblick der im Untersuchungsraum anstehenden Gesteine	5
Tab. 3/1:	Grundwassernutzungen im Betrachtungsraum ohne Wasser- bzw. Heilquellenschutzgebiete	28
Tab. 3/2:	Übersicht über die Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg	33
Tab. 3/3:	Altablagerungen und Altstandorte, die im Zuge der geplanten Baumaßnahmen im PFA 1.1 betroffen sind	36

Anhang:	Wasserrechtliche Tatbestände (Grundwasser und bauzeitlich in den Baugruben anfallendes Niederschlagswasser) - Textteil - Anlagen 1 bis 3 (Tabellen, Lageplan) - Beilage „Quantitative und qualitative Warn- und Einstellwerte“
----------------	---

Anlage 20.2.1: Quellen, Gewässer, Grundwassernutzungen und Mineral- und Heilquellen (Blätter 1 und 2) M 1: 5.000

1 Vorbemerkungen

1.1 Ausgangslage

1.1.1 Anlass und Planungsstand

Die Deutsche Bahn Netz AG hat zwischen Stuttgart und Augsburg eine Hochgeschwindigkeitsstrecke zu realisieren. Hierzu wird auch der Eisenbahnknoten Stuttgart 21 neu gestaltet.

Die grundsätzlichen Fragen des Projektes Stuttgart 21 wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht. Das Ergebnis der Machbarkeitsstudie wurde im Januar 1995 von der DB Netz AG, dem Bundesverkehrsministerium, dem Land Baden-Württemberg und der Stadt Stuttgart vorgestellt.

Aus den Überlegungen und dem Ergebnis der Machbarkeitsstudie heraus wurden die Streckenführungen im Stadtbereich von Stuttgart entwickelt und in einem Vorprojekt untersucht. Wesentliches Ziel war dabei, die Streckenführung im Stadtbereich von Stuttgart zu optimieren und wirtschaftliche, betriebstechnische, städtebauliche und ausführungstechnische Vorteile gegenüber der Machbarkeitsstudie herauszuarbeiten. Des Weiteren wurde in Abstimmung mit dem Arbeitskreis Wasserwirtschaft ein Aufschluss- und Untersuchungsprogramm (zweites Erkundungsprogramm, 2. EKP) konzipiert, durchgeführt und ausgewertet, um die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zu erkunden und Aussagen zur möglichen Realisierung des Projektes Stuttgart 21 treffen zu können. Auch wurden im Rahmen des Vorprojektes eine umfangreiche historische Erkundung der Bahnbetriebsflächen durchgeführt sowie Aussagen zu Umweltaspekten und zum Immissionsschutz gemacht. Die Ergebnisse des Vorprojektes wurden im November 1995 mit dem Synergiekonzept Stuttgart 21 vorgestellt.

Das Projekt Stuttgart 21 wurde in 6 Panfeststellungsabschnitte (PFA) eingeteilt. Im Einzelnen sind dies:

- PFA 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof,
- PFA 1.2 Fildertunnel,
- PFA 1.3 Filderbereich mit Flughafenanbindung,
- PFA 1.4 Filderbereich bis Wendlingen,
- PFA 1.5 Zuführung Feuerbach/Bad Cannstatt, S-Bahn-Anbindung,

- PFA 1.6 Zuführung Hbf. nach Ober-/Untertürkheim inkl. Zuführung nach Bad Cannstatt, Interregio-Kurve und Wartungsbahnhof

Gegenstand der vorliegenden Unterlagen ist der PFA 1.1 (Talquerung mit Hauptbahnhof) von Bau-km -0.4-42.0 bis Bau-km +0.4+32.0 (DB-Tunnel) einschließlich Folgebaumaßnahmen (Entwässerungsbauwerke, Stadtbahnverlegungen etc.) im Bereich der Innenstadt von Stuttgart.

1.1.2 Vorgaben und Rahmenbedingungen zur Planfeststellung

Schienenwege für Eisenbahnen einschließlich der für den Betrieb notwendigen Anlagen und Bahnstromfemleitungen dürfen nur gebaut oder geändert werden, wenn der Plan zuvor festgestellt worden ist (§ 18 Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG)). Aussagen zum Ablauf des Planfeststellungsverfahrens enthält § 20 AEG.

Das Abwägungsgebot schreibt neben der Beachtung der Interessen der betroffenen Bürger insbesondere die Beachtung folgender Belange vor:

- Betriebs- und Verkehrssicherheit,
- Wirtschaftlichkeit,
- Umwelt, und zwar Auswirkungen des Vorhabens auf
 - > Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft,
 - > Klima und Landschaft einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen,
 - > Kultur- und sonstige Sachgüter,
- Denkmalpflege
- andere Verkehrsträger.

Die Umweltverträglichkeitsprüfung ist als unselbständiger Teil der Planfeststellung durchzuführen.

Weiterhin ist die DB Netz AG nach § 4 Abs. (1) AEG verpflichtet, ihren Betrieb sicher zu führen und die Eisenbahninfrastruktur, Fahrzeuge und Zubehör sicher zu bauen und in betriebssicherem Zustand zu halten. Dazu sind die einschlägigen Untersuchungen erforderlich, zu denen eine ausreichende Erkundung und Beurteilung des Baugrundes, der Erdbaustoffe und der Grundwasserverhältnisse gehört.

1.2 Aufgabenstellung

Die DB Netz AG ist nach § 4 Abs. (1) AEG verpflichtet, ihren Betrieb sicher zu führen und die Eisenbahninfrastruktur, Fahrzeuge und Zubehör sicher zu bauen und in betriebssicherem Zustand zu halten. Durch den Bau, die baulichen Anlagen und den Betrieb der Bahnanlagen treten Benutzungen der Gewässer i.S. des WHG auf, wobei das Grundwasser und die Oberflächengewässer betroffen sind. Bei allen Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf die Gewässer verbunden sein können, ist die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuordnen, um eine Beeinträchtigung der Gewässer, insbesondere ihrer wasserwirtschaftlichen und ökologischen Funktion, zu vermeiden.

Bei der Planung und Ausführung von Baumaßnahmen und dem Betrieb von Anlagen und anderen Veränderungen der Oberfläche sind die Belange der Gewässer, insbesondere die des Grundwassers, der Gewässerökologie und des Hochwasserschutzes zu berücksichtigen.

Um diese Bestimmungen und Grundsätze beachten zu können, sind einschlägige Untersuchungen erforderlich, zu denen eine ausreichende Erkundung und Beurteilung des Baugrundes, der Erdbaustoffe sowie der Oberflächen- und Grundwasserverhältnisse und deren wasserwirtschaftliche Nutzungen gehört.

Als Grundlage für die Bewertung des Gebirges als Baugrund und Funktionsraum der Gewässer und der möglichen baulichen, anlage- und betriebsbedingten Maßnahmen und Einwirkungen auf Gewässer sowie zur Erläuterung der aus dem Bau und dem Betrieb der Bahnanlagen sich ergebenden wasserrechtlichen Tatbestände dient der Erläuterungsbericht Hydrogeologie und Wasserwirtschaft, als Teil der Planfeststellungsunterlagen, der mit Ausnahme des wasserrechtlichen Antrages (Kap. 6) und des Anhangs wasserrechtliche Tatbestände nur zur Information dient.

Die Beurteilungsgrundlage für die Eingriffswirkungen der geplanten Bauwerke im PFA 1.1 bildet das Bauwerksverzeichnis (Anlage 3 der Planfeststellungsunterlagen).

Der Erläuterungsbericht baut im Wesentlichen auf den Ergebnissen des 1. bis 4. Erkundungsprogrammes (EKP) auf, die im Einzelnen in der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1, Teil 1 (Geologie und Hydrogeologie) und Teil 3 (Wasserwirtschaft) (ARGE Wasser Umwelt Geotechnik 2001) dargestellt sind (vgl. Anhang zu den Anlagen 19 und 20). Die hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Situation im PFA 1.1 ist in dem Lageplan der Anlage 20.2.1 sowie in den Ingenieur- und hydrogeologischen Längsschnitten der Anlage 19.2.1 bis 19.2.4 zum Erläuterungsbericht Ingenieurgeologie, Erd- und Ingenieurbauwerke dargestellt.

2 Naturräumlicher und geologischer Überblick

2.1 Naturräumlicher Überblick

Die Stuttgarter Bucht (105) ist eine Traufbucht mit hohen Schilfsandsteinrücken, die sich in tiefe und enge, z. T. kesselförmige Ausraumzonen des Neckars und seiner Zuflüsse (z. B. Nesenbach) mit jeweils eigener Ausprägung gliedert.

Der zentrale Teil der Stuttgarter Bucht und gleichzeitig für den Untersuchungsraum relevant ist die Nesenbachbucht (105.2), ein kesselförmiger Ausraum des Nesenbaches und seiner Zuflüsse im Gipskeuper. Die südlich der Nesenbachbucht gelegenen Stuttgarter-Ostheimer Randhöhen (105.4) bilden den Übergang zwischen der Stuttgarter Bucht und der sich südlich anschließenden Filderplatte.

Die Stuttgarter Bucht baut sich i. W. aus den Gesteinsabfolgen des Unteren und Mittleren Keupers (Trias) auf, bei denen es sich um mehr oder weniger stark verfestigte Sandsteine und um Tonsteine handelt. In den Talauen des Neckars, des Vogelsang-, Feuer- und Nesenbaches überdecken quartäre Ablagerungen (zwischen N 217 m und N 230 m) die Keupergesteine. Die Berghänge der Stuttgarter Bucht, die auf ca. N 450 m ansteigen, werden aus dem oberen Bereich des Mittleren Keupers gebildet. Bedingt durch den Wechsel von weicheren, stark tonigen Gesteinen mit härteren Sandsteinbänken treten in den verschiedenen Schichtabfolgen Geländestufen auf. Das Gebiet wird von kleineren Bächen durchzogen, die dem Neckar zufließen.

2.2 Geologischer Überblick

Der Untergrund wird im Untersuchungsraum von Schichtabfolgen der Trias und des Quartärs aufgebaut. Im Bereich des Nesenbachtals stehen unter quartären Sedimenten die Schichtabfolgen des weitgehend ausgelaugten Gipskeupers, des Unteren Keupers (Lettenkeuper) sowie in größerer Tiefe die Gesteine des Oberen Muschelkalks an. Eine detaillierte Beschreibung des Schichtaufbaus, der tektonischen Verhältnisse und der Beschaffenheit der Schichtabfolgen findet sich im Erläuterungsbericht - Ingenieurgeologie, Erd- und Ingenieurbauwerke.

Bedingt durch die generell nach SE hin einfallenden Schichtabfolgen stehen von N nach S die immer jünger werdenden stratigraphischen Schichtabfolgen des Keupers an, die im gesamten Bereich von quartären Ablagerungen überdeckt sind.

In nachfolgender Tabelle 2/1 findet sich ein geologischer Überblick über die im Bereich des Projektes Stuttgart 21 hydrogeologisch relevanten Gesteine.

Tabelle 2/1: Geologischer Überblick der im Untersuchungsraum anstehenden Gesteine

System (Formation)	Serie (Abteilung)	Stufe/Unterstufe sowie Gesteinsbeschreibung	Mächtigkeit im Untersuchungsraum (m)	
Quartär	Holozän/ Pleistozän	KÖnslliche Auffüllung (A)	< 7	
		Umlagerungssedimente		
		Hanglehme/Hangschutt (ql/qu)	< 5	
		Wanderschutt (qsl)	< 8	
		Fließerde (qfl)	< 3	
		Dollnenföllungen (Of)	bis > 30	
		Talablagerungen		
		Auenlehm/Bachablagerungen (qhl)	< 15	
Sumpfton/Schlick/Torf (qhm)	< 5			
Sauerwasserablagerungen (qhk)	< 5			
Trias	Keuper	Mittlerer Keuper (km)	ca. 10 - 30 bis 110	
		Schilfsandslein-Formallon *		(km2)
		Gipskeuper (km1)		
		Eslerienschichten		
		Mittlerer Gipschizont		
		Bleiglanzbankschichten		
		Dunkelrote Mergel		
		Bochinger Horizont		
		Grundgipsschichten		
		Unterer Keuper (Lettenkeuper) (ku)	ca. 12	
		Oberer Lettenkeuper (ku2)		
		Grenzdolomit		
		Grüne Mergel		
		Lingula-Dolomit		
	Obere Graue Mergel			
Anoplophora-Dolomit				
Untere Graue Mergel				
Anthrakontbank				
Unterer Lettenkeuper (ungegl.) (ku1)	ca. 8			
Muschelkalk	Oberer Muschelkalk (ungegl.) (mo)	70 - 80		

Legende:

--- = Diskordanz

* steht im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof nicht an

3 Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse

3.1 Grundwasservorkommen und -stockwerksgliederung

Entsprechend den geologischen Verhältnissen (vgl. Kapitel 2.2) sind im Nesenbachtal vom Hangenden zum Liegenden folgende Grundwasservorkommen ausgebildet bzw. können unterschieden werden:

- oberflächennahes Grundwasser in den quartären, steinig-sandigen bis tonig-schluffigen Bachablagerungen sowie Wander- und Hangschuttlagen des Nesenbachtals (Porengrundwasserleiter),
- Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen im Schilfsandstein (km2) (In den Hangbereichen außerhalb des PFA 1.1),
- Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen im Gipskeuper (km1), wobei die Grundwasserführung v.a. an Zonen aktiver Gipsauslaugung bzw. Verwitterungszonen in klüftigen Dolomit- und Mergelsteinlagen gebunden ist,
- Schicht- bzw. Kluftgrundwasservorkommen im Grenzdolomit (Grenzbereich Grundgipsschichten / Oberer Lettenkeuper; ku2GD),
- Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen in den Dolomit- und Sandsteinlagen des Lettenkeupers (ku),
- Kluft- und Karstgrundwasser im Oberen Muschelkalk (mo).

Im Nesenbachtal und den angrenzenden Hangbereichen ist eine komplexe und lokal differenzierte Grundwasserstockwerksgliederung vorhanden. Aufgrund der verbreiteten Wechselfolge feinschichtiger, gering durchlässiger Ton- und Tonmergelsteine mit eingeschalteten Gipslagen und durchlässiger, teils klüftiger Dolomit-, Kalk- und Sandsteinbänke ist das Gesamtsystem in einzelne Teilgrundwasserstockwerke gegliedert. Diese Gliederung wird durch den unterschiedlichen Zustand der Gesteine des Mittleren und Unteren Keupers in bezug auf die Sulfatauslaugung und auf das Vorhandensein von Anhydrit sowie auch durch das Auftreten unterschiedlicher hydraulischer Potenziale in den entsprechenden grundwasserführenden Schichtabfolgen deutlich. In Bereichen aktiver Gipsauslaugung oder starker tektonischer Beanspruchung ist eine mehr oder weniger aktive hydraulische Verbindung zwischen einzelnen Grundwasserhorizonten nicht auszuschließen.

Grundwasservorkommen im Quartär (q)

In den bis ca. 15 m mächtigen quartären Talrinnen des Nesenbachtals und seiner Nebentäler ist ein flumahes Grundwasservorkommen ausgebildet. Die Grundwasserführung bzw. der -umsatz des Porengrundwasserleiters ist im Wesentlichen auf sandige Zwischenlagen innerhalb der meist tonig-schluffigen Bachablagerungen sowie auf basale, steinig-kiesige Wanderschuttlagen und stellenweise eingelagerte Sauerwasserkalke beschränkt.

Die Aquiferbasis bilden die durch Erosion und Subrosionsvorgänge überprägten, verwitterten Ton- und Tonmergelgesteine des unteren bis mittleren Gipskeupers, lokal auch des Lettenkeupers. Das quartäre Grundwasservorkommen im Nesenbachtal ist überwiegend unter den bindigen Deckschichten des Holozäns gespannt, bereichsweise treten auch halb- bzw. ungespannte Verhältnisse auf.

Der quartäre Grundwasserleiter wird vorwiegend durch Zuflüsse vom Hang her sowie durch Grundwasseraufbrüche im Gipskeuper regeneriert. Die Grundwassere Neubildung durch Niederschläge ist aufgrund des Schichtenaufbaus und des hohen Versiegelungsgrades sehr gering. Z.T. sind hydraulische Verbindungen zwischen dem quartären Grundwasservorkommen und dem liegenden Grundwasservorkommen im Gipskeuper (insbesondere im Bochinger Horizont) nachweisbar. In Bereichen, in denen die stockwerkstrennenden Ton- und Mergelsteinlagen des Gipskeupers nur geringmächtig ausgebildet sind oder fehlen, ist ein hydraulisch einheitlich reagierender, geschichteter Aquifer ausgebildet.

Grundwasservorkommen im Mittleren Keuper

Schilfsandstein (km2)

Der Schilfsandstein steht im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof nicht an, sondern erst in den höheren Lagen des Gablen- und Kriegsberges. Das Grundwasservorkommen in den Gesteinen des Schilfsandsteins ist wegen seiner Lage im Grenzbereich zum PFA 1.1 nur indirekt am Grundwasserhaushalt im Nesenbachtal beteiligt, indem es im Wesentlichen als Interflow wirksam ist.

Beim Schilfsandstein werden die sandige Flutfazies und die tonige Normalfazies unterschieden. Das Grundwasservorkommen in der örtlich bis zu 30 m mächtigen Schilfsandstein-Abfolge ist i.W. an die basalen, klüftigeren Sandsteinbänke der Flutfazies gebunden. Der Schilfsandstein ist ein geschichteter Kluffgrundwasserleiter, dessen Aquiferbasis von den i.d.R. gipsführenden Ton- und Mergelsteinfolgen der Estheriensichten (Gipskeuper) gebildet wird. Da die Aquiferbasis deutlich über der Talsohle des Nesenbaches ausstreicht, stellt der Schilfsandstein ein Hangendstockwerk über die Hauptgrundwasservorkommen im Gips- und Lettenkeuper bzw. Oberen Muschelkalk dar.

Die Ergiebigkeit des Grundwasservorkommens im Schilfsandstein des Nesenbachtals ist trotz des günstigen Schichtaufbaus gering. Dies hängt i.W. mit der Geländeexposition zusammen, da die zumeist nur schmalen Ausstrichsbereiche an steilen Hängen nur wenig Versickerungsmöglichkeiten für Niederschläge bieten. Darüber hinaus sind die natürlichen Grundwasserverhältnisse durch ehemalige Steinbruchbetriebe und künstliche Anschüttungen nachhaltig gestört.

Gipskeuper (km1)

Der Gipskeuper, der im unausgelaugten Zustand eine Mächtigkeit von bis zu 110 m aufweist und im Nesenbachtal aufgrund von Erosions- und Auslaugungsvorgängen eine Restmächtigkeit von ca. 10 bis 50 m besitzt, ist als geschichteter Kluftgrundwasserleiter anzusehen. Die Grundwasserführung ist zumeist an Verwitterungszonen bzw. Zonen aktiver Gipsauslaugung im Bereich des Mittleren Gipshorizontes, in den Dunkelroten Mergeln, den Grundgipsschichten sowie an geklüftete Steinmergel- und Karbonatbänke in den Estheriensichten, den Bleiglanzbank-schichten und den Bochinger Horizont gebunden. Unausgelaugte Bereiche der Schichtabfolge sind hingegen i.W. als Grundwassemichtleiter einzustufen. Die Wechselfolge gering durchlässiger Tonsteine und Tonmergelsteine mit klüftigen, teilweise gipsausgelaugten oder karbonatischen Horizonten bewirkt im Allgemeinen eine Untergliederung des (ausgelaugten bis teilausgelaugten) Gipskeupers in hydraulisch wirksame Teilstockwerke.

Die Grundwasservorkommen im Gipskeuper sind i.d.R. gespannt, da grundwasserführende Horizonte von geringdurchlässigen Ton- und Mergelsteinlagen des Mittleren Gipshorizontes, der Dunkelroten Mergel sowie der Grundgipsschichten über- bzw. unterlagert werden. Dies gilt besonders für die tiefsten Teilstockwerke, während höhere Abschnitte des Gipskeupers lokal auch ungespannte Verhältnisse aufweisen.

Die Grundwasserführung im Gipskeuper regeneriert sich überwiegend aus dem Randzufluss von den Anhöhen. Die Grundwasserneubildung im Talkessel selbst ist aufgrund der überwiegend starken Versiegelung und der Überdeckung mit mächtigen, überwiegend bindigen quartären Deck-schichten reduziert.

Grundwasservorkommen im Unteren Keuper

Grenzdolomit (ku2GD)

Das Grundwasservorkommen im Grenzdolomit (Grenzbereich Gipskeuper/Lettenkeuper) wird hydrogeologisch - aufgrund bestehender hydraulischer Verbindungen - mit den Grundwasservorkommen in den untersten Grundgipsschichten zusammengefasst betrachtet. Die Grundwasserführung im Grenzbereich Grundgipsschichten / Oberer Letten-

keuper ist dabei an die dort vorherrschenden Dolomit- und Steinmergelbänke gebunden, wobei im Nesenbachtal der Grenzdolomit als lithologisch eigenständiges Schichtglied bereichsweise nicht entwickelt ist. Das Grenzdolomitstockwerk kann als Kluftgrundwasserleiter charakterisiert werden, der in Bereichen hochgradiger Verwitterung Übergänge zum Porengrundwasserleiter zeigt (z.B. im zentralen Nesenbachtal).

Bei geringem Verwitterungsgrad fungieren die Grünen Mergel (ku2GM) im obersten Unterkeuper im Allgemeinen als Trennschicht zwischen den Teilgrundwasserstockwerken im Grenzdolomit und Oberen Lettenkeuper. Mit zunehmender Verwitterung des Grenzdolomits und der liegenden Grünen Mergel wird die Trennwirkung der Tonsteine eingeschränkt, so dass die Teilgrundwasserstockwerke im Grenzdolomit und im Oberen Lettenkeuper hydraulisch miteinander verbunden und bereichsweise sogar als zusammenhängendes Grundwasservorkommen zu bezeichnen sind. Dies ist insbesondere im zentralen Nesenbachtal zu beobachten.

Die Residualtone und Auslaugungsschluffe der (vollkommen ausgelagten) Grundgipsschichten sind als grundwasserhemmende Trennschicht zum überlagernden Gipskeuperstockwerk (Bochinger Horizont) wirksam.

In den Randbereichen des Nesenbachtals, in denen die Grundgipsschichten aufgrund aktiver Gipsauslaugung eine erhöhte Gebirgsdurchlässigkeit aufweisen können, fungiert der Grenzdolomit als Basisdrainage für den überlagernden Gipskeuper.

In der Hangzone des Nesenbachtals sowie im Bereich Gablenberg ist das Grundgipsgebirge weitgehend unausgelaugt und i.W. als hydraulisch dicht anzusehen. Die Grundwasserführung beschränkt sich hier auf den Grenzdolomit, wobei das Grundwasservorkommen gespannte Druckverhältnisse aufweist.

Die Regeneration des Grundwasservorkommens im Grenzbereich Gipskeuper/Lettenkeuper erfolgt je nach den lokalen Druckverhältnissen sowohl aus dem Gipskeuper (absteigend) als auch (aufsteigend) aus den Grundwasserstockwerken im Lettenkeuper bzw. Oberen Muschelkalk (ab dem unteren Nesenbachtal) und lateral aus unausgelaugtem/ausgelaugtem Gipskeuper.

Lettenkeuper (ku)

Die rund 20 m mächtige Gesteinsabfolge des Lettenkeupers ist als geschichteter Kluftgrundwasserleiter ausgebildet. Die Grundwasserführung konzentriert sich i.W. auf die im oberen Teil der Schichtfolge (Oberer Lettenkeuper ku2) eingeschalteten karbonatischen Bänke (Dolomitsteine), während der Untere Lettenkeuper (ku1) mit den ca. 6 m mächtigen, tonigen Estheriensichten die Sohlschicht des Grundwasserstockwerkes darstellt. Die zwischen den grundwasserführenden Horizon-

ten eingeschalteten, gering durchlässigen Tonsteine des Lettenkeupers bewirken im Allgemeinen eine schichtige Gliederung des Aquifers sowie durchweg gespannte Verhältnisse. Bei geringem Verwitterungsgrad stellen die Grünen Mergel im obersten Unterkeuper im Allgemeinen die Trennschicht zum Grenzdolomit- und Gipskeuperstockwerk dar. Mit zunehmender Verwitterung wird die Trennwirkung der 3 m bis 4,5 m mächtigen Tonsteine der Grünen Mergel eingeschränkt und das Grundwasserstockwerk im Oberen Lettenkeuper steht in hydraulischer Verbindung mit dem Teilgrundwasserstockwerk im darüber anstehenden Grenzdolomit (zentrales Nesenbachtal).

Die Regeneration des Grundwasservorkommens im Lettenkeuper erfolgt i.W. regional differenziert aus dem überlagernden Gipskeuper oder aufsteigend aus dem unterlagernden Muschelkalk.

Grundwasservorkommen im Muschelkalk

Oberer Muschelkalk (mo)

Der Obere Muschelkalk bildet im Stuttgarter Talkessel einen durch die intensive Verwitterung und Verkarstung insbesondere im massigen Trigonodus-Dolomit hoch ergiebigen Kluft- und Karstgrundwasserleiter. Als Hauptaquifer im Oberen Muschelkalk ist der Trigonodus-Dolomit und der obere Bereich der Nodosus-Schichten anzusehen. Zusammen weisen beide Bereiche eine Mächtigkeit von 20 m bis 30 m auf. Der Obere Muschelkalk bildet den Funktionsraum des Mineral- und Heilwasservorkommens von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg. Nähere Erläuterungen hierzu finden sich in Kapitel 3.7.

Aufgrund der Überlagerung durch die Ton- und Mergelsteine (Estheriensschichten) des Unteren Lettenkeupers ist das Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk gespannt. Lokal ist die Trennwirkung jedoch durch Bruchtektonik, Subrosion sowie Verkarstungsvorgänge beeinträchtigt. Die Grundwassersohlschicht wird von den im unteren Drittel des Oberen Muschelkalkes anstehenden Haßmersheimer Schichten gebildet, wobei die Trennfunktion zum tieferen Untergrund zumindest im Bereich der Mineralwasseraufstiege durch Subrosionsvorgänge im Mittleren Muschelkalk-Salinar verringert ist.

Das Einzugsgebiet der ergiebigen Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk im Bereich des PFA 1.1 liegt nach neueren Forschungen (UFRECHT & EINSELE 1994) ca. 10 bis 15 km südwestlich der Mineralquellen im Raum Sindelfingen, wo der Obere Muschelkalk an die Oberfläche tritt bzw. nur von geringmächtigen Keuperschichten bedeckt wird. Der Grundwasserabstrom erfolgt im Weiteren unter dem Stadtgebiet in Richtung Neckar, wobei im Nesenbachtal aufgrund der Potenzialverhältnisse lokal begrenzte, vertikale Zuflüsse aus dem Gips- und Lettenkeuper in den Oberen Muschelkalk möglich sind. In Annäherung an den Neckar (unteres Nesenbachtal) erreicht der Obere Muschelkalk ein hö-

heres Potenzial als die überlagernden Grundwasserstockwerke, so dass hier lokal Einspeisungen von mineralisiertem Muschelkalkwasser in hangende Grundwasservorkommen (insbesondere des Lettenkeupers) auftreten können. Im Bereich des Neckartales mischt sich das aus Südwesten zuströmende Muschelkalkwasser mit einer hochkonzentrierten CO₂-reichen thermalen Mineralwasserkomponente, die von Süden und Südosten zuströmt (RP Stuttgart 2001: Begründung zum Entwurf der Verordnung des RP Stuttgart zum Schutz der staatlich anerkannten Heilquellen in Stuttgart-Bad Cannstatt und Stuttgart-Berg).

3.2 Geohydraulische Kennwerte der Aquifere

Zur Ermittlung der geohydraulischen Kennwerte der Gesteinsabfolgen im Nesenbachtal wurden im Zuge des 1. bis 4. EKP in den Schichten des Quartärs, Gipskeupers und Oberen Lettenkeupers zahlreiche geohydraulische Feldversuche (Wasserdruckversuche, Slug-Tests bzw. Bail-Tests, Drill-Stem-Tests, Kurzpumpversuche mit und ohne Packer-system) im offenen, unverrohrten Bohrloch durchgeführt. In den ausgebauten Bohrungen wurden jeweils ein- bis mehrstufige Kurzpumpversuche und drei einstufige Langzeitpumpversuche gefahren.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der geohydraulischen Feldversuche können für die untersuchten Schichtabfolgen im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof folgende geohydraulische Eigenschaften abgeleitet werden:

Quartäre Talfüllung

Die Durchlässigkeit und Ergiebigkeit des quartären Grundwasserleiters ist aufgrund seiner inhomogenen Zusammensetzung und überwiegend bindigen Ausbildung relativ gering und häufig kleinräumig wechselnd.

Aufgrund des hohen Feinkomanteils der quartären Ablagerungen wurden für den zentralen Bereich des Nesenbachtals relativ stark schwankende Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) zwischen $1,5 \cdot 10^{-6}$ m/s und $8,2 \cdot 10^{-4}$ m/s ermittelt. Nach DIN 18130 (1998) sind die quartären Sedimente im Bereich des zentralen Nesenbachtals damit zumindest in den gröberklastischen Lagen (basaler Wanderschutt, lokale Sauerwasserkalke) als durchlässig zu bezeichnen. Die hangenden bis zwischengeschalteten, feinkörnigen Auelehme und Torflagen sind gering durchlässig und wirken als Grundwasserhemmer. Insgesamt sind die höchsten Ergiebigkeiten und Durchlässigkeiten mit wenigen Ausnahmen im Talrinnentiefsten der zentralen Talauflage bzw. im Zusammenfluss des Nesenbaches mit Gerinnen zu beobachten.

Im Randbereich der Nesenbachtalaue zeigen die dort anstehenden überwiegend feinkörnigen Auelehme und Wanderschuttlagen deutlich niedrigere Durchlässigkeitsbeiwerte von ca. $k_f = 5 \cdot 10^{-7}$ m/s. Somit ergeben sich für den Randbereich der Nesenbachaue im Vergleich zum zentralen Bereich um bis zu eine Zehnerpotenz geringere Durchlässigkeitsverhältnisse. Die im Randbereich der Nesenbachaue untersuchten quartären Sedimente sind nach DIN 18130 (1998) bereichsweise als durchlässig, überwiegend jedoch als schwach durchlässig zu bezeichnen.

Zur Überprüfung und Verifizierung der Machbarkeit einer bauzeitlichen Infiltration wurden Infiltrationsversuche an Versickerungsbrunnen und Messstellen im zentralen Nesenbachtal durchgeführt, die die quartäre Schichtenabfolge und/oder den Bochinger Horizont erschlossen. Die dabei erzielten Infiltrationsraten bei einer Aufhöhung von rd. 3,0...4,0 m lagen zwischen 0,3 und 1,6 l/s. Das spezifische Schluckvermögen schwankte zwischen 0,06 und 0,33 l/(s·m).

Dolinen und Verbruchstrukturen

Durch die Auslaugung im Gips- und Lettenkeuper und möglicherweise im Muschelkalk können sich Verbruchstrukturen in Form von Dolinen oder Schwächezonen im Gebirge gebildet haben.

Innerhalb einer solchen Doline im Bereich der Willy-Brandt-Str./ Polizeihof wurde für die Dolinenfüllung im Niveau der quartären Talfüllung Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt, die mit denen der quartären Talfüllung in der zentralen Talaue (s.o.) vergleichbar sind.

In einer weiteren Doline östlich der Cannstatter Straße (Mittlerer Schloßgarten) wurde für die stark zersetzten und verstürzten Tonsteine im stratigraphischen Niveau der Dunkelroten Mergel ein k_f -Wert von $7,4 \cdot 10^{-8}$ m/s ermittelt. Aufgrund des Durchlässigkeitsbeiwertes ist diesem Gebirgsbereich nach IAEG (1979) eine sehr geringe Durchlässigkeit zuzuordnen. Diese Ergebnisse sind auf einen verringerten hydraulischen Anschluss der Dolinenfüllung zurückzuführen und sind nicht als repräsentativ anzusehen.

Für die verstürzte Tonsteinfolge im stratigraphischen Niveau des Bochinger Horizontes der vorgenannten Doline wurde ein k_f -Wert von $4,0 \cdot 10^{-7}$ m/s ermittelt. Die Durchlässigkeit des Bereiches ist damit nach IAEG (1979) als gering einzustufen.

Im Bereich der Messstelle BK 11/1 GM wurde vermutlich eine Dolinenstruktur erbohrt, die nach den Ergebnissen von Langzeitpumpversuchen in den Messstellen BK 11/1 GM und BK 11/135 GM einen hydraulischen Kontakt zwischen Lettenkeuper und Bochinger Horizont verursacht. Eine numerische Nachbildung dieser Langzeitpumpversuche

ergibt, dass die vertikale Durchlässigkeit des Grundgipses und der Grünen Mergel in diesem Bereich um mehrere 10-Potenzen höher sein muss (etwa $1 \cdot 10^{-5}$ m/s) als im Querungsbereich somit üblich. Diese Situation stellt anhand der bisherigen Untersuchungen zur Ermittlung des hydraulischen Kontaktes zwischen Lettenkeuper und Gipskeuper - mit Ausnahme eines Bereiches an der Planfeststellungsgrenze zum PFA 1.2 (Messstellen-Gruppe Sänglerstraße B224/B225/B227) - eine Ausnahme dar und ist nach bisheriger Kenntnis auf den Bereich um die BK 11/1 GM beschränkt.

Mittlerer Gipshorizont

Der Mittlere Gipshorizont steht im zentralen Nesenbachtal nicht an und wurde lediglich im Randbereich des Nesenbachtals in Restmächtigkeiten von < 5 m aufgeschlossen. Im Bereich der Heilbronner Straße (Kriegsberg) werden teilweise Schichtmächtigkeiten bis ca. 20 m angetroffen; eine Grundwasserführung wurde nicht beobachtet. Aufgrund der Lithologie (überwiegend Ton- und Mergelsteine) ist der ausgelaugte Mittlere Gipshorizont grundsätzlich als Grundwassergeringleiter einzustufen. Im Bereich der Heilbronner Straße (4. EKP) wurden k_f -Werte von ca. 10^{-7} bis 10^{-9} m/s ermittelt, die nach IAEG (1979) gering bis sehr gering durchlässige Verhältnisse anzeigen.

Bleiglanzbankschichten

Nach den Versuchsergebnissen in den Bleiglanzbankschichten betragen die k_f -Werte im Querungsbereich zwischen $3,6 \cdot 10^{-6}$ m/s und $8,2 \cdot 10^{-7}$ m/s. Dies entspricht nach IAEG (1979) gering durchlässigen Verhältnissen. In den Hangbereichen vom Kriegsberg und Gablenberg wurden im 3. EKP, Stufe 2 in den hier bereits ausgelaugten Bleiglanzbankschichten k_f -Werte von $< 10^{-6}$ m/s ermittelt.

Am Nordwestrand des Nesenbachtals im Bereich Heilbronner Straße liegen die k_f -Werte zwischen $5,0 \cdot 10^{-6}$ m/s und $7,3 \cdot 10^{-9}$ m/s. Dies entspricht nach IAEG (1979) gering bis sehr gering durchlässigen Verhältnissen.

Dunkelrote Mergel

Die Dunkelroten Mergel sind aufgrund der durchgeführten geohydraulischen Versuche überwiegend als Grundwassergeringleiter anzusehen. Lediglich in gut geklüfteten, mergeliger ausgebildeten Bereichen (tektonische Tieflage am Südostrand der Talaue) ist lokal eine stärkere Grundwasserführung vorhanden.

Im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof wurden k_f -Werte von $4,2 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $2,6 \cdot 10^{-3}$ m/s ermittelt, das geometrische Mittel liegt bei $6,5 \cdot$

10^{-7} m/s. Nach IAEG (1979) entsprechen die ermittelten k_f -Werte sehr gering bis mäßig durchlässigen Verhältnissen. Die Untersuchungsergebnisse lassen Durchlässigkeitsunterschiede zwischen dem zentralen Nesenbachtal und den Talrandbereichen erkennen. Lokal wurden in Vorflutnähe außergewöhnlich hohe Durchlässigkeiten der Dunkelroten Mergel ermittelt, die tektonisch bedingt sein dürften (Muldenstruktur).

In den Hangbereichen des Nesenbachtals nehmen die Gebirgsdurchlässigkeiten unter zunehmender Überdeckung wieder ab. Nach IAEG (1979) sind diese Schichten als sehr gering durchlässig einzustufen.

Die vollständig ausgelaugten Dunkelroten Mergel im Talquerungsbereich erweisen sich anhand der Versuchsergebnisse als etwas höher durchlässig als von UFRICHT & RENNERT (1996) für den Stuttgarter Talkessel angegeben.

Bochinger Horizont

Die k_f -Werte im Bochinger Horizont erreichen im Nesenbachtal $3,2 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $< 5,3 \cdot 10^{-7}$ m/s. Aufgrund der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte ist der Bochinger Horizont nach IAEG (1979) als gering bis mäßig durchlässig zu bezeichnen. Allgemein nehmen die Gebirgsdurchlässigkeiten in Richtung Talrandbereich tendenziell leicht ab.

Als Mittelwert für das Grundwasservorkommen im Bochinger Horizont ergibt sich im Querungsbereich ein k_f -Wert von $4,0 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Zur Überprüfung und Verifizierung der Machbarkeit einer bauzeitlichen Infiltration wurden Infiltrationsversuche an Versickerungsbrunnen und Messstellen im zentralen Nesenbachtal durchgeführt, die die quartäre Schichtenabfolge und/oder den Bochinger Horizont erschlossen. Die dabei erzielten Infiltrationsraten bei einer Aufhöhung von rd. 3,0...4,0 m lagen zwischen 0,3 und 1,6 l/s. Das spezifische Schluckvermögen schwankte zwischen 0,06 und 0,33 l/(s·m).

Grundgipsschichten und Grenzdolomit

Mit den geohydraulischen Versuchen wurden für die vollständig ausgelaugten Grundgipsschichten im Querungsbereich k_f -Werte von $7,4 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $2,6 \cdot 10^{-6}$ m/s ermittelt. Die k_f -Werte weisen den Bereich nach IAEG (1979) als sehr gering bis gering durchlässig aus. Als Mittelwert kann für die ausgelaugten Grundgipsschichten im Querungsbereich des zentralen Nesenbachtals ein Durchlässigkeitsbeiwert von $9,5 \cdot 10^{-7}$ m/s angegeben werden.

Das im Grenzbereich Gipskeuper/Lettenkeuper ausgebildete Grundwasservorkommen zeigt stark schwankende Ergiebigkeiten zwischen $< 0,1$ l/s und ca. 2,0 l/s. Die ermittelten k_f -Werte für den Grundwasser-

leiter im Grenzbereich Gipskeuper/Lettenkeuper liegen zwischen $3,5 \cdot 10^{-3}$ m/s und $2,2 \cdot 10^{-6}$ m/s. Nach IAEG (1979) kann damit von gering bis hoch durchlässigen Verhältnissen ausgegangen werden.

Die höchsten Ergiebigkeiten und Gebirgsdurchlässigkeiten treten in der südöstlichen Talrandzone auf, die noch durch aktive Auslaugungsvorgänge gekennzeichnet ist. Zum zentralen Nesenbachtal hin nehmen die entsprechenden Werte aufgrund der hier schon weitgehend abgeschlossenen Auslaugung und Konsolidierung des Gipskeupers ab.

Zur Überprüfung und Verifizierung der Machbarkeit einer Infiltration in den Grenzdolomit (Handlungskonzept Problemszenarien) wurden Infiltrationsversuche in Grundwassermessstellen, die den Grenzdolomit erschließen, durchgeführt. Die dabei erzielten Infiltrationsraten bei Aufhöhungen des Grundwasserspiegels von 4,2 – 4,5 m betragen zwischen 0,6 und 1,03 l/s. Das spezifische Schluckvermögen des Grenzdolomits schwankte zwischen 0,3 und 0,36 l/(s·m).

Oberer Lettenkeuper

Die Durchlässigkeitsbeiwerte für den Aquifer im Oberen Lettenkeuper wurden mit $k_f = 1,8 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1,1 \cdot 10^{-3}$ m/s ermittelt. Als mittlerer Wert für den Oberen Lettenkeuper im Querungsbereich kann ein Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) von ca. $5 \cdot 10^{-4}$ m/s angegeben werden. Für den Oberen Lettenkeuper sind somit nach IAEG (1979) hoch durchlässige Verhältnisse charakteristisch.

Nach UFRECHT & RENNER (1996) sind im zentralen Nesenbachtal die höchsten Durchlässigkeiten vorhanden (Mittelwert der Transmissivität $2,6 \cdot 10^{-4}$ m²/s), während in den Talrandbereichen die Transmissivität auf $< 10^{-5}$ m²/s abnimmt. Geohydraulische Versuche im Rahmen des 3. EKP haben jedoch gezeigt, dass auch in den Hangbereichen (Kriegsberg, Gablenberg), trotz mächtiger Überdeckung mit unausgelaugtem Gipskeuper Transmissivitäten von ca. $2,0 \cdot 10^{-4}$ m²/s bis $6,0 \cdot 10^{-4}$ m²/s auftreten können.

Oberer Muschelkalk

Der Obere Muschelkalk, der den Mineralwasseraquifer der Mineral- und Heilwässer von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg darstellt, wurde im Zuge der Erkundungsarbeiten für das 1. bis 4. EKP nur in einer Bohrung aufgeschlossen. Nach igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1996 a) sind für die grundwasserführenden Bereiche des Oberen Muschelkalkes (i.W. Trigonodusdolomit und Nodosus-Schichten, Aquifermächtigkeit ca. 20 bis 30 m) jedoch Transmissivitäten von ca. $3,0 \cdot 10^{-2}$ m²/s anzusetzen.

Die mittlere Transmissivität beträgt nach UFRECHT & RENNER (1996) im Nesenbachtal $1,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Zum unteren Nesenbachtal hin nimmt sie vermutlich leicht ab, was sich auch in der Verteilung des hydraulischen Gradienten in Fließrichtung äußert.

3.3 Grundwasserstände und Grundwasserspiegelschwankungen

Allgemein wird die Lage der Grundwasseroberfläche bzw. der Grundwasserflurabstände der oberen Grundwasservorkommen maßgeblich durch die orohydrographischen Gegebenheiten sowie die Beschaffenheit und Verbreitung der Grundwasserleiter und die lokalen hydrogeologischen bzw. hydrologischen Verhältnisse, wie z.B. die Nähe zum Vorfluter geprägt.

Im Folgenden werden Angaben zu den einzelnen trassenrelevanten Grundwasservorkommen gemacht, die sich überwiegend auf die Ergebnisse des 1. bis 4. EKP im Gebiet des PFA 1.1 stützen.

Allgemein ist in den Grundwasservorkommen im Bereich des PFA 1.1 kein typischer Jahresgang der Grundwasserstände zu beobachten. Es dominieren Effekte infolge kurzzeitiger Niederschlagsereignisse im quartären Grundwasserleiter bzw. mittel- bis langfristige Grundwasserstandsschwankungen v.a. in den tieferen Grundwasserstockwerken des Lettenkeupers und des Oberen Muschelkalkes.

Grundwasservorkommen in den quartären Talablagerungen

Das oberflächennah ausgebildete Grundwasservorkommen in den quartären Talablagerungen ist im Nesenbachtal hydraulisch an das Grundwasserstockwerk im Bochinger Horizont (Gipskeuper) gekoppelt und reagiert allgemein deutlich und relativ rasch auf Niederschlagsereignisse. Die Grundwassermessstellen im Nesenbachtal zeigen im Messzeitraum (1992 bzw. 1995 bis Frühjahr 2001) Schwankungsbreiten des quartären Grundwasserspiegels von ca. 0,4 m bis 1,3 m. Mit der Grundwasserstands-Amplitude von 1,3 m wurde die südöstliche Talrandzone erfasst. Hier sind im Vergleich zum zentralen Nesenbachtal stärkere unmittelbare Reaktionen auf Niederschläge zu beobachten. Dies kann zum einen auf direkte Zuführung von Gipskeuperwässern aus dem Hangbereich und zum anderen auf die geringere Speicherkapazität der überwiegend bindigen Fließerden zurückgeführt werden. Statistische Berechnungen zur Ermittlung von Grundwasserständen bei Hochwasserereignissen mit einer Jährlichkeit 200 (HW_{200}) auf Basis der Grundwasserstandsbeobachtungen bis 10/99 ergaben, dass diese etwa 0,4 bis 1,2 m über Mittelwasser liegen.

Im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof weist das quartäre Grundwasservorkommen mittlere Grundwasserstandshöhen von ca. N 235,2 m bis N 236,0 m auf, wobei sich nur geringfügige Unterschiede zum Grundwasservorkommen im Bochinger Horizont ergeben. Die Grundwasserflurabstände des gespannten bzw. teilweise auch freien quartären Grundwasserspiegels liegen im Bereich des Mittleren Schloßgartens (zentrales Nesenbachtal) bei ca. 3,5 m bis 5,0 m. In der Talrandzone des Querungsbereiches betragen die Flurabstände des obersten Grundwasservorkommens im Quartär (bzw. Bleiglanzschichten bis Bochinger Horizont) rd. 9 m bis 10 m.

Grundwasservorkommen im Gipskeuper und Grenzdolomit

Das Grundwasservorkommen im Bochinger Horizont ist im zentralen Nesenbachtal hydraulisch an das quartäre Grundwasserstockwerk gekoppelt. Es zeigt hier deutliche Reaktionen auf Niederschläge. In der Talrandzone sind nur stark gedämpfte Niederschlagsreaktionen zu beobachten. Die Grundwasserstandsschwankungen des Bochinger Horizontes betragen im Beobachtungszeitraum (1992 bzw. 1995 bis Frühjahr 2001) zwischen etwa 0,5 m und 1,7 m, wobei die Schwankungsbreiten in der Talrandzone größer sind als im zentralen Nesenbachtal. Die mittleren Grundwasserstandshöhen lagen im Beobachtungszeitraum bei ca. N 234,8 m bis N 238,1 m, wobei die Grundwasserstandshöhen im Bochinger Horizont des zentralen Nesenbachtals nur geringe Differenzen zu denen des Quartärs zeigen.

Die Flurabstände des überwiegend gespannten Grundwasservorkommens im Bochinger Horizont betragen im Bereich des Mittleren Schloßgartens (zentrales Nesenbachtal) ca. 3,5 m bis 5,0 m. In der Talrandzone des Querungsbereiches liegen im obersten Grundwasservorkommen (Quartär bzw. Bleiglanzbanksschichten bis Bochinger Horizont) Flurabstände von rd. 9 m bis 10 m vor, während sie sich hangwärts rasch auf ca. 12 m bis 14 m vergrößern.

Das Grundwasservorkommen im Bereich Grundgipsschichten/Grenzdolomit zeigt im Messzeitraum (1995 bis Frühjahr 2001) Schwankungsbreiten der Grundwasserstände von 1,0 m bis 1,25 m und mittlere Grundwasserstände zwischen N 235,2 m und N 238,1 m.

Grundwasservorkommen im Unteren Keuper (Lettenkeuper)

Die im Oberen Lettenkeuper des zentralen Nesenbachtals verfilterten Messstellen zeigen im etwa 6-jährigen Beobachtungszeitraum (1995 bis 03/2001) Schwankungsbreiten der Grundwasserstände zwischen ca. 1,15 m und 1,25 m, wobei die mittleren Grundwasserstandshöhen dort bei etwa N 235,5 m lagen. Darüber hinaus wurden Grundwassermessstellen im Umfeld beobachtet, die den Lettenkeuper (ungegliedert) erfassen. In diesen wurden von 1992 bzw. 1995 bis 03/2001 Schwankungs-

breiten von ca. 1,0 m bis 2,0 m und mittlere Grundwasserstände von ca. N 232,5 m und N 234,9 m registriert.

Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk

Die Grundwassermessstellen im Nesenbachtal, die den Oberen Muschelkalk erfassen, zeigen im 8-jährigen Beobachtungszeitraum (1992 bis 03/2001) Schwankungsbreiten der Grundwasserstände zwischen 1,5 m und 2,0 m. Die mittleren Grundwasserstandshöhen liegen zwischen ca. N 232,3 m und N 237,4 m. Im Bereich Talquerung betragen die mittleren Wasserstände etwa N 235,5 m.

Im zentralen Nesenbachtal ist in den einzelnen Grundwasserstockwerken ein von oben nach unten gerichtetes Potenzialgefälle zu beobachten. Zu den tieferen Grundwasserstockwerken im Bereich Grundgips-schichten/Grenzdolomit und Oberer Lettenkeuper ist ein relativ deutlicher Potenzialabfall von im Mittel ca. 0,4 m bis 0,5 m ausgebildet, der in den Trockenjahren 1992/93 sogar mehr als 1 m betragen hat. Zwischen den Grundwasservorkommen im Grenzdolomit und Oberen Lettenkeuper sowie dem Oberen Muschelkalk bestehen im zentralen Nesenbachtal dagegen nur geringe Potenzialdifferenzen von maximal 5 cm. Im Oberstrom der Talquerung mit Hauptbahnhof betragen die Potenzialdifferenzen zwischen ku und mo noch ca. 0,2 bis 0,3 m. Im Unterstrom der Talquerung mit Hauptbahnhof (zum unteren Nesenbach hin) ist dagegen bereits eine Potenzialumkehr zu beobachten.

Die Grundwasserspiegelschwankungen liegen analog zum Lettenkeuper im Beobachtungszeitraum 1992 bis 1997 zwischen etwa 1,0 und 2,0 m, woraus sich ein statistisches Hochwasserereignis der Jährlichkeit 200 (HW_{200}) von ca. 1,2 m über Mittelwasserstand ableiten lässt.

In Richtung der Talflanken des Nesenbachtals steigen die Grundwasserstände bzw. Grundwasserdruckflächen in den höheren Grundwasserstockwerken des Gipskeupers (Bleiglanzbankschichten bis Dunkelrote Mergel und Bochinger Horizont) deutlich an. In den tieferen Grundwasserstockwerken (Grundgipsschichten bis Oberer Lettenkeuper) ist nur ein allmählicher Anstieg zu beobachten. Der Druckspiegel des Oberen Muschelkalkes zeigt kaum Abhängigkeiten von den morphologischen Verhältnissen, wodurch sich die im zentralen Nesenbachtal noch geringen Druckdifferenzen zwischen dem ku- und dem mo-Aquifer in den Hangbereichen auf bis zu 5 m vergrößern.

An der östlichen Grenze des PFA 1.1 deutet sich vorwiegend im Bochinger Horizont ein Potenzialabfall an. Hier macht sich bereits ein im Bereich Schützenplatz (östlich des PFA 1.1) ausgebildeter "Potenzialsprung" im Bochinger Horizont sowie im Grenzdolomit und Oberen Lettenkeuper bemerkbar. Der Potenzialabfall führt zu einer Potenzialumkehr gegenüber dem Druckspiegel des Oberen Muschelkalkes, der hier um bis zu ca. 7 m über demjenigen des Gips- und Lettenkeupers liegt.

Dieses Phänomen ist trotz intensiver Untersuchungen bisher nicht eindeutig zu klären; das Baukonzept für den Anfahrbereich des Fildertunnels (PFA 1.2) berücksichtigt dieses Phänomen (Einbau von Grundwassersperren zur Verhinderung einer Längsläufigkeit entlang des Tunnels).

3.4 Grundwasserströmungsverhältnisse

Zur Ermittlung der Grundwasserströmungsverhältnisse wurden am 31.10.1997 sowie am 02.09.1999 Stichtagsmessungen in den vorhandenen Grundwassermessstellen des 1. bis 4. EKP sowie in ausgewählten Messstellen Dritter im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof durchgeführt. Die zum Stichtag gemessenen Wasserstände lassen sich unter Zugrundelegung ca. 7-jähriger Beobachtungsreihen im zentralen Nesenbachtal jeweils etwa Mittelwasserverhältnissen zuordnen.

Die natürlichen Grundwasserströmungsverhältnisse sind im zentralen Nesenbachtal besonders in den oberflächennahen Grundwasservorkommen durch Bauwerksgründungen, dauerhafte Grundwasserentnahmen zur Brauchwassergewinnung und zur Auftriebssicherung sowie durch Grundwassersanierungsmaßnahmen beeinflusst. Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf der Stichtagsmessung vom 31.10.1997.

Quartär und Gipskeuper

Das Quartär- und Keuperstockwerk des Nesenbachtals stellt ein abgeschlossenes System dar. Die hydrogeologische Begrenzung erfolgt einerseits durch die grundwasserführende quartäre Talrinne und andererseits durch den zu den Talrändern hin steil ansteigenden Gipsspiegel, der innerhalb des Gipskeupers eine undurchlässige Randbegrenzung bildet.

Die lokale Vorflutfunktion für die Teilgrundwasserstockwerke im Bochinger Horizont, in den Dunkelroten Mergeln und den Bleiglanzbank-schichten übernimmt die quartäre Talfüllung des Nesenbaches und seiner Nebenbäche, wobei eine eindeutige hydraulische Bindung der genannten Teilstockwerke an die Talrinne und das Nesenbachquartär deutlich wird.

Der Grundwasserabstrom erfolgt im Bochinger Horizont des nördlichen Nesenbachtals mit einem Gefälle von ca. 0,8 bis 1 % nach Osten bis Südosten zum zentralen Nesenbachtal hin, wobei anscheinend eine enge hydraulische Beziehung zu in der Achse des Koppentalbaches ausgebildeten Störungszonen besteht. Analog dem quartären Grundwasser ist der Grundwasserabstrom in der Talaue im weiteren Verlauf auf den Hauptvorfluter Neckar (Richtung NNE) ausgerichtet. Die Grundwasservorkommen im Bochinger Horizont und im Quartär sind im Bereich des zentralen Nesenbachtals hydraulisch aneinander gekoppelt. Das

Grundwassergefälle verflacht sich in diesem Bereich auf rd. 0,3 bis 0,4 %, was möglicherweise auf Grundwasserhaltungen und Grundwasserverluste an das liegende Grundwasserstockwerk sowie auf die deutliche Mächtigkeitzunahme der Bochinger Bank im Mittleren Schloßgarten zurückgeführt werden kann. An der südöstlichen Talflanke erfolgt der Grundwasserabstrom im Bochinger Horizont mit einem Gefälle von ca. 1 % ebenfalls in Richtung zentrales Nesenbachtal. In Annäherung an die nördlich des Wagenburgtunnels (östlich des PFA 1.1) ausgebildete Störungszone ist eine Umkehrung der Strömungsverhältnisse zu beobachten, die sich in einem deutlichen Potenzialabfall im Bereich Schützenplatz äußert (vgl. Kapitel 3.3).

In den Teilgrundwasserstockwerken der Dunkelroten Mergel und der Bleiglanzbankschichten sind die Grundwasserströmungsverhältnisse nur in den Talrandbereichen bekannt, wobei in der Talau die Bleiglanzbankschichten und stellenweise auch die Dunkelroten Mergel bereits abgetragen sind. Besonders die Dunkelroten Mergel können dabei aufgrund ihrer stark wechselnden Grundwasserführung und Durchlässigkeit nicht als einheitlicher, durchgängiger Grundwasserhorizont gelten. Der Grundwasserabstrom erfolgt aus der nordwestlichen Talflanke mit einem Gefälle von ca. 1 bis 1,5 % nach Osten bis Südosten zum Nesenbachtal. Aus der südöstlichen Talflanke ist eine westliche bis nordwestliche Strömungsrichtung zum Nesenbachtal mit einem Gradienten von rd. 2 bis 3 % zu beobachten.

Grundgipsschichten und Grenzdolomit

Die Grundwasserströmungsverhältnisse im Grenzbereich Grundgipsschichten/Grenzdolomit können lokal sehr stark durch die unterschiedlichen Auslaugungsstadien des Gipskeupers, Grundwasserverluste in den Lettenkeuper und Grundwasserhaltungen beeinflusst werden. Allgemein weisen sie im Vergleich zum Oberen Lettenkeuper eine stärkere Anlehnung an die Morphologie des Untersuchungsgebietes auf.

Im Bereich Kriegsberg und im zentralen Nesenbachtal sind nur sehr geringe Potenzialunterschiede zum ku2-Aquifer vorhanden. An der südöstlichen Talflanke deuten sich dagegen vom Oberen Lettenkeuper stark abweichende Grundwasserverhältnisse an. Diese deuten auf einen nördlich bis nordnordwestlich gerichteten Grundwasserabstrom zum zentralen Nesenbachtal hin. Abweichend hiervon macht sich auch im Grenzbereich km1GG/ku2GD ein Potenzialabfall an der östlichen Grenze des PFA 1.1 bemerkbar, der in hydraulischem Zusammenhang mit dem im Bereich Schützenplatz vorhandenen "Potenzialsprung" im Gips- und Lettenkeuper steht.

Lettenkeuper

Im Lettenkeuper ist die Grundwasserströmung großräumig auf den Hauptvorfluter Neckar ausgerichtet, wobei die Entwässerung im Untersuchungsgebiet generell auf die Längsachse des unteren Nesenbachtals (NNE) gerichtet ist. Kleinräumig werden die Grundwasserströmungsverhältnisse im Ku jedoch deutlich durch Verwerfungen beeinflusst (UFRECHT & RENNER 1996).

In den nordwestlichen Hangbereichen des Nesenbachtals ist der Grundwasserabstrom mit einem Gefälle von ca. 0,7 bis 0,8 % nach Osten zum Nesenbachtal gerichtet, in der Talauflage nimmt das Gefälle auf ca. 0,2 bis 0,3 % ab. Dies dürfte zum einem mit der Zunahme der Transmissivität in Talachsenrichtung zusammenhängen. Nach UFRECHT & RENNER (1996) sind zum anderen auch Grundwasserverluste in den Oberen Muschelkalk dafür verantwortlich.

Im Bereich der südöstlichen Talflanke ist eine eher talparallele bis hangwärts nach NNE bis NE gerichtete Grundwasserströmung im Oberen Lettenkeuper zu beobachten. Zwischen dem Talrand und dem Bereich Schützenplatz (östlich des PFA 1.1) kommt es zu einer Umkehrung der Fließverhältnisse, die im Zusammenhang mit dem bereits erwähnten "Potenzialsprung" östlich des PFA 1.1 steht. Denkbar wäre für diesen Bereich ein etwa nesenbachparalleles, linienhaftes Abströmen des Grundwassers entlang wasserwegsamere Bahnen nach NE in Richtung Neckar.

Oberer Muschelkalk

Die Grundwasserströmungsverhältnisse im Oberen Muschelkalk unterscheiden sich aufgrund des geologischen Aufbaues grundlegend von denen der höheren Grundwasserstockwerke. Das Grundwasser strömt in Richtung NNW zum Neckar im Bad Cannstatter Becken und zeigt keine Abhängigkeit von den morphologischen Verhältnissen im Nesenbachtal. In den Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg sowie an diffusen Quellen tritt das hochgespannte Karstgrundwasser an Störungszonen artesisch zutage. Im zentralen Nesenbachtal im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof weist das mo-Grundwasser ein Gefälle von ca. 0,3 bis 0,4 % auf. Im unteren Nesenbachtal ist ein etwas steilerer Gradient von rd. 0,5 % vorhanden.

3.5 Hydrochemische Verhältnisse

Die nachfolgenden Angaben zu den hydrochemischen Verhältnissen im Querungsbereich des Nesenbachtals stützen sich auf umfangreiche hydrochemische Untersuchungen im Zuge des 1. bis 4. EKP sowie auf Beprobungen von Messstellen Dritter. Zur Charakterisierung der Grundwasservorkommen im Lettenkeuper und Oberen Muschelkalk wurden aufgrund der geringen Messstellendichte auch außerhalb des eigentlichen Querungsbereiches liegende Messstellen einbezogen. Die Untersuchungsergebnisse werden nachfolgend diskutiert und nach der Methode von FURTAK & LANGGUTH (1967) klassifiziert.

Grundwasser im Quartär

Das quartäre im zentralen Nesenbachtal hydraulisch mit dem Gipskeuper gekoppelte Grundwasservorkommen (q/km1BH-Aquifer) ist nach KNOBLICH (1964) mehr oder weniger durch Gipskeuperwässer beeinflusst, da es sich überwiegend durch Hangzuflüsse oder Grundwasseraufbrüche aus dem Gipskeuper regeneriert. Dies drückt sich hydrochemisch in den Ergebnissen der Grundwasseranalysen aus.

Die elektrische Leitfähigkeit beträgt in den untersuchten Proben ca. 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 2600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, wobei der Großteil der Quartärwässer zwischen 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ liegt. Die Gesamthärte beträgt rd. 23 bis 68° dH und bewegt sich zumeist zwischen 30 und 40° dH. Auffällig stark variieren die Gehalte an freier Kohlensäure (ca. 20 bis 270 mg/l), Hydrogencarbonat (ca. 270 bis 1080 mg/l), Sulfat (ca. 5 bis 350 mg/l) und Chlorid (ca. 25 - 450 mg/l).

Im zentralen Nesenbachtal ist das Grundwasser als erdalkalisch-überwiegend hydrogencarbonatisch bzw. erdalkalisch-sulfatisch-hydrogencarbonatisch zu charakterisieren, wobei stärker erdalkalisch-sulfatische Tendenzen hier durch Grundwasseraufbrüche aus dem unterliegenden Bochinger Horizont (Gipskeuper) begründet sind. Das quartäre Grundwasser im zentralen Nesenbachtal weist häufig eine Belastung durch organische Stoffe auf, die vermutlich überwiegend geogen bedingt ist. Des Weiteren ist vielfach eine deutliche Eintrübung und ein reduzierender Charakter mit hohen Ammonium-, Eisen- und Mangangehalten zu beobachten. Anthropogene Beeinflussungen wurden anhand lokal erhöhter LHKW- und BTEX-Gehalte nachgewiesen (vgl. Kap. 3.9, Atlanten).

In Richtung der Hangbereiche des Nesenbachtals ist das Grundwasser erdalkalisch-sulfatisch geprägt, was auf einen stärkeren randlichen Zufluss von Gipskeuperwässern aus dem Hangbereich zurückzuführen ist. In einer Messstelle wurde mit Nitratgehalten um 75 bis 90 mg/l eine deutliche anthropogene Belastung nachgewiesen.

Nach der DIN 4030 sind die quartären Grundwässer im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof zumeist als nicht betonangreifend bzw. in einem Fall als schwach betonangreifend einzustufen.

Grundwasser im Gipskeuper

Der Chemismus der Gipskeuperwässer hängt vor allem vom Auslaugungsgrad des Gebirges und weniger von deren stratigraphischer Zuordnung ab.

Das am südöstlichen sowie am nordwestlichen Talrand in den Dunkelroten Mergeln erschlossene Grundwasser weist elektrische Leitfähigkeiten zwischen ca. 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Gesamthärten bis ca. 65 °dH, Sulfatgehalte um 20 mg/l bis 740 mg/l und Konzentrationen an freier Kohlensäure von ca. 30 bis 140 mg/l auf und hat damit einen dem Bochinger Horizont im zentralen Nesenbachtal weitgehend vergleichbaren Chemismus. Der in einzelnen Messstellen ermittelte auffällig hohe Chloridgehalt von bis zu 380 mg/l sowie z. T. erhöhten Nitratgehalte deutet auf eine anthropogene Beeinflussung des Grundwassers hin. Das Grundwasser in den Dunkelroten Mergeln kann als erdalkalisch-sulfatisch, sulfatisch-hydrogenkarbonatisch bzw. erdalkalisch-hydrogenkarbonatisch charakterisiert werden. Nach der DIN 4030 sind die analysierten Wässer als nicht bzw. schwach betonangreifend einzustufen.

Das analysierte Grundwasser im Mittleren Gipshorizont bzw. in den Bleiglanzbankschichten weist i.d.R. eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit von 1000 bis 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Eine im Bereich des nördlichen Hauptbahnhofgeländes entnommene Probe wies eine elektrische Leitfähigkeit von 2582 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf, die v. a. auf die hohe Chloridkonzentration (449 mg/l) zurückzuführen ist. Nach FURTAK & LANGGUTH (1967) ist dieses Grundwasser als erdalkalisch-überwiegend sulfatisch bzw. als sulfatisch zu charakterisieren. Die Chloridkonzentrationen schwanken zwischen rd. 50 mg/l bis rd. 230 mg/l, die Hydrogenkarbonathärte zwischen 350 mg/l und 455 mg/l und die Gesamthärte zwischen 31 bis 67 °dH. Der Gehalt an freier Kohlensäure liegt i.d.R. zwischen 35 und 50 mg/l; nur an der BK 11/1, die innerhalb einer Dolinenstruktur mit hydraulischem Kontakt zum Mineralwasseraquifer errichtet wurde, betrug der Gehalt an freier Kohlensäure in den Bleiglanzbankschichten rd. 230 mg/l, wobei jedoch anzumerken ist, dass der Kohlensäuregehalt in den tieferen Grundwasserstockwerken deutlich geringer ist.

Nach der DIN 4030 ist das Grundwasser in den Bleiglanzbankschichten aufgrund der Analysen als nicht bis schwach betonangreifend anzusehen.

Die Grundwasserproben aus dem Bochinger Horizont weisen elektrische Leitfähigkeiten von ca. 1050 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 2600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und Gesamthärten zwischen 30 und 75 °dH auf, wobei das Grundwasser an der nordwestlichen Talrandzone aufgrund des Zustromes von Gipswässern

aus dem Hangbereich am höchsten mineralisiert ist. Dementsprechend treten hier auch hohe Sulfatgehalte auf (ca. 600 mg/l bis 830 mg/l). Das im südöstlichen Hangbereich entnommene Grundwasser zeigt ebenfalls einen hohen Sulfatanteil (ca. 470 mg/l), die Gesamtmineralisation ist hier jedoch mit einer Leitfähigkeit von 1419 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und einer Gesamthärte von 44,2 °dH niedriger. Im zentralen Nesenbachtal und am südöstlichen Talrand, wo die Auslaugung im Gipskeuper vollständig abgeschlossen ist, zeigt sich dagegen eine dem Quartär vergleichbare Mineralisation mit Leitfähigkeiten von überwiegend rd. 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und Gesamthärten um 30 bis 40 °dH. In einzelnen Bohrungen sowie in der Dolinenfüllung in Hauptbahnhofsnahe wurden mit ca. 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und bis zu 48,5 °dH lokal höhere Werte gemessen. Die Sulfatkonzentration beträgt im Bochinger Horizont des zentralen Nesenbachtals überwiegend 60 - 280 mg/l, vereinzelt wurden jedoch auch Gehalte von ca. 300 bis 400 mg/l ermittelt.

Die Wässer aus dem Bochinger Horizont sind im Talquerungsbereich zumeist als erdalkalisch-sulfatisch-hydrogenkarbonatisch zu charakterisieren. Zu den Talrändern hin ist das Grundwasser stärker erdalkalisch-sulfatisch geprägt.

Im Unterschied zum quartären Grundwasser variiert der Gehalt an freiem CO_2 mit 40 - 160 mg/l sowie der Hydrogenkarbonatgehalt (ca. 290 bis 620 mg/l) weniger deutlich. Des Weiteren weist das Grundwasser des Bochinger Horizontes geringere Eisen-, Mangan- und Ammoniumgehalte sowie einen höheren Sauerstoffgehalt auf.

Eine zumeist deutliche anthropogene Belastung der km1BH-Wässer zeigt sich an den Nitratgehalten zwischen ca. 10 mg/l und 100 mg/l, wobei die höchsten Werte aufgrund des Zustroms von Gipskeuper-Wässern in den Talrandbereichen auftreten. Des Weiteren wurden insbesondere im zentralen bis südöstlichen Nesenbachtal Verunreinigungen durch LHKW nachgewiesen. Lokal deutlich erhöhte LHKW-Gehalte wurden im Bereich der Heilbronner Straße und in der Jägerstraße festgestellt (vgl. Kap. 3.1, Altlasten).

Nach der DIN 4030 ist das Grundwasser des Bochinger Horizontes im Talquerungsbereich überwiegend nicht bis schwach betonangreifend. In der nordwestlichen Talrandzone ist es jedoch als schwach bis vielfach stark betonangreifend zu charakterisieren.

Grundwasser im Grenzdolomit und in den Grundgipsschichten

Im zentralen Nesenbachtal, wo die Grundgipsschichten vollständig ausgelaugt sind, zeigt das Grundwasser aus dem Teilstockwerk Grenzdolomit/Grundgipsschichten elektrische Leitfähigkeiten von ca. 930 bis 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und Gesamthärten zwischen rd. 25 - 40 °dH. An den Talrändern, im Bereich aktiver Gipsauslaugung, wurden dagegen elektrische Leitfähigkeiten von ca. 1750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und Gesamt-

härten bis 75 °dH ermittelt. Auch die Sulfatgehalte lassen deutliche Unterschiede zwischen dem zentralen Talbereich und der Talrandzone erkennen. Im zentralen Nesenbachtal beträgt der Sulfatgehalt meist zwischen ca. 100 mg/l und 400 mg/l, während in den Talrandbereichen Werte von über 450 bis 950 mg/l ermittelt wurden. Allerdings konnten, abweichend davon, auch in einer Probe aus dem zentralen Nesenbachtal (südlicher Bereich des Mittleren Schloßgartens) mit ca. 2500 µS/cm und 635 mg/l eine stark erhöhte Leitfähigkeit sowie ein hoher Sulfatgehalt nachgewiesen werden.

Die km1GG/ku2GD-Grundwässer in den Hangbereichen des Nesenbachtals sind überwiegend als erdalkalisch-sulfatisch zu bezeichnen. Im zentralen Nesenbachtal und in der Talrandzone werden erdalkalisch-alkalische, hydrogenkarbonatisch-sulfatische bis sulfatisch-chloridische Grundwassertypen angetroffen.

Die Konzentrationen an freiem CO₂ streuen von < 50 mg/l bis ca. 440 mg/l und sind damit durchschnittlich höher als in den hangenden Grundwasserstockwerken. Im zentralen Bereich des Mittleren Schloßgartens sowie östlich davon wurden mit über 250 mg/l die höchsten CO₂-Gehalte sowie hohe Sulfat- und NaCl-Gehalte gemessen. Hier deutet der Grundwasserchemismus auf Mineralwassereinflüsse aus dem Oberen Muschelkalk hin, die offensichtlich im Zusammenhang mit vorhandenen Störungszonen stehen. Südlich dieser Störungszone (tektonische Hochscholle) nehmen die Mineralwassereinflüsse deutlich ab (u.a. CO₂-Gehalte < 100 mg/l). In den Hangbereichen von Kriegsberg und Gablenberg wurden noch weitgehend höher mineralisierte Wässer aus dem Grenzdolomit angetroffen, die vermutlich auf aktive Gips- und Anhydritauslaugung im Liegenden des hier noch vollständig vergipsten Keupergebirges zurückzuführen sind.

Trotz mächtiger Überdeckung durch vielfach unausgelaugtes Gipskeupergebirge wurden insbesondere auch in den Talrand- und Hangbereichen anthropogene Verunreinigungen durch LHKW, BTEX und Nitrat angetroffen (vgl. Kap. 3.1, Altlasten). Da hier auch häufig hohe Sauerstoffgehalte vorliegen, ist ein lateraler Zustrom von Grundwasser aus den Randzonen des Stuttgarter Talkessels anzunehmen.

Nach der DIN 4030 ist das Grundwasser im Grenzbereich Grenzdolomit/Grundgipsschichten im zentralen Nesenbachtal zumeist schwach und vereinzelt nicht betonangreifend. In der Talrandzone und in den Hangbereichen werden stark betonangreifende Wässer angetroffen.

Grundwasser im Lettenkeuper

Im zentralen Nesenbachtal streuen die elektrischen Leitfähigkeiten im Lettenkeuper-Stockwerk zwischen ca. 1100 bis 1700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, die Gesamthärte liegt bei 40 $^{\circ}\text{dH}$. Die geringste Mineralisation tritt wie im ku2GD-Teilstockwerk wiederum im Bereich der südlichen tektonischen Hochscholle auf. Im unteren Nesenbachtal sowie in den Talrandbereichen und Talhängen werden deutlich höhere Werte zwischen ca. 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 2900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bzw. 40 bis 100 $^{\circ}\text{dH}$ erreicht. Die vorherrschenden Inhaltsstoffe sind Hydrogenkarbonat und Calciumsulfat. Der Sulfatgehalt beträgt im zentralen Nesenbachtal 200 bis 400 mg/l, im Bereich der Hochscholle sogar < 100 mg/l, während in den übrigen Bereichen Gehalte von ca. 600 bis 1500 mg/l ermittelt wurden. Starke Konzentrationsschwankungen sind auch für Hydrogenkarbonat, freie Kohlensäure und Chlorid nachgewiesen.

Aufgrund des unterschiedlichen Chemismus der Proben kann das analysierte Grundwasser als erdalkalisch-überwiegend sulfatisch-hydrogenkarbonatisch, erdalkalisch-überwiegend sulfatisch bzw. erdalkalisch-alkalisch-überwiegend sulfatisch-chloridisch charakterisiert werden.

Die Mineralisation und Wasserhärte ist im Allgemeinen größer als in den hangenden Grundwasservorkommen. Im tektonisch stark beanspruchten zentralen Nesenbachtal fällt diese Zunahme geringer aus, was auf Grundwasserinfiltration aus hangenden Grundwasserstockwerken (ausgelaugter Gipskeuper, Quartär) hindeutet.

In Bohrungen im Oberen und Unteren Schloßgarten lässt sich anhand des Grundwasserchemismus ein lokaler Aufstieg hochmineralisierter Muschelkalkwässer ("Mineralwässer") im Bereich von Schwäche- bzw. Störungszonen nachweisen, wobei generell auf der südlichen Hochscholle geringere Mineralwassereinflüsse festzustellen sind. Die Zunahme der Mineralisation zu den Talrändern hin ist dagegen im Wesentlichen durch Zuflüsse aus dem hangenden Gipskeuper begründet.

Nach der DIN 4030 sind die im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof erschlossenen Grundwässer im Oberen Lettenkeuper fast ausnahmslos als stark betonangreifend zu charakterisieren. Lediglich im zentralen Nesenbachtal treten auch schwach betonangreifende Wässer in Erscheinung.

Grundwasser im Oberen Muschelkalk

Die aus dem Oberen Muschelkalk des Nesenbachtals entnommenen Grundwasserproben weisen relativ einheitliche elektrische Leitfähigkeiten von ca. 2400 bis 3600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und Gesamthärten von 67,0 bis 97,8 $^{\circ}\text{dH}$ auf. Sie sind damit als hochmineralisiert zu bezeichnen, wobei die höchsten Mineralisationen in der südöstlichen Talrandzone ("Anomalienzone"), die geringsten im zentralen Nesenbachtal (im Bereich Talquerung) zu beobachten sind.

Sämtliche Proben sind dem erdalkalisch-vorwiegend sulfatischen Grundwassertyp zuzuordnen, was die starken Einflüsse von lateralen Gipswässer-Zuflüssen aus der Talrandzone belegt. Zum Teil wurden ein Sauerstoffdefizit sowie erhöhte Eisenkonzentrationen festgestellt. Im südlichen Bereich des Oberen Schloßgartens konnte eine Verunreinigung durch Nitrat und leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe nachgewiesen werden, die auf lokal absteigende Oberflächenwässer im Bereich einer Störungszone zurückzuführen ist (vgl. hierzu Kap. 3.1, Atlanten).

Nach der DIN 4030 sind die im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof erschlossenen Grundwässer im Oberen Muschelkalk in der Regel als stark betonangreifend zu charakterisieren.

3.6 Grundwassernutzungen

Öffentliche Trinkwassergewinnungsanlagen

Innerhalb des Betrachtungsraumes des PFA 1.1 befinden sich keine öffentlichen Trinkwassergewinnungsanlagen (TGA).

Sonstige Wassergewinnungsanlagen

Im Betrachtungsraum des PFA 1.1 befinden sich zahlreiche sonstige Wasserfassungen, bei denen es sich überwiegend um Notbrunnen der Stadt Stuttgart und private Brauchwasserbrunnen handelt. Ferner werden Wasserhaltungs- und Grundwassersanierungsmaßnahmen durchgeführt. Sämtliche im Betrachtungsraum bekannten Wasserfassungen sind in der Tabelle 3/1 aufgeführt. Die dort aufgeführten Ansatzhöhen sind entsprechend der zugrundeliegenden Literatur in m NN angegeben. Die Angaben zu den Wasserfassungen stützen sich im Wesentlichen auf Wasserbuch-Eintragungen beim RP Stuttgart bzw. Unterlagen und Auskünfte der zuständigen Gesundheits- und Wasserwirtschaftsämter und wurden im Einzelfall mit dem jeweiligen Betreiber abgestimmt. Der Erhebungsstand bezieht sich auf November 1993 mit Ergänzungen und Aktualisierungen im Juli/August 1996 sowie März/April 1998. Die Lage der genannten Wasserfassungen ist der Anlage 20.2.1 zu entnehmen.

Tab. 3/1: Grundwassernutzungen im Betrachtungsraum ohne Trinkwasser- bzw. Heilquellenschutzgebiete

Nr. Bezeichnung	Betreiber	Ortstell	Ansatzhöhe (m NN)	Bohrtiefe (m u. GOK)	Filterstrecke (m u. GOK)	genutzter Aquifer	Nutzungsart	Entnahmemenge	Sonstiges
4076a	Fa. Raab Karcher	S-Nord	252,62	10,5 (Br. I)	3,0 – 10,5	q	GW-Sanierung	3 m³/h	-
			252,06	15,1 (Br. II)	3,0 – 15,1	q			
			252,74	12,5 (Br. III)	4,4 – 11,9	q			
			252,01	29,0 (PA 22)	22,2 – 27,80	km1BH			
4292	Fa. Herkommer & Bangertler	S-Nord	k.A.	k.A.	26,0 – 27,01	km1BH?	GW-Sanierung	0,3 l/s	(B 13) = 1679/512
4560	Stadt Stuttgart	S-Nord	P 246: 252,53	25,5	17,3 – 23,3	km1BH	GW-Sanierung	0,7 ¹⁾ l/s	Wolframstraße, LfU-Nr. 1055/512,
			P 247: 252,51	12,5	4,3 – 11,3	km1DRM		k.A.	1056/512
Sarweybrunnen (tief)	NWS	S-Nord	Br. S: 279,28	83,3	71,2 – 77,2	mo	NB	k.A.	Notwasserbrunnen 7, LfU-Nr. 0017/511 ³⁾
NB 9	Stadt Stuttgart	S-Nord	271,46	57,0	41,1 – 53,1	ku	NB	5,0 - 6,0 l/s	LfU-Nr. 0003/512-9
Br. Süd-milch	Fa. Süd-milch	S-Mitte	248,06	k.A.	k.A.	km1GG	BW ⁴⁾	k.A.	Rosensteinstraße LfU-Nr. 0004/512
Br. Jacobi	Fa. Jacobi	S-Mitte	253,15	k.A.	k.A.	km1GG	BW ⁴⁾	k.A.	Br. 1 LfU-Nr. 0020/511
644 (PS 2)	Fa. Breuninger	S-Mitte	k.A.	6,7	k.A.	q/ku?	GW-Ab-senkung	0,5 m³/h	"Anlage A"
644 (PS 1)			238,41	5,6	k.A.	q/ku?		0,5 m³/h	"Anlage B"
1066	Fa. Breuninger	S-Mitte	233,73	4,8	k.A.	q/ku?	BW (Schwimm-bad)	0,5 l/s	Sammelschacht Mönzstraße
1082	Fa. Kepa Kaufhaus	S-Mitte	246,4	k.A.	9,75 - 11,5	q/km1?	GW-Ab-senkung	2,5 ¹⁾ l/s	Dränage Königstraße
4082	Stadt Stuttgart	S-Mitte	k.A.	30	k.A.	ku	GW-Sanierung	0,5 l/s	P 180 (Berliner Platz)
5364	Diakonie Bethesda Wuppertal	S-Mitte	278,30	k.A.	k.A.	GG (Grenz-dolomit) ?	GW-Ent-nahme, Um-leitung, Ver-sickerung	50-100 l/h ²⁾ 0,03 l/s ²⁾	Umläufig-keltssystem + Sickeranlage Ho-henhelmer Straße
5322	Industrie-betrieb Stuttgart-Zentrum KG	S-Mitte	k.A.	k.A.	k.A.	km1GG/ ku2GM	GW-Sanierung	0,2 l/s	BK 17+21 Nesen-bachstraße (2037/512, 2136/512)

Nr. Bezeichnung	Betreiber	Ortstell	Ansatzhöhe (m NN)	Bohrtiefe (m u. GOK)	Filterstrecke (m u. GOK)	genutzter Aquifer	Nutzungsart	Entnahmemenge	Sonstiges
Bahnpostamt	DB Netz AG	S-Mitte	k.A.	k.A.	k.A.	vmtl. q	Entwässerung	< 1,0 l/s ?	Nordbhf.-/ Abstellbhf. gel. LfU-Nr. 1552-1554/512 (PS2-4), 1075+1076 /502 (PS1)
Girokasse	Landesglockasse	S-Mitte	k.A.	3,2 m (u. KG)	k.A.	ku, km1GG ⁹	Flächendränage, Umleitung	150.000 m ³ /a, 10 l/s	LfU Nr. 0424/512
Br. Iduna (PS 21, D1-D3)	Iduna	S-Mitte	236,75 (OK Bodenplatte)	k.A.	k.A.	km1BH	Entwässerung Flächendränage	40.000 m ³ /a, max. 5 l/s	Iduna-Parkhaus, kein WR-Antrag gestellt derzeit: 4 l/s 0360/512
Br. Karstadt	Karstadt	S-Mitte	k.A.	k.A.	k.A.	km1	Entwässerung	3.500 m ³ /a	LfU-Nr. 0236/512
Br. Mertz	Mertz OHG	S-Mitte	k.A.	k.A.	k.A.	km1BH	BW	7.500 m ³ /a	LfU-Nr. 0481/512
Br. SKV (PS 1a, 1b)	Sparkassenversicherung	S-Mitte	238,25 (Überlaufhöhe)	2,65 (m u. OK KG)	k.A.	km1DRM/ BH	Entwässerung	30.000 m ³ /a, max. 4 l/s	Entnahme derzeit ca. 1 l/s WR-Antrag gestellt 0174/512
Zeppelin-carée	GVP	S-Mitte	239,6 (Überlaufhöhe)	k.A.	k.A.	km1	Entwässerung (GW-Sammelbecken)	50.000 m ³ /a, 1,6 l/s	LfU-Nr. 0222/512 (vmtl. WB-Nr. 757a), derzeit: 10.000 m ³ /a 0,32 l/s
Br. B+B Parkhaus	Branddirektion Stuttgart	S-Mitte	238,34	36	26,0-34,0	km1GG, ku	NB	max. 7,5 l/s	LfU-Nr. 2040/512 (Notbr. 17)
Br. 1 Dr.B	Dresdner Bank	S-Mitte	241,66	k.A.	k.A.	km1GG	BW	3500 m ³ /a	LfU-Nr. 2283/512
Br. Markthalle	Stadt Stuttgart	S-Mitte	243,5	20,25	12,2 – 20,25	km1GG, ku	BW	k.A.	LfU-Nr. 0197/512
NB 1	NWS	S-Mitte	245,7	46,5	30,5 - 44,5 Filterkles 14 - 46,5	(km1DRM, BH) GG	NB	9,0 - 9,5 l/s	Zivilschutzanlage Hbf LfU-Nr. 0231/512
NB 2	NWS	S-Mitte	246,2	46,5	30,5 - 44,5 Filterkles 12 - 46,5	(km1DRM, BH) GG	NB	9,0 - 9,5 l/s	Zivilschutzanlage Hbf LfU-Nr. 0230/512
NB DB	DB Netz AG	S-Mitte	245,60	31	8,8 - 28,35	km1DRM-GG	NB ⁹	0,5 l/s	LfU-Nr. 0229/512
NB 3	NWS	S-Mitte	245,18	19,1	7,5 – 18,5	ku (+ km1GG)	NB	k.A.	LfU-Nr. 0200/512
Leonhardsbr. ⁷	NWS	S-Mitte	249,45	46,3	36,0 – 41,8	mo	vmtl. BW	k.A.	Leonhardsbad LfU-Nr. 0201/512
Br. 1 – 3 Siemens	Fa. Siemens	S-Mitte	242,85	5,2	k.A.	km1BH	GW-Sanierung	k.A.	LfU-Nr. 1622-1624/512

Nr. Bezeichnung	Beireiber	Ortstell	Ansatzhöhe (m NN)	Bohrtiefe (m u. GOK)	Filterstrecke (m u. GOK)	genutzter Aquifer	Nutzungsart	Entnahmemenge	Sonstiges
NB 30	NWS	S-West	266,52	k.A.	k.A.	km1GG	NB	k.A.	Sattlerstr. LfU-Nr. 2341/512-1
NB 34 *)	NWS	S-West	304,15	81,50	68,5 – 80,0	mo	NB	k.A.	LfU-Nr. 0063/462
NB 35	NWS	S-West	278,82	58,20	k.A.	km1GG	NB	k.A.	LfU-Nr. 0062/462
NB 36	NWS	S-West	263,80	20,00	k.A.	km1BH	NB	k.A.	Berliner Platz LfU-Nr. 0024/512
NB 38 *)	NWS	S-West	271,90	79,20	k.A.	ku	NB	k.A.	LfU-Nr. 0049/462
NB 41 *)	NWS	S-West	265,05	61,0	50,1 – 58,1	mo	NB	k.A.	*Notbr. Silberburg-anl., LfU-Nr. 209/512
Br. Stat.La*)	Statist. Landesamt	S-West	266,23	k.A.	63,6 – 81,8	mo	k.A.	k.A.	LfU-Nr. 0113/462
Diakonisenanstalt	Diakonie Bethesda Wuppertal	S-West	k.A.	k.A.	k.A.	q	GW-Entnahme, Umlenkung	2.000 m³/a	Rosenbergstr.
Br. Dinkelacker *)	Dinkelacker Schwabenbräu AG	S-West	260,50 259,79	k.A.	42,5 – 48,6 43,0 – 51,0	mo	BW	1,4 l/s	Br. 4 + 7 LfU-Nr. 0208/512, 1021/512
Br. 2 Hofbräu *)	Stuttgarter Hofbräu AG	S-West	277,84	89,5	72,0 – 88,5	mo	BW	9,1 l/s	LfU-Nr. 0077/462 Die Förderleistung der Pumpe beträgt derzeit rd. 17 l/s
385	Fa. Stadtmühle	S-Bad Cannstatt	216,78	8	k.A.	k.A.	BW	2,0 l/s	Schachtbr.
432	Dr. W. Dornes	S-Bad Cannstatt	k.A.	5	k.A.	k.A.	Badewasser	40 l/min ¹⁾	-
887	Fa. Knecht	S-Bad Cannstatt	Br. 1: ?	8,55	k.A.	q ?	BW	30 m³/M	Mauerbr.
			Br. 2: ?	14,5	2,0 – 14,50	Travertin ?	BW	2.500 m³/M	-
4720a	Oberpostdirektion Stuttgart	S-Bad Cannstatt	219,79 - 229,87	k.A.	k.A.	13 lm q/ 2 lm km1 (B3, B7)	GW Sanlerung	5,0 l/s	15 Pegel
Br. Bellvue	Wilhelma	S-Bad Cannstatt	220,84	5,5	k.A.	km1	BW	k.A.	LfU-Nr. 0030/511-9
4820	Fa. Zweigle	S-Bad Cannstatt	220,58	8,5	2,0 - 8,0	q	GW-Sanlerung	2,5 l/s	Lage unklar
4832	Fa. Baresel	S-Bad Cannstatt	222,36	10	5,9 - 9,3	q (-7,4 Auff.)	GW-Sanlerung	1,25 l/s	-
4839	Fa. Aral	S-Bad Cannstatt	k.A.	12,5	5,0 - 11,5	q, km1	GW-Sanlerung	1,0 l/s	Tankstelle
4844	Stadt Stuttgart	S-Bad Cannstatt	228,31	11,8	6,45 - 11,45	q	GW-Sanlerung	1,0 l/s	P836 Lage unklar
4944	Fa. Fortuna Werke	S-Bad Cannstatt	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	GW-Sanlerung	0,03 l/s	LfU-Nr. 1563/511
TWS 1 - 4	NWS	S-Berg	k.A.	k.A.	k.A.	q	BW	k.A.	4 Br. (PS 1-4)

Nr. Bezeichnung	Betreiber	Ortstell	Ansatzhöhe (m NN)	Bohrtiefe (m u. GOK)	Filterstrecke (m u. GOK)	genutzter Aquifer	Nutzungsart	Entnahmemenge	Sonstiges
4943	Fa. Karosserie Baur	S-Ost	P2: 219,33	8	4,0 - 7,0	q	Gvv-Sanierung	1,0 l/s	Wiederversickerung von 2,0 l/s in P7
			P4: 219,44	10,5	5,5 - 9,5	Neckarkies (q)		1,0 l/s	
326	Fa. Kübler	S-Ostheim	262,95	12,35	k.A.	k.A.	Löschwasser	4,5 m ³ /h	-

Legende:

- 1) wasserrechtliche Erlaubnis/Genehmigung erloschen
- 2) während der Bauzeit
- 3) Notbrunnen Sarwey (flach, 0016/511) bis Lettenkeuper rückzementiert, nur noch als Pegel genutzt
- 4) Brunnen mittlerweile verschlossen
- 5) Wiederversickerung im km1GG
- k.A. keine Angaben vorhanden
- NB Notwasserbrunnen
- BW Brauchwasser
- q Quartär
- km1 Gipskeuper, ungegliedert
- km1BH Bochliger Horizont
- km1DRM Dunkelrote Mergel
- km1GG Grundgipsschichten
- ku Unterer Keuper
- mo Oberer Muschelkalk
- ? genutzter Aquifer fraglich
- *) außerhalb des Blattchnitts der Anlage 20.2.1 liegend

3.7 Mineral- und Heilwasservorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg

Die innerhalb des Stuttgarter Talkessels im Bereich des unteren Nesenbachtals sowie im Neckartal bei Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg artesisch austretenden Mineralwasservorkommen sind wasserwirtschaftlich von großer Bedeutung. Nach UFRECHT & EINSELE (1994) sind derzeit rd. 225 l/s an mineralisiertem Grundwasser durch Brunnenfassungen erschlossen. Zusammen mit den unkontrollierten ("wilden") Mineralwasseraustritten im Neckartal wird ein Gesamtauslauf an mineralisiertem Grundwasser von rd. 500 l/s angenommen. Damit stellen die Heil- und Mineralwasserquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg neben Budapest das größte genutzte Mineral- und Heilquellensystem Mitteleuropas dar (UFRECHT & EINSELE 1994).

Die Mineralwasservorkommen werden durch insgesamt 19 Brunnenfassungen und eine Quelle erschlossen. Derzeit sind 11 Brunnen als Heilquelle staatlich anerkannt. Einen Überblick über die wichtigsten Mineral- und Heilwasserentnahmen im Bereich Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg mit u.a. Angaben zum erschlossenen Aquifer, zur Bohrtiefe, zur Filterstrecke sowie zur Art der Nutzung gibt die Tabelle 3/2. Die Lage der Mineral- und Heilwasserquellen ist der Anlage 20.2.1 zu entnehmen. Die Höhenangaben in der o.g. Tabelle sowie die Totstauhöhen in der Anlage 20.2.1 sind entsprechend der zugrundeliegenden Literatur in m NN angegeben.

Ein Heilquellenschutzgebiet für die Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg ist derzeit noch nicht rechtskräftig ausgewiesen. Eine Überarbeitung des 1954 und 1969 abgegrenzten Heilquellenschutzgebietsvorschlages durch das Geologische Landesamt Baden-Württemberg sowie die Vorbereitung einer Rechtsverordnung durch das Regierungspräsidium ist zwischenzeitlich erfolgt und wurde im Entwurf im Juli 2001 ausgelegt. Der Abgrenzungsentwurf des Heilquellenschutzgebietes (Stand: Juni 2001) wurde in die Anlage 20.2.1 übernommen, wobei das Heilquellenschutzgebiet jedoch deutlich über den in Anlage 20.2.1 dargestellten Betrachtungsraum hinausreicht.

Mit insgesamt ca. 70 % des Gesamtaufkommens der Mineralwassererschließungen im Untersuchungsraum stellen die Insel- und Leuzequelle, die Berger Quellen sowie die Mombachquelle die bedeutendsten Quellfassungen bzw. Brunnen dar. Mit Ausnahme der Thermalsole (Hofrat Seyffer-Quelle) und der Gottlieb-Daimler-Quelle, die im Buntsandstein bzw. im Mittleren Muschelkalk verfiltert sind, erschließen die Mineralquellen bzw. -brunnen Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk bzw. Lettenkeuper. Das mineralisierte Grundwasser (60 l/s niederkonzentriert, 165 l/s hochkonzentriert) ist im Aufstiegs- und Quellgebiet hoch gespannt (ca. 217 bis 225 m NN) und hat damit ein um teilweise mehrere Meter höheres Potenzial als der durch Staustufen regulierte Neckar zwischen Bad Cannstatt und Untertürkheim.

Im ungedrosselten Zustand schüttet die Inselquelle bis zu 230 l/s, die Leuzequelle bis rd. 50 l/s. Aufgrund der Beeinflussung umliegender Mineralquellen wurde die Entnahme für den heutigen Betrieb auf jeweils ca. 30 bis 32 l/s gedrosselt. Die fünf Brunnen der Mineralbad Berg AG im unteren Nesenbachtal schütten insgesamt zwischen ca. 30 l/s bis 60 l/s, (AfU Stuttgart, 1994) wobei eine hydraulische Kommunikation der einzelnen Mineralwasserfassungen bzw. Mineralwasseraustritte untereinander festgestellt werden konnte. Ebenso wurde eine hydraulische Beeinflussbarkeit des Quellsystems durch umfangreiche Grundwasserentnahmen aus dem Oberen Muschelkalk des Zustromgebietes (Großpumpversuche 1951 in Stuttgart-Nord) nachgewiesen. Die ständigen Auslaufraten der Fassungen sind deshalb wasserrechtlich festgeschrieben.

Im Zuge der Vorbereitungsmaßnahmen zur bauzeitlichen Beweissicherung wurde ein Umbau der Quellfassungen (hydraulische Entkoppelung, Entgasung) vorgenommen. Die Schüttungen der ausgebauten Heil- und Mineralquellen werden nun kontinuierlich erfasst, wobei an der Veiel- und der Schiffmannsquelle eine Druckmessung erfolgt.

Tab. 3/2: Übersicht über die Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg

Tabelle 3/2: Übersicht über die Heil- und Mineralquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg

Quellenbezeichnung	Stadt	Municipalität	Nutzung	Flächen-nr.	Flächen-nr.	Quellentiefe [m]	Quellentiefe [m]	Quellentemperatur [°C]			Quellentemperatur [°C]	Quellentemperatur [°C]	Quellentemperatur [°C]	Quellentemperatur [°C]	Quellentemperatur [°C]	Quellentemperatur [°C]	Quellentemperatur [°C]	Quellentemperatur [°C]
								Winter	Sommer	Jahresmittel								
Golfes-Dürer-Quelle	Stadt Stuttgart	Mineralbad Cannstatt	Baderwasen, Trinkbrunnen, Zierbrunnen	3516506	5407937	221,70	221,70	223,38	223,78	223,45	4,5		2,0	mo - mm	135,0	127-135	94,7- 95,7	
Waldbrunnen I	Stadt Stuttgart	Mineralbad Cannstatt	Baderwasen, Trinkbrunnen, Zierbrunnen	3516505	5407937	221,70	221,70	223,38	223,77	223,58	12	8,8	11,0	mo	69,2	61-69	100,7- 152,7	
Waldbrunnen II	Stadt Stuttgart	Mineralbad Cannstatt	Schwimmbaden, Trinkbrunnen, Mineralbrunnen, Zierbrunnen	3516505	5407937	221,70	221,70	223,08 ^a	223,67	223,33	11	6,7	8,8	ku	41,0	37-41	184,7- 180,7	
Lauzequelle	Stadt Stuttgart	Mineralbad Leuze	Freibaden, Trinkbrunnen	3515596	5406728	219,10	219,40	222,57	223,95	223,28	ca. 50,0	33,7 32,0 ^b	36,0	mo	37,0	32,5-37	181,9- 177,4	
Heilquelle	Stadt Stuttgart	Mineralbad Leuze	Halbbrunnen, Freibaden, Trinkbrunnen u. Baderwasen	3515677	5406843	219,30 219,71 ^c	219,24 220,04 ^b	222,30	223,66	223,23	200 ^a 230,0 ^b	38,7 30-32,5 ^b	34,6	mo	37,7	33,6-37,5	185,6- 181,7	
Veitquelle	Stadt Stuttgart	Stadt Stuttgart	Trinkbrunnen, Zierbrunnen	3516165	5406820	219,30	219,30 217,56 ^c	220,40	221,41	221,08	2,0	0,4	3	ku	28,5	23,65-26,40	184,4- 191,9	
Berg-Quellen ^d	Mineralbad Berg AG	Mineralbad Berg	Baderwasen, Trinkbrunnen, Halbbrunnen, Freibaden	3515210	5406508	224,31							insgesamt 54,5					
Berg, Südquelle				3515210	5406508	224,31	224,21 ^c		224,98 225,05 ^b	31,3			mo	61,3	35-60,6	189,3-184,0		
Berg, Urquelle				3515204	5406914	224,31	224,80			4,8			mo	43,6	32,4-41,8	182,4- 183,0		
Berg, Westquelle				3515216	5406549	224,31	224,90			6,7			ku + mo	66,9	38-56,2	188,9- 168,7		
Berg, Ostquelle				3515232	5406520	224,31	224,80			5,0			mo	62,0	33-42,2	191,6-182,8		
Berg, Mittelquelle				3515219	5406528	224,31	223,50 ^c		225,13	10,7			ku + mo	61,4	33,8-61,3	189,7- 160,9		
Thermaleis ^e (Hofstr. Seyffer-Quelle)			Baderwasen, Trinkbrunnen	3516730	5408714		220,08						0,8	s	477	172,5-217,5 312,5-447,8	47,6-2,6 -82,4 227,4	
Kellerbrunnen (alt)	Stadt Stuttgart	Stadt Stuttgart	Zierbrunnen, Trinkbr. (kup.)	3515818	5407875	217,80	223,71	223,66	223,70	223,66	12	0,8	11,2	mo	37,6	35-37,8	188,7- 186,1	
Kellerbrunnen (neu)	Stadt Stuttgart	Mineralbad Cannstatt	Mineralbad	3515819	5407675	217,80	223,71	223,70	223,71	223,71	19	7,1	8,3	mo	53,6	49-58,6	174,7- 170,1	

3.8 Gewässer

Die Oberflächenentwässerung erfolgt im Bereich der Stuttgarter Bucht über das Flussgebiet des Neckars (Oberflächengewässer I. Ordnung), der im Gebiet des Projektes Stuttgart 21 Bundeswasserstraße ist. Er weist nach LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1994) einen naturfemen Zustand auf und hat die Gewässergüte II bis III/kritisch (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 1998).

Im Bereich des PFA 1.1 erfolgt die Oberflächenentwässerung über die fluviatilen quartären Sedimente des Nesenbaches. Dieser durchquert das Innenstadtgebiet von Stuttgart etwa von Südwesten nach Nordosten. Die Quellgebiete des Nesenbaches liegen im südwestlichen Stadtbereich von Stuttgart, im Dachswald bzw. im Kaltental am Filderland.

Im Innenstadtgebiet ist der Nesenbach weitgehend kanalisiert bzw. verdolt und wird dort als Mischwasserkanal genutzt. Sein Verlauf wird etwa durch den Mittleren und Unteren Schloßgarten nachgezeichnet. Aufgrund seines technischen Verbaus kommt dem Nesenbach im Innenstadtgebiet keine natürliche Vorflutfunktion mehr zu. Angaben zur Gewässergüte sowie zu den Abflussverhältnissen liegen nicht vor.

Im Bereich des Hauptbahnhofes münden aus nördlicher bis nordwestlicher Richtung der Vogelsang- bzw. Falkert- und der Koppentalbach in den Nesenbach. Auf Höhe des Unteren Schloßgartens mündet des Weiteren der Störzelbach aus nordwestlicher Richtung ein. Die genannten Gewässer sind ebenfalls verdolt oder kanalisiert und werden zusammen mit anderen Wässern in Mischwasserkanälen (z. B. Hauptsammler West) geführt.

Im Untersuchungsraum befinden sich mehrere Stillgewässer, von denen nur zwei dem Bereich des PFA 1.1 zuzuordnen sind. Ein Stillgewässer liegt ca. 300 m südlich des Hauptbahnhofes im Oberen Schloßgarten. Das Gewässer hat eine Ufer- und Sohlbefestigung und ist daher als naturfem einzustufen. Ein zweites Stillgewässer befindet sich im Mittleren Schloßgarten, ca. 500 m nordöstlich des Hauptbahnhofes. Das Gewässer ist künstlich angelegt, unbefestigt und weist überwiegend eine naturnahe Ufervegetation auf.

3.9 Altlasten

Der Kenntnisstand über Altablagerungen, Altstandorte und Schadensfälle von Boden und Grundwasser im PFA 1.1 basiert auf:

- der Auswertung der flächendeckenden Historischen Erhebung sowie der Schadensfall-Listen des Amtes für Umweltschutz der Stadt Stuttgart, Stand: 1998
- den Erkundungsergebnissen des 1. bis 4. EKP
- der Historischen Erkundung in den Bereichen A1, A2 und A3 des Städtebauprojektes Stuttgart 21
- der technischen Erkundung des im PFA 1.1 liegenden Bereiches A1 des Städtebauprojektes Stuttgart 21 (orientierende und Detailerkundung sowie ergänzende Detailerkundung (Stufe I)), Stand: 1998

Auf der Grundlage dieses Kenntnisstandes erfolgt durch die geplanten Baumaßnahmen ein Eingriff in 2 Altablagerungen und 3 Altstandorte (s. Tabelle 3/3). Darüberhinaus liegen im Einflussbereich der Baumaßnahmen (Absenkungsfeld) mehrere (teilweise sanierte) Grundwasserschadensfälle, die Auswirkungen auf die Schadstoffverteilung im Baufeld haben können.

Tab. 3/3: Altablagerungen und Altstandorte, die im Zuge der geplanten Baumaßnahmen im PFA 1.1 betroffen sind

Zuordnungs-Nr. ¹⁾ bzw. Bez.-Kürzel	Bezeichnung der Fläche	Lage zur Bezugstrasse		umweltrelevante Sachverhalte ²⁾	Bemerkungen ³⁾
		Bezugstrasse ⁴⁾	Bau-km (ca.) bzw. Tellbaugrube		
00001 /a/ (AA)	AA Auffüllung Bahngelände	DBT	- 0.1 - 00.0 bis +0.1+00.0	Ablagerung: künstliche Auffüllungen in bis zu 11,8 m Tiefe im nördlichen Bereich: Lehm, Steine, Ziegelreste, Mergelschutt; künstliche Auffüllungen von 8,2 m in bis zu 11,65 m Tiefe im mittleren Bereich: Lehm, Steine, Bauschutt, Schotter, Schlacken, Ziegelbrocken Ablagerungszeitraum 1963	BN: 0, HB: B
00013 /a/ (AA)	AA Seen Mittlerer Schloßgarten, Geländeauffüllung	DBT	+0.1+00.0 bis +0.1+50.0	Ablagerung: verunreinigter und unbelasteter Bauschutt Ablagerungszeitraum: 1945 bis 1953	BN: 0, HB: B
0240 /a/ (AS)	AS Jägerstr. 24	DBT	- 0.4 - 50.0 bis - 0.3 - 90.0	Nutzungen: Graphische Kunstanstalt (1948 bis 1953), Metallwarenfabrik (1953), Druckerel (1955 bis 1963), Pumpenfabrik (1958)	BN: 0, HB: B

Zuordnungs-Nr. ¹⁾ bzw. Bez.-Kürzel	Bezeichnung der Fläche	Lage zur Bezugsstrasse		umweltrelevante Sachverhalte ²⁾	Bemerkungen ³⁾
		Bezugsstrasse ⁴⁾	Bau-km (ca.) bzw. Tellbaugrube		
00302 /a/ (AS)	AS Willy-Brandl-Str. 25	SHS	8.4c, 8.5c	Nutzungen: Teppichreinigungsanstalt (1935-1946)	BN: 0, HB: B
H 13 /c/	wesliche und Teil der nördl. Straßenselle der Wagenladungsstraße	SHN	603-3,5	Nutzungen: Teerverladerampe (ca. 1915), B0ro- und Lagergebäude diverser Speditoren (ca. 1940 bis ca. 1970), Parkflächen (k.A. – heute), Diesel-Tankanlage (bis Ende der 60er Jahre), Abspannwerk (seit Mitte der 70-er Jahre) Bodenbelastungen im Bereich der ehem. Diesel-Tankanlage: MKW max. 4452 mg/kg TS (1,0 m u. GOK), BTEX max. 14,47 mg/kg TS (1,0 m u. GOK) [IGI NIEDERMEYER INSTITUTE, 1998]	BN: 1, HB: E1-3

Legende:

- ¹⁾:
 Bezeichnung nach:
 /a/: Flächendeckende Historische Erhebung der Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz
 /b/: Schadensfallrisiken der Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz
 /c/: Historische Erkundung freierwerdender Flächen im Bereich Hauptbahnhof, Abstellbahnhof und Nordbahnhof, IGI Niedermeyer Institute 1995
 AA: Altablagerung
 AS: Altstandort
- ²⁾:
 MKW: Mineralölkohlenwasserstoffe
 BTEX: leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe
 GDK: Geländeoberkanle
 k.A.: keine Angabe
 TS: Trockensubstanz
- ³⁾:
 HB: Handlungsbedarf (B: Belassen zur Wiedervorfage, E: Erkundung bis zum nächsthöheren Beweismiveau, E_{1,2}: Orientierende Erkundung, E_{1,3}: Orientierende und Nähere Erkundung, E_{2,3}: Nähere Erkundung) gem. Atlanten-Handbuch Baden-Württemberg (1988)
 BN: Beweismiveau (0: Historische Erhebung, 1: erweiterte Historische Erhebung, 2: orientierende bzw. Indikative Erkundung, 3: nähere bzw. Gesamterkundung) gem. Atlanten-Handbuch Baden-Württemberg (1988)
- ⁴⁾:
 DBT: DB-Tunnel (mit Trogbauwerk Bahnhofshalle)
 SHS: Stadtbahn Haltestelle Staatsgalerie
 SHN: Stadtbahn Heilbronner Straße

Im Hinblick auf die Schadstoffbelastung des Grundwassers sind v.a. die in allen Grundwasserleitern vorliegenden Belastungen mit leichtflüchtigen, halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) hervorzuheben, wobei die häufigsten Überschreitungen des P-W-Wertes (10 µg/l) in den Grundwasservorkommen des Bochinger Horizontes mit Konzentrationen bis zu 33,5 µg/l ermittelt wurden. In Proben, die 1995 aus zwei städtischen Messstellen sowie in der BK 11/131 entnommen wurden, wurden mit Konzentrationen zwischen 79 µg/l, 380 µg/l und 334 µg/l noch höhere Belastungen mit LHKW nachgewiesen. Belastungen des Grundwassers

mit MKW wurden nur in wenigen Bohrungen bzw. Grundwassermessstellen, vorwiegend in den Grundwasservorkommen der quartären Talfüllung und des Bochinger Horizontes festgestellt. Hierbei ist jedoch eine sehr hohe MKW-Belastung im Bereich der geplanten Baustelleneinrichtungsfläche BE 15, ca. 10 m vom Düker Nesenbach entfernt, mit einer maximal ermittelten Konzentration von 2,2 mg/l hervorzuheben. Der P-W-Wert von 0,05 mg/l ist hier um ein Vielfaches überschritten. Belastungen des Grundwassers mit BTEX sind von untergeordneter Bedeutung. Von allen untersuchten Grundwasserproben wurden in 11 Proben Überschreitungen des P-W-Wertes (10 µg/l) um das bis zu 13-fache nachgewiesen, wobei die höchsten Belastungen in den Dunkelroten Mergeln festgestellt wurden.

In den Grundwasservorkommen der tieferen Grundwasserleiter (Grenzdolomit, Lettenkeuper, Oberer Muschelkalk), waren nur geringfügige Belastungen mit LHKW, BTEX und MKW festzustellen. Für MKW und BTEX wurden die jeweiligen P-W-Werte in keiner der aus diesen Grundwasserleitern entnommenen Proben überschritten. Für LHKW wurden mit 22,4 µg/l (Oberer Muschelkalk) und 12,2 µg/l (Lettenkeuper) nur 2 Überschreitungen des P-W-Wertes (10 µg/l) ermittelt, wobei die entsprechenden Messstellen jedoch deutlich außerhalb des zum PFA 1.1 gehörenden Bereiches liegen.

Detaillierte Angaben zur Schadstoffbelastungssituation in den verschiedenen Grundwasserleitern sind dem Teil 3 (Wasserwirtschaft), Kap. 2.3 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1 zu entnehmen.

4 Eingriffe durch bauliche Anlagen (Bauzeit und Betrieb) und deren hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Auswirkungen

4.1 Grundwasservorkommen

Die Gesamtbaumaßnahme im Planfeststellungsabschnitt 1.1 erstreckt sich über einen Zeitraum von ca. 6,5 Jahren, wobei sich aus bauleistungs- und bautechnischen Zwängen heraus während der Bauzeit eine Untergliederung der Einzelbaumaßnahme in zahlreiche Bauabschnitte (Teilbaugruben) ergibt, die entsprechend der Bautaktplanung zeitlich gestaffelt sind bzw. teilweise zeitgleich zur Ausführung kommen (Bauschritte 1 bis 12, siehe Anlage 2.1 zum Anhang).

Die sich im Zuge der Baumaßnahmen ergebenden Eingriffe in die Grundwasservorkommen und die Gewässer und die damit verbundenen wasserrechtlichen Tatbestände bzw. Nutzungen bezüglich Grundwasser und bauzeitlich in den Baugruben anfallender Niederschlagswässer im Sinne des § 3 WHG sind im Anhang der vorliegenden Anlage 20.1 aufgeführt. Dabei wurden einzelne Bauwerksbereiche, die aufgrund der Planung sowie des Bauablaufs und der Bauausführung in enger Wechselwirkung zueinander stehen, zusammengefasst und hydrogeologisch/wasserwirtschaftlich beurteilt.

Die im Anhang aufgeführten Aussagen zu den Eingriffen und Auswirkungen der bauzeitlichen Wasserhaltung auf die Grundwasservorkommen beziehen sich auf die jeweiligen Einzelbaumaßnahmen bzw. Maßnahmenkomplexe, wobei die positiven Wechselwirkungen der zeitversetzten Öffnung von Bauabschnitten bzw. Teilbaugruben, die eine Reduzierung der Wasserandrangsmengen für die einzelnen Bauwerke in den einzelnen Bauschritten hervorrufen, sowie weitere Maßnahmen zur Minimierung der Eingriffe (bauzeitliche Infiltration) Berücksichtigung fanden.

Die bei der Erläuterung der wasserwirtschaftlichen Auswirkungen (siehe Anhang zur Anlage 20.1) einzelner Baumaßnahmen im Detail beschriebenen, vorgesehenen Stützungsmaßnahmen im direkt beanspruchten Grundwasserkörper (Grundwasserinfiltration in das obere Grundwasserstockwerk, q/km^1BH - bzw. talrandlich km^1DRM/BB -Aquifer) als Teil eines zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements entsprechen den Forderungen der raumordnerischen Beurteilung und dienen der Minimierung des Mineralwasseraufstiegs und der Absenkerreichweiten im Hinblick auf den Grundwasserhaushalt im Nesen-

bachtal und dem Schutz des Mineral- und Heilwasservorkommens von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg unter Berücksichtigung der vorhandenen Bebauung und bestehender Nutzungen im Nahbereich der Baumaßnahmen. Zur Abgrenzung und Beurteilung der Eingriffe in die Grundwasservorkommen und deren Auswirkungen auf die Grund-, Heil- und Mineralwasservorkommen sowie auf die Heil- und Mineralquellen wurde ein numerisches 3D-Grundwasserströmungsmodell erarbeitet, geeicht und verifiziert. Dieses Grundwasserströmungsmodell ermöglicht die Simulation der verschiedenen Bauzustände in den 6,5 Jahren Bauzeit und die Prognose der Auswirkungen dieser Baumaßnahmen. Des Weiteren ermöglichte dieses numerische Modell die Optimierung der bauzeitlichen Infiltrationsmaßnahmen, um die Auswirkungen soweit wie möglich zu reduzieren. Die Dokumentation des numerischen Modells, der damit durchgeführten Prognoserechnungen der verschiedenen Baumaßnahmen und zugrundegelegten Szenarien sowie der verschiedenen Optimierungen ist in Anhang 1 des Teils 3 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1 enthalten.

Die Infiltrationsmaßnahmen werden im Rahmen des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements (Infiltrationssystem) so gesteuert, dass die anhand der im Teil 3 (Wasserwirtschaft) der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1 ausführlich dargestellten, wasserwirtschaftlich vertretbaren Absenkungen in den einzelnen Grundwasserstockwerken zum Schutz des Mineral- und Heilwasservorkommens eingehalten bzw. möglichst noch minimiert werden. Die Realisierbarkeit und die Wirksamkeit der bauzeitlichen Infiltrationsmaßnahmen wurden durch entsprechende hydraulische Tests in Brunnen und Grundwassermessstellen sowie durch numerische Simulation mit dem Grundwasserströmungsmodell unterlegt und sind in o.g. Stellungnahme dokumentiert.

Das zentrale Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement bildet ein Gesamtkonzept zur bauzeitlichen Wasserfassung, -aufbereitung und -verbringung für die in offenen Baugruben im PFA 1.1 anfallenden Wässer und umfasst ein System aus: Druckrohrleitungen, mechanische (Rückhalte-/Absetzbecken) und chemisch/physikalische (Filter, Abscheider, Stripanlagen) Aufbereitungsanlagen (getrennt nach Infiltrations- und Überschusssystem), zentraler Pumpstation, ca. 50 Infiltrationsbrunnen (einschl. ku2GD-Notvariante) und zusätzliche Steuerungs-/Warnwertpegel sowie entsprechende Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik mit zentralem Leitstand. Nähere Einzelheiten zur Konzeption können dem Anhang: Wasserrechtliche Tatbestände (Kap. 1.3) sowie Teil 3 (Wasserwirtschaft) der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1 (Anhang 2) entnommen werden.

Auf Grundlage der mittels des numerischen Grundwasserströmungsmodells durchgeführten Prognoseberechnungen (2. Optimierung Infiltrationskonzept), die auf Basis der aktuellen Bautaktplanung (Stand:

26.02.99, siehe Anlagen 1 bis 3 zum Anhang) durchgeführt wurden, lässt sich zusammenfassend für die Wasserhaltung im Planfeststellungsabschnitt 1.1 unter Berücksichtigung von Infiltrationsmaßnahmen im oberen Grundwasservorkommen eine instationäre Erstwasserandrangsrate für alle geöffneten Teilbaugruben der betreffenden Bauschritte 1 bis 11 mit offener Wasserhaltung zwischen mindestens 0,6 l/s und max. 41,0 l/s angeben, sowie eine mittelfristige Wasserandrangsrate für den (quasi)stationären Zustand gegen Bauschrittende von 0,9 l/s bis 24,7 l/s. Der höchste Erstwasserandrang entfällt auf den ersten Bauabschnitt 1a, das (quasi)stationäre Maximum dagegen auf Bauschritt 1b. Ab Bauschritt 4 bis 11 nehmen die Wasserandrangsraten insgesamt deutlich ab, das Maximum (18,3 bzw. 16,3 l/s) wird in dieser Phase in Bauschritt 7 während der gleichzeitigen Öffnung von Teilbaugruben des DB-Tunnels und der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie erreicht. In diesem Baustadium wird sowohl über Infiltrationsbrunnen als auch die Sohlfiler bereits teilfertiggestellter Baugruben in den Grundwasserkörper infiltriert. Die geschätzte Gesamtförderung an Grundwasser im PFA 1.1 beträgt über die Bauschritte 1 bis 11 rd. 2,63 Mio m³ (durchschnittliche Entnahmerate ca. 15,2 l/s), wovon im Mittel rd. 85 % des Grundwassers wieder zur Infiltration gelangt. Die überschüssige Grundwassermenge (= effektive Grundwasserentnahme) beläuft sich auf ca. 0,37 Mio m³ (durchschnittliche Entnahmerate von ca. 2,1 l/s). In einzelnen Bauabschnitten (4, 5, 8, 10 und 11) übersteigt der Bedarf an Infiltrationswasser allerdings zeitweise die Fördermengen, d.h. es tritt ein Unterschuss auf, der ggf. durch Trinkwasserbeileitung gedeckt werden muss. Wie die Modellprognosen zeigen, werden sich die ursprünglichen Grundwasserspiegelverhältnisse bereits gegen Ende Bauschritt 11 in etwa wieder eingestellt haben.

Auswirkungen einer erhöhten vertikalen Durchlässigkeit des Grundgipses und der Grünen Mergel im Bereich der Bohrung BK 11/1 GM auf die Heil- und Mineralquellen sind nach den numerischen Untersuchungen nicht zu erwarten, da der Druckspiegel des ku2 nur um rd. 1,0 m m unterschritten wird. Sollten sich wider Erwarten doch stärkere Auswirkungen ergeben, so werden entsprechende Maßnahmen der abgestimmten Handlungskonzepte für Problemszenarien (Teil 4 der o.g. Stellungnahme zum PFA 1.1) umgesetzt.

Die in den einzelnen Bauschritten in den offenen Baugruben anfallenden, analytisch berechneten Regenabflüsse sind in Anlage 2.2 zum Anhang Wasserrechtliche Tatbestände dargestellt. Es zeigt sich, dass bei r₁₅-Starkregenereignissen der Jährlichkeit n = 1 (Bemessungsfall) Gesamtabflüsse zwischen 10,1 l/s und 507,9 l/s auftreten können, wobei der Hauptanteil auf Baugruben des DB-Tunnels (vor allem in den mittleren Bauschritten) entfällt. Die durchschnittlich pro Bauschritt in den offenen Teilbaugruben anfallenden Niederschlagsmengen (mittlere Niederschlagshöhe: ca. 700 mm/a) liegen i.d.R. deutlich unter 1 l/s und machen bei einer Gesamtmenge von ca. 110 Tm³ über die Bauzeit nur ca. 4 % der anfallenden Grundwassermenge aus. Bei Niederschlagsereignissen, die im Bereich des Nesenbachtals übliche Bemessungsregenspen-

de (1jährliches Niederschlagsereignis Q_{10}) übersteigen, kann es zu einem kurzfristigen Rückstau oder Überstau an den im Bereich des Neuenbachtals bestehenden Entwässerungseinrichtungen kommen. Dieses Niederschlagswasser erfordert daher zusammen mit Überschusswasser aus der Infiltration (nicht infiltrierbares Grundwasser aus den offenen Baugruben) nach Vorbehandlung und Reinigung eine Ableitung in den Vorfluter (Überschusswassersystem), die über eine bauzeitliche Entwässerungsleitung (DN 200, zeitweilige Ablafrate beschränkt auf max. 50 l/s) zum Neckar bewerkstelligt wird. Die durchschnittliche Ablafrate kann über die Standzeit mit ca. 2 bis 3 l/s veranschlagt werden. Falls die Kapazitäten der Fassungs-/Behandlungsanlagen oder Rohrleitungen bzw. die wasserrechtlich genehmigten Einleitungsmengen in den Neckar bei Starkregenereignissen über der v.g. Bemessungsspende überschritten werden, erfolgt ein kurzzeitiger Einstau von Teilbaugruben oder ein Überleiten in teilfertiggestellte Nachbargruben.

Detaillierte bauwerksspezifische Angaben zu den Andrangs- und Infiltrationsmengen, den Regenabflüssen sowie den Einleitungskriterien können dem Anhang Wasserrechtliche Tatbestände zur vorliegenden Anlage 20.1 entnommen werden.

4.2 Grundwassernutzungen

Nachfolgend werden die Auswirkungen der im Anhang zur vorliegenden Anlage 20.1 aufgeführten Eingriffe in Grundwasservorkommen und der damit verbundenen wasserrechtlichen Tatbestände auf die bestehenden Grundwassernutzungen (vgl. Kap. 3.6) im Umfeld der Baumaßnahmen beschrieben. Dabei wird der Übersichtlichkeit halber die im Anhang zur Anlage 20.1 vorgenommene Zusammenfassung von Baumaßnahmen nach Bauwerkseinheiten beibehalten und den jeweils relevanten, bestehenden Grundwassernutzungen zugeordnet. Grundsätzlich ist bei allen im Einflussbereich der Baumaßnahmen gelegenen Grundwassernutzungen während der Bauzeit eine Beweissicherung vorzunehmen und ggf. Ersatzwasserversorgungen zu schaffen.

**Grundwassernutzungen im Bereich:
DB-Tunnel mit Trogkonstruktion Bahnhofshalle einschließlich Rettungs-
zufahrt Nord, Kanal Jägerstraße, Umbau S-Bahn-Tunnel,
Sammler Willy-Brandt-Straße, Versorgungstunnel und Schwall-
bauwerke Nord/Süd**

Der im unmittelbaren Umfeld des DB-Tunnels (Nordkopf) gelegene, u.a. in den Dunkelroten Mergeln und im Bochinger Horizont verfilterte Notbrunnen DB (vgl. Tab. 3/1, Anlage 20.2.1) wird bauzeitlich voraussichtlich deutlich quantitativ durch die Bauwasserhaltung beeinflusst (Absenkung des Brunnenwasserstandes um ≤ 5 m). Da der Notbrunnen mittlerweile verschlossen ist und nicht mehr genutzt wird, ergeben sich daraus jedoch keine nutzungsrelevanten Tatbestände. Der ebenfalls im Nahbereich gelegene, noch genutzte Notbrunnen B+B wird ebenfalls quantitativ beeinflusst, wobei die Wasserstandsabsenkungen aufgrund seiner Verfilterung in den Grundgipsschichten bis Lettenkeuper deutlich geringer ausfallen werden (voraussichtlich < 2 m). Die im PFA 1.1 geplante Grundwasserinfiltration (vgl. Anhang Wasserrechtliche Tatbestände: Bauwerk 2) wirkt sich jedoch im Umfeld der genannten Brunnen stützend aus, so dass die Auswirkungen minimiert werden. Die in ca. 100 bis 200 m Entfernung zur Baumaßnahme gelegenen Notbrunnen 1 und 2 (verfiltert im Gips- bis Lettenkeuper) werden voraussichtlich bauzeitlich ebenfalls quantitativ beeinträchtigt, wobei sich die Grundwasserabsenkungen im PFA 1.1 auf den näher zum Tunnelbauwerk gelegenen Notbrunnen 1 deutlicher auswirken als auf den Notbrunnen 2. Durch die vorgesehenen Stützungsmaßnahmen werden die Auswirkungen ebenfalls minimiert und dürften in einer Größenordnung von < 2 m Absenkung liegen. Auch der ca. 500 m oberstromig gelegene Brunnen Mertz wird (unter Stützung des oberen Grundwasserstockwerkes) bauzeitlich voraussichtlich noch quantitativ beeinträchtigt, ohne dass hiermit jedoch eine Nutzungsbeschränkung verbunden sein wird (Absenkung < 1 m).

Die bauzeitlichen Auswirkungen erstrecken sich für die o.g. Nutzungen über einen Zeitraum von ca. 4 bis 5 Jahren.

Qualitative Beeinträchtigungen der genannten Brunnen sind bauzeitlich voraussichtlich durch eine zunehmende Mineralisierung (u.a. erhöhte Leitfähigkeit, Sulfatgehalt) des zuströmenden Grundwassers im Zuge der Grundwasserabsenkungen zu erwarten, die durch die geplanten Stützungsmaßnahmen nur teilweise ausgeglichen werden können. Des Weiteren kann durch Zustrom von mit Schadstoffen belasteten Wässern aus dem Bereich des Absenkungsfeldes eine qualitative Beeinträchtigung der genannten Grundwassernutzungen hervorgerufen werden. Die überwiegend unterstromig zu den Baumaßnahmen im PFA 1.1 gelegenen Notbrunnen 1 und 2 können nach Abschluss der Wasserhaltungsmaßnahmen in umliegenden Teilbaugruben kurzzeitig qualitativ durch belastete, aus dem Bauwerksbereich nachströmende Grundwässer (z.B. durch Betonierungseinflüsse) beeinträchtigt werden. Auswirkungen auf weitere im Untersuchungsraum gelegene Not- bzw. Privatbrunnen sind aufgrund ihres Ausbaus ausschließlich in tieferen Grundwasserstock-

werken (ku, mo) bzw. ihrer Entfernung zur Baumaßnahme nicht zu erwarten.

Die im Einflussbereich der Baumaßnahme vorhandenen Absenkbrunnen (Grundwassersanierungen, Entwässerungen etc.) und Dränagen im Quartär und Gipskeuper (Iduna, SKV, Zeppelin-Carrée) werden bauzeitlich z.T. deutlich quantitativ beeinflusst, was als Beeinträchtigung ihrer Funktion anzusehen ist. Des Weiteren sind qualitative Beeinträchtigungen durch eine zunehmende Mineralisierung der geförderten Wässer und ggf. durch Zustrom von mit Schadstoffen belasteten Wässern im Bereich des Absenkungsfeldes gelegenen Altlastenflächen (vgl. Kap. 3.1) sowie durch Veränderungen des Grundwasserchemismus im Rahmen der Infiltrationsmaßnahmen zu erwarten bzw. nicht auszuschließen.

Die möglichen quantitativen und qualitativen Auswirkungen der Baumaßnahme auf die o.g. Grundwassernutzungen werden im Rahmen des für das Projekt Stuttgart 21 erstellten Beweissicherungsprogrammes detailliert erfasst.

Nach Abschluss der bauzeitlichen Wasserhaltung und unter Berücksichtigung der geplanten Kompensationsmaßnahmen für den DB-Tunnel bzw. -Trog (Umläufigkeitssysteme, Grundwassersperrungen) sind keine dauerhaften Beeinträchtigungen der o.g. Brunnen und sonstigen Grundwassernutzungen zu erwarten.

Grundwassernutzungen im Bereich: Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße

Die im Zusammenhang mit dem DB-Tunnel gemachten Angaben zu Auswirkungen der Bauwasserhaltung auf Grundwassernutzungen können weitgehend auch auf die Stadtbahnverlegung Heilbronner Straße übertragen werden, wobei die Auswirkungen auf die unterstromig gelegenen Notbrunnen 1 und 2 aufgrund der größeren Entfernung hier insgesamt als geringer zu bewerten sind. Eine deutliche quantitative Beeinflussung des (mittlerweile nicht mehr genutzten) Notbrunnens DB ist durch die offene Wasserhaltung im Bereich des ca. 50 bis 100 m entfernten Abzweigbauwerkes (Bauabschnitt 4) zu erwarten. Die im PFA 1.1 geplanten Infiltrationsmaßnahmen (vgl. Anhang: Wasserrechtliche Tatbestände, Bauwerk 3) wirken sich im Umfeld des Brunnens jedoch deutlich absenkungsminimierend aus (Absenkung ≤ 5 m). Die quantitativen Beeinträchtigungen des Notbrunnens B+B sind aufgrund seiner Verfilterung in tieferen Grundwasserstockwerken grundsätzlich geringer zu bewerten.

Bauzeitliche qualitative Beeinträchtigungen der genannten Brunnen sind durch eine zunehmende Mineralisierung des zuströmenden Grundwassers sowie durch die Gefahr eines Schadstoffeintrages durch belastete Grundwässer im Anstromgebiet der Brunnen zu erwarten. Nach Abschluss der Wasserhaltungsmaßnahmen kann es zu kurzzeitigen quali-

tativen Beeinträchtigungen durch aus dem Bauwerksbereich nachströmende belastete Grundwässer (z.B. durch Betonierungseinflüsse) kommen.

Des Weiteren ist auch mit einer Grundwasserstützung eine deutliche quantitative Beeinflussung der bestehenden, v.g. Grundwasserabsenkungen und Dränagen im Einflussbereich der Baumaßnahmen wahrscheinlich, diese ist als Beeinträchtigung ihrer Funktion anzusehen. Die für den DB-Tunnel gemachten Angaben zu quantitativen und qualitativen Auswirkungen gelten entsprechend für die Stadtbahnverlegung.

Dauerhafte Auswirkungen der Baumaßnahme auf die genannten Not- und Privatbrunnen sowie sonstigen Nutzungen sind nicht zu erwarten, da die wesentlichen Grundwassereingriffsbereiche (Abzweigbauwerke) mit einem Umläufigkeitssystem ausgestattet werden.

**Grundwassernutzungen im Bereich:
Verlegung Stadtbahn Haltestelle Staatsgalerie einschließlich Abbruch alte Haltestelle Staatsgalerie und Verlängerung Unterfahung Gebhard-Müller-Platz**

Eine unmittelbare Beeinflussung der in weiterer Entfernung zur geplanten Baumaßnahme gelegenen Not- bzw. Privatbrunnen ist nicht zu erwarten.

Die im Einflussbereich der Baumaßnahmen vorhandenen Absenkbrunnen und Dränagen im Quartär und Gipskeuper werden bei Stützung des Grundwasserkörpers bauzeitlich quantitativ beeinflusst. Die für den DB-Tunnel gemachten Angaben zu quantitativen und qualitativen Auswirkungen gelten entsprechend für die Stadtbahnverlegung.

Dauerhafte Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die vorhandenen Not- und Privatbrunnen sowie sonstigen Grundwassernutzungen sind nicht zu erwarten, da alle relevanten Bauwerksabschnitte mit Grundwasserumlaufsystemen und -sperrern ausgestattet werden.

**Grundwassernutzungen im Bereich:
Düker Hauptsammler West einschließlich Medienkanal K.-G.-Kiesinger Platz, Fernheizkanal Heilbronner Straße, Kanal Heilbronner Straße und Kanal Lautenschlagerstraße**

Durch diese Folgebaumaßnahmen sind auch bei Stützung des Grundwasserkörpers bauzeitliche quantitative Beeinträchtigungen des im Gipskeuper verfilterten Notbrunnens 1 zu erwarten, der nur ca. 50 m unterstromig des Unterhauptes liegt (Absenkungen bis max. 2 m). Quantitative Beeinträchtigungen des Notbrunnens 2 sind unter Berücksichtigung der vorgesehenen Stützungsmaßnahmen voraussichtlich nicht zu erwarten. Bauzeitliche qualitative Beeinträchtigungen sind durch eine

zunehmende Mineralisierung des zuströmenden Grundwassers sowie durch die Gefahr eines Schadstoffeintrags durch belastete Grundwässer im Anstromgebiet der Brunnen zu erwarten.

Eine dauerhafte Beeinträchtigung der genannten Grundwassernutzungen ist aufgrund der geringen Eingriffslänge und der Lage der Bauwerke überwiegend in Grundwasserabstrom-Richtung nicht zu erwarten.

**Grundwassernutzungen im Bereich:
Düker Cannstatter Straße einschließlich Medienkanal Mittlerer
Schloßgarten**

Im weiteren Umfeld der Baumaßnahmen für den Düker Cannstatter Straße und den Medienkanal Schloßgarten sind keine Grundwassernutzungen vorhanden, die durch die Baumaßnahme beeinträchtigt werden können. Weder bauzeitlich noch dauerhaft sind quantitative oder qualitative Auswirkungen auf die vorhandenen Grundwassernutzungen zu erwarten.

**Grundwassernutzungen im Bereich:
Düker Nesenbach**

Aufgrund des bergmännischen Vortriebs des Dükers Nesenbach vorwiegend unter Druckluftbedingungen und des weitgehenden Verzichts auf eine offene Wasserhaltung im Bereich Oberhaupt ohne direkten Eingriff in den Lettenkeuper sind wasserwirtschaftliche Auswirkungen (bauzeitlich und dauerhaft) auf Not- und Privatbrunnen sowie sonstige Grundwassernutzungen im Nesenbachtal nicht zu erwarten.

**Grundwassernutzungen im Bereich:
Umbau Bonatzgebäude, Tiefgarage nördliches Bahnhofgebäude,
Technikgebäude**

Die Grundwasserhaltungsmaßnahmen für das unterirdische Technikgebäude wird voraussichtlich durch die Grundwasserabsenkungen im Bereich der Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße und DB-Tunnel Bereich Bahnhofshalle abgedeckt (vgl. Anhang). Somit erfolgen durch die o.g. relativ flachgründigen Baumaßnahmen keine über die aus diesen Bauabschnitten resultierenden Auswirkungen hinausgehenden Beeinträchtigungen umliegender Grundwassernutzungen. Durch den (im Bauakt) gesonderten Bau der Tiefgarage ist auch bei Versickerungsmaßnahmen bauzeitlich eine deutliche quantitative und qualitative Beeinträchtigung der Notbrunnen 1 und 2 zu erwarten (Absenkungen bis zu ca. 2 m).

Eine dauerhafte Beeinträchtigung der Grundwassernutzungen ist aufgrund der für die Gebäude sowie die umliegenden Tunnel-Bauwerke geplanten Umläufigkeitssysteme nicht gegeben.

4.3 Mineral- und Heilwasservorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg

Allgemeines

Die Baumaßnahmen im Planfeststellungsabschnitt 1.1 finden überwiegend in der Innenzone des vorläufig abgegrenzten Heilquellenschutzgebietes von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg statt (RP Stuttgart: Entwurf der Verordnung zum Schutz der staatlich anerkannten Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg, Stand Juni 2001). Nur einige wenige Baumaßnahmen wie z.B. das Oberhaupt des Dükers Nesenbach kommen in der Kernzone zu liegen.

Nachfolgend werden die Auswirkungen der im Anhang zur vorliegenden Anlage 20.1 aufgeführten Eingriffe in Grundwasservorkommen und der damit verbundenen wasserrechtlichen Tatbestände auf das Mineral- und Heilwasservorkommen beschrieben. Dabei wird der Übersichtlichkeit halber die im Anhang zur Anlage 20.1 vorgenommene Zusammenfassung von Baumaßnahmen beibehalten. Grundsätzlich ist im Rahmen des Projektes Stuttgart 21 ein auf den höchstmöglichen Schutz der Mineral- und Heilquellen abgestimmtes Grundwassermanagement und baubegleitendes Beweissicherungsprogramm vorgesehen.

DB-Tunnel mit Trogkonstruktion Bahnhofshalle einschließlich Rettungszufahrt Nord, Kanal Jägerstraße, Umbau S-Bahn-Tunnel, Sammler Willy-Brandt-Straße, Versorgungstunnel und Schwallbauwerke Nord/Süd

Durch die bauzeitlichen Grundwasserabsenkungen im Quartär und Gipskeuper kommt es bauzeitlich zu einer Potenzialumkehr zwischen dem obersten Grundwasserstockwerk und dem gespannten Grundwasser im Lettenkeuper und Oberen Muschelkalk im Zustrombereich der Mineral- und Heilquellen von Stuttgart - Bad Cannstatt und -Berg. Ein räumlich und mengenmäßig begrenzter Aufstieg von höher mineralisierten Lettenkeuper- und Muschelkalkwässern erfolgt aufgrund der flächenhaften Grundwasserabsenkung im oberen Grundwasservorkommen (Leakage), deren qualitative und quantitative Auswirkungen auf die Mineral- und Heilquellen (bei Infiltrationsmaßnahmen unter Beachtung der Einleitungskriterien, vgl. Liste des AfU Stuttgart“ :Werte zur Ableitung von schadstoffhaltigem Grundwasser“) sich nach den Modellprognosen und Erfahrungen aus früheren Großbauvorhaben (u.a. Stadtbahn, S-Bahnbau) jedoch noch innerhalb des kurzfristigen, natürlichen Schwan-

kungsbereiches (d.h. kurzfristige Änderungen der Quellschüttungen, Druckspiegelhöhen oder der hydrochemischen Beschaffenheit) bewegt werden und somit tolerierbar sind. Die Überprüfung dieser bauzeitlichen Auswirkungen erfolgt im Rahmen des für Stuttgart 21 aufgestellten Beweissicherungsprogramms für die Mineral- und Heilquellen (nähere Erläuterungen hierzu siehe Beilage zum Anhang: Wasserrechtliche Tatbestände).

Ein verstärkter Zutritt von hochkonzentrierten Mineralwässern aus tieferen Stockwerken im Bereich von Schwächezonen (Störungen, Dolinen), der sich sowohl quantitativ als auch qualitativ auf die Mineral- und Heilquellen negativ auswirken könnte, ist zwar im Bereich einzelner Teilbaugruben nicht auszuschließen, jedoch aufgrund bisheriger Erfahrungen bei früheren Baumaßnahmen (Stadt-/ S-Bahn) und Erkenntnissen aus dem 1. bis 4. EKP unwahrscheinlich. Die im Bereich des nördlichen Bahnhofplatzes durch die Bohrungen BK 11/1 GM erkundete Dolinenstruktur weist eine gegenüber dem ungestörten Umfeld deutlich erhöhte vertikale Durchlässigkeit im Bereich der Grünen Mergel und des Grundgipses auf. Die mit entsprechenden Randbedingungen durchgeführten numerischen Simulationen belegen jedoch, dass – auch aufgrund der nur sehr geringen Unterschneidung des Ku2-Potenzials – kein wesentlich verstärkter Zutritt von Mineralwasser zu erwarten ist.

Mineralwasserzutritte werden zudem durch geeignete Maßnahmen, wie zeitliche Staffelung des Bauablaufs, Auffahren von Teilbaugruben und hydraulische Stützung des oberen Grundwasservorkommens, minimiert. Ein ggf. vermehrter Mineralwasserzutritt über die Baugrubensohle, der nach den bisherigen Erkundungen als unwahrscheinlich eingestuft wird, wird quantitativ über kontinuierliche Überwachung der Wasserandrangsraten und qualitativ anhand von engmaschigen Grundwasseranalysen an den Baugrubenwässern (Pumpensümpfe, Dränagen) und umliegenden Beobachtungsmessstellen festgestellt. Bei Erreichen definierter, quantitativer und/oder qualitativer Warnwerte (vgl. Beilage zum Anhang: Wasserrechtliche Tatbestände) werden in Absprache mit der zu informierenden Aufsichtsbehörde angemessene Gegenmaßnahmen (z.B. Anpassung Infiltrationsraten, Injektionsmaßnahmen, ku2GD-Infiltration, alternative Baukonzepte) gemäß der Handlungskonzepte Problemszenarien ergriffen. Nähere Einzelheiten hierzu sind der Beilage zum Anhang Wasserrechtliche Tatbestände sowie den Teilen 3 und 4 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1 zu entnehmen.

Dauerhafte Auswirkungen auf das Mineral- und Heilwasservorkommen sind durch die Bauwerke nicht zu erwarten, da nach Abschluss der Baumaßnahmen die natürlichen Potenzial- und Grundwasserströmungsverhältnisse zwischen dem oberen Grundwasservorkommen und dem Mineralwasseraquifer im Oberen Muschelkalk vollkommen wiederhergestellt und die Schaffung von sekundären Wegsamkeiten durch bautechnische Maßnahmen vermieden werden.

Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße

Bei der Herstellung des Abzweigbauwerkes im Bereich der Kreuzung Heilbronner Straße, Friedrichstraße, Kriegsbergstraße und Amulf-Klett-Platz (offene Bauweise) kommt es zu einer Unterschneidung des mo-Druckspiegels von bis zu 7,5 m. Die anschließenden Tunnelabschnitte werden überwiegend bergmännisch erstellt. Die offene Wasserhaltung (Bereich Abzweigbauwerk) bewirkt eine deutliche Potenzialumkehr, wodurch sich die Möglichkeit räumlich begrenzter Mineralwasseraufstiege aus dem Lettenkeuper und dem Oberen Muschelkalk über flächenhaftes Leakage ergibt. Nach den Prognosen aus dem Grundwassermodell sind bauzeitlich geringfügige, vertretbare qualitative und quantitative Auswirkungen auf das genutzte Mineral- und Heilwasservorkommen zu erwarten, die jedoch nicht den natürlichen kurzfristigen Schwankungsbereich an den Quellen übersteigen; dies belegen auch vergleichbare Erfahrungen aus den Stadtbahnbau (Abschnitt B 1 Nord) im Eingriffsbereich. Nach derzeitigem Kenntnisstand werden im Unterfahrbereich des mo-Druckspiegels keine Störungszonen gequert; die hydraulische Trennwirkung der Grundgipsschichten bleibt damit erhalten. Stockwerksverbindungen im Bereich der Baumaßnahme zum unterlagenden Lettenkeuper sind jedoch lokal möglich, da in der Talrandzone mit aktiver Sulfatauslaugung im unteren Gipskeuper gerechnet werden muss. Aufgrund der Erkenntnisse aus früheren Baumaßnahmen zur Stadtbahn sind dennoch auch für diesen Bereich verstärkte Mineralwasserzutritte, die bauzeitliche quantitative und qualitative Auswirkungen auf das genutzte Mineral- und Heilwasservorkommen haben könnten, weitestgehend auszuschließen.

Die Mineralwasseranteile am geförderten Grundwasser werden durch geeignete Maßnahmen, wie zeitliche Staffelung des Bauablaufs und hydraulische Stützung des oberen Grundwasservorkommens minimiert, wobei sich die vorgesehene Infiltration im Bereich des Abzweigbauwerkes vorteilhaft auswirkt. Ggf. verstärkte Mineralwasserzutritte über die Baugrubensohle im Bereich von eventuell angetroffenen Schwächezonen werden anhand von ständiger Überwachung der Andrangsraten und regelmäßiger, engmaschiger Grundwasseranalysen an den Baugrubensohlen, den Auffahrbereichen und im Baugrubenumfeld (Pumpensümpfe, Dränagen, Beobachtungsmessstellen) festgestellt. Bei Erreichen quantitativer und/oder qualitativer Warnwerte werden - in Absprache mit der zu informierenden Aufsichtsbehörde - angemessene Gegenmaßnahmen gemäß der Handlungskonzepte Problemszenarien ergriffen (vgl. Maßnahmen DB-Tunnel).

Dauerhafte Auswirkungen der Stadtbahntunnel auf das genutzte Mineral- und Heilwasservorkommen sind aus den für den DB-Tunnel genannten Gründen nicht zu erwarten.

Verlegung Stadtbahn Haltestelle Staatsgalerie einschließlich Abbruch alte Haltestelle Staatsgalerie und Verlängerung Unterführung Gebhard-Müller-Platz

Trotz der guten hydraulischen Trennwirkung der Grundgipsschichten sind aufgrund der deutlichen Unterschneidung der Druckfläche im Lettenkeuper und Oberen Muschelkalk auch für diesen Bauwerksbereich räumlich und mengenmäßig begrenzte Zutritte von höher mineralisiertem Grundwasser im Absenkungsfeld über Leakageeffekte zu erwarten. Die Auswirkungen werden sich - analog zu den vorgenannten Baumaßnahmen für den DB-Tunnel - im kurzfristigen, natürlichen Schwankungsbereich der Mineral- und Heilquellen bewegen. Ein verstärkter Zustrom höher mineralisierter Grundwässer (und damit deutliche quantitative und qualitative Auswirkungen auf das Mineral- und Heilwasservorkommen) ist nicht gänzlich auszuschließen, aber aufgrund der Erkenntnisse aus den Erkundungsmaßnahmen sowie Erfahrungen aus früheren Baumaßnahmen nicht zu erwarten.

Die Mineralwasserzutritte werden durch geeignete Maßnahmen, wie zeitliche Staffelung des Bauablaufs, Auffahren von Teilbaugruben und hydraulische Stützung des oberen Grundwasservorkommens minimiert. Sollten dennoch vermehrte Mineralwasserzutritte über die Baugrubensohle im Bereich von eventuell angetroffenen Schwächezonen stattfinden, werden diese mittels ständiger Überwachung der Wasserandrangsraten sowie (qualitativ) anhand von regelmäßigen Grundwasseranalysen an den Baugrubensohlen und im Baugrubenumfeld (Pumpensümpfe, Beobachtungsmessstellen) festgestellt. Bei Erreichen quantitativer und/oder qualitativer Wamwerte werden in Absprache mit der zu informierenden Aufsichtsbehörde ggf. angemessene Gegenmaßnahmen gemäß der Handlungskonzepte Problemszenarien ergriffen (vgl. Maßnahmen DB-Tunnel).

Dauerhafte Auswirkungen der Baumaßnahmen auf das Mineral- und Heilwasservorkommen sind aus den für den DB-Tunnel genannten Gründen nicht zu erwarten.

Düker Hauptsammler West einschließlich Medienkanal K.-G.-Kiesinger-Platz, Fernheizkanal Heilbronner Straße, Kanal Heilbronner Straße und Kanal Lautenschlagerstraße

Die Eingriffe beschränken sich im Bereich der Baumaßnahmen für die o.g. Bauwerke auf gering ergiebige, ausgelaugte Schichten des Gipskeupers (Bleiglanzbankschichten bis Dunkelrote Mergel), wobei selbst bei lokaler Unterschneidung des Muschelkalk-Druckspiegels eine ausreichende Restmächtigkeit des Gipskeupers erhalten bleibt.

Mineralwasseranteile in den Teilbaugruben (Leakage) werden durch geeignete Maßnahmen, wie zeitliche Staffelung des Bauablaufs, Auffahren von Teilbaugruben und hydraulische Stützung des oberen Grundwas-

servorkommens über Infiltrationsbrunnen minimiert, so dass keine qualitativen und quantitativen Auswirkungen auf die Mineral- und Heilquellen zu erwarten sind. Ggf. verstärkte Mineralwasserzutritte über die Baugrubensohle werden entsprechend der Vorgehensweise für die DB-Tunnel- und Stadtbahnbauwerke erfasst und behandelt.

Dauerhafte Auswirkungen der Baumaßnahmen auf das Mineral- und Heilwasservorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg sind nicht zu erwarten, da nach Abschluss der Baumaßnahme die ursprünglichen Potenzial- und Strömungsverhältnisse wieder hergestellt werden.

Düker Cannstatter Straße einschließlich Medienkanal Mittlerer Schloßgarten

Durch die Baumaßnahmen für den Düker Cannstatter Straße und den Medienkanal Schloßgarten sind lediglich geringe bauzeitliche, quantitative und qualitative Auswirkungen auf das Mineral- und Heilwasservorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg zu erwarten, da sich die Eingriffe i.W. auf die quartären Talablagerungen beschränken und räumlich begrenzt sind.

Die Mineralwasseranteile im geförderten Grundwasser werden durch geeignete Maßnahmen, wie zeitliche Staffelung des Bauablaufs, Auffahren von Teilbaugruben und hydraulische Stützung des oberen Grundwasservorkommens minimiert. Die Auswirkungen werden sich dadurch, wie bei den zeitgleich stattfindenden Baumaßnahmen für den DB-Tunnel, im natürlichen kurzfristigen Schwankungsbereich der Mineral- und Heilquellen bewegen. Ggf. im Bereich von eventuell angetroffenen Schwächezonen verstärkt aufdringendes Mineralwasser wird an der Baugrubensohle entsprechend der Vorgehensweise für die DB-Tunnel- und Stadtbahnbauwerke registriert und behandelt.

Dauerhafte Auswirkungen der Baumaßnahmen auf das Mineral- und Heilwasservorkommen sind nicht zu erwarten, da Düker und Medienkanal in das Umläufigkeitssystem für den DB-Tunnel integriert sind und die natürlichen Potenzial- und Strömungsverhältnisse wieder hergestellt werden.

Düker Nesenbach

Im südlichen Abschnitt des Dükers Nesenbach (Oberhaupt und z.T. bergmännisch erstellter Düker), der innerhalb der Kernzone liegt, wird im Bereich der tektonischen Hochscholle die Mächtigkeit der ausgelaugten Grundgipsschichten stellenweise bis auf wenige Meter reduziert. Damit wird deren Trenn- und Schutzfunktion zu den tieferen Grundwasserstockwerken im Lettenkeuper und Oberen Muschelkalk verringert.

Der Baugrubenaushub für das Oberhaupt erfolgt bis ca. N 228 m unter offener Wasserhaltung im teildichten Verbau (wasserdichte Baugrubenumschließung mit Rückverankerungen, Eingriffstiefe bis max. OK Lettenkeuper). Ein Aufbrechen von höher konzentriertem, hochgespannten Lettenkeuper- und Muschelkalkgrundwasser über die Baugrubensohle ist dabei aufgrund der Wasserdruckgradienten auszuschließen. Der weitere Aushub bis zur endgültigen Sohle erfolgt unter Wasser (Flutung mit Trinkwasser bis ca. 235 m NN); nach Herstellung eines druckluftdichten Bauwerksdeckels wird das Wasser aus dem Schacht abgepumpt und die Bauwerkssohle unter Druckluft im Trockenen hergestellt. Durch diese Vorgehensweise wird ein Sohlaufbruch höher mineralisierter Grundwässer bei tiefreichendem Eingriff in die hydraulische Trennschicht (Grundgipsschichten) konsequent vermieden.

Die eigentliche Dükerleitung wird vom Unterhaupt aus bergmännisch generell unter Druckluft aufgefahren, wobei lediglich die ersten 20 m bis zum Einbau der Druckschleuse unter atmosphärischen Bedingungen aufgefahren werden. Eine Grundwasserhaltung wird somit im Bereich des eigentlichen Dükers weitgehend vermieden, wodurch die Gefahr eines verstärkten Zutritts tieferer Grundwässer aus dem Lettenkeuper bzw. Oberen Muschelkalk deutlich verringert wird.

Das Unterhaupt mit Pumpenhaus wird bis Endteufe unter Wasserhaltung im teildichten Verbau erstellt, wobei der Baugrubenverbau bis max. OK Grundgipsschichten einbindet. Die Schutzfunktion der Grundgipsschichten bleibt dabei erhalten. Ein verstärkter Zutritt höher mineralisierter Grundwässer aus dem Lettenkeuper bzw. Oberen Muschelkalk über Schwächezonen ist aufgrund der geringen Eingriffsfläche und der verbleibenden Restmächtigkeit des Gipskeupers nahezu auszuschließen.

Mineralwasseranteile im geförderten Grundwasser werden durch geeignete Maßnahmen, wie zeitliche Staffelung des Bauablaufs, Auffahren von Teilbaugruben und hydraulische Stützung des oberen Grundwasservorkommens minimiert. Ggf. verstärkte Mineralwasserzutritte über die Baugrubensohlen bzw. an der Ortsbrust im Bereich eventuell angetroffener Schwächezonen werden anhand ständiger Überwachung der Wasserandrangsmengen (quantitativ) bzw. mittels laufender Grundwasseranalysen (an Pumpensäumpfen, Beobachtungsmessstellen im Umfeld) registriert. Bei Überschreitung definierter Warnwerte (qualitativ/quantitativ) werden die Vorgehensweisen in Abstimmung mit den zu informierenden Aufsichtsbehörden festgelegt und ggf. geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen (vgl. Maßnahmen DB-Tunnel).

Bauzeitliche, qualitative und quantitative Auswirkungen auf die Mineral- und Heilquellen durch den Düker Nesenbach werden allenfalls im natürlichen kurzfristigen Schwankungsbereich der Quellen zu erwarten sein. Dauerhafte Auswirkungen auf die Mineral- und Heilquellen sind grundsätzlich nicht zu erwarten, da die ursprünglichen Potenzial- und Strömungsverhältnisse im Bauwerksumfeld (z. B. durch Umläufigkeitssysteme)

me des DB-Tunnels, Lage des Dükers in Abstromrichtung) wiederhergestellt werden.

Umbau Bonatzgebäude, Tiefgarage nördliches Bahnhofsgebäude, Technikgebäude Arnulf-Klett-Platz

Die erforderlichen Grundwasserhaltungsmaßnahmen für das Technikgebäude Arnulf-Klett-Platz werden voraussichtlich durch die Grundwasserabsenkungen im Bereich Stadtbahn Heilbronner Straße abgedeckt. Die Wasserhaltung für die Tiefgarage nördliches Bahnhofsgebäude erfolgt nach Inbetriebnahme des neuen Bahnhofs und Rückbau der heutigen Gleisanlage.

Angesichts der jeweils geringen Eingriffstiefen (der Bauwerke) und der i.d.R. guten hydraulischen Trennwirkung der Grundgipsschichten sind Mineralwasseranteile im Bereich der Baugruben und damit bauzeitliche Auswirkungen auf das Mineral- und Heilwasservorkommen nicht zu erwarten. Auswirkungen einer erhöhten vertikalen Durchlässigkeit des Grundgipses und der Grünen Mergel im Bereich der Bohrung BK 11/1 GM auf die Heil- und Mineralquellen sind nach den numerischen Untersuchungen nicht zu erwarten, da der Druckspiegel des ku2 im Bereich des Technikgebäudes nicht und im Bereich der Tiefgarage nur um rd. 3,0 m unterschritten wird. Sollten sich wider Erwarten doch stärkere Auswirkungen ergeben, so werden entsprechende Maßnahmen der abgestimmten Handlungskonzepte für Problemszenarien (Teil 4 der o.g. Stellungnahme zum PFA 1.1) umgesetzt. Die Grundwasserentnahmen beschränken sich auf die obersten Bereiche des oberen Grundwasservorkommens (Dunkelrote Mergel/Bleiglanzbankschichten). Vorsorglich wird dennoch das in den Pumpensämpfen gesammelte Grundwasser quantitativ und qualitativ hinsichtlich möglicher Mineralwasserzutritte überwacht.

Dauerhafte Auswirkungen der Baumaßnahmen auf das Mineral- und Heilwasservorkommen sind ebenfalls nicht zu erwarten, da im Bauwerksumfeld die natürlichen Potenzial- und Grundwasserströmungsverhältnisse - z. B. durch Anschluss an das Umläufigkeitssystem des DB-Tunnels - wieder hergestellt werden.

4.4 Gewässer

Der kanalisierte Nesenbach wird bei ca. Bau-km +0,2 + 80,0 durch den geplanten DB-Tunnel gekreuzt. Durch die Verlegung Stadtbahn Haltestelle Staatsgalerie erfolgt eine zusätzliche Unterfahrung des Nesenbachkanals bei ca. Bau-km 0,53 (Achse 34) und ca. Bau-km +0,16 (Achse 31).

Der kanalisierte Nesenbach muss aufgrund seiner Lage im Niveau des künftigen DB-Tunnels und der Stadtbahnachsen 31 und 34 dauerhaft verlegt und gedükert werden. Der neue Düker Nesenbach ist so bemessen, dass ein ungehinderter Trocken-, Mittel- und Hochwasserabfluss gewährleistet ist.

Bauzeitliche qualitative und quantitative Auswirkungen auf den kanalisierten Nesenbach sind nicht zu erwarten, da keine Einleitung von Überschusswässern der Baugrubenwasserhaltung geplant ist und der Nesenbach ohnehin im Querungsbereich als Mischwasserkanal dient.

Durch die Einengung des Durchflussquerschnittes im quartären Grundwasserleiter (Tunnel der geplanten DB- und Stadtbahnbauwerke) sind u.a. aufgrund des vorgesehenen Grundwasserläufigkeitssystems keine negativen Auswirkungen auf das z.T. als Vorfluter für das Grundwasser fungierende untere Nesenbachtal gegeben.

Nach den vorliegenden Informationen handelt es sich beim Haupt-sammler West, beim Düker Cannstatter Straße, bei den Kanälen Jägerstraße, Heilbronner Straße und Lautenschlagerstraße sowie bei dem Sammler Willy-Brandt-Straße ebenfalls um Misch- bzw. Abwasserkanäle. Da sie nicht als Gewässer anzusehen sind, werden Auswirkungen aufgrund ihrer geplanten Verlegung bzw. Dükerung hier nicht weiter beurteilt.

Der Neckar bildet ein Oberflächengewässer (Bundeswasserstraße) und liegt im vorgesehenen Einleitungsbereich für Überschusswässer aus dem Grund- und Niederschlagswassermanagement bei Bad Cannstatt (Endpunkt Entwässerungsleitung DN 200) im naturfemen Zustand vor (Gewässergüte II bis III, kritisch belastet). Die an den Aufbereitungsstandorten geplanten Absetzbecken und nachgeschalteten Reinigungsstufen gewährleisten im qualitativer Hinsicht die Einhaltung der im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens festgelegten Einleitungsgrenzwerte (vgl. Liste des AfU Stuttgart: „Werte zur Ableitung von schadstoffhaltigem Grundwasser“), so dass keine negativen Veränderungen der Gewässergüte-Verhältnisse zu erwarten sind. Die temporär bis zu max. 50 l/s betragenden Einleitmengen stellen in quantitativer Hinsicht keine Beeinträchtigungen der Abflussverhältnisse und der Leistungsfähigkeit des Vorfluters dar.

5 Zusammenfassung

Wasserwirtschaft

Die geplanten baulichen Anlagen im Planfeststellungsabschnitt 1.1 (Talquerung mit Hauptbahnhof) im Rahmen des Projektes Stuttgart 21 kommen in grundwasserführenden quartären Lockerablagerungen und ausgelaugten Gesteinen des Gipskeupers des Nesenbachtals zu liegen. Die Baumaßnahmen finden dabei im Zustrombereich der Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg und überwiegend in der Innenzone des im Entwurf abgegrenzten Heilquellenschutzgebietes (RP Stuttgart, Juni 2001) statt. Dem qualitativen und quantitativen Schutz der wirtschaftlich und balneologisch bedeutenden Mineral- und Heilquellen vor bauzeitlichen und dauerhaften Beeinträchtigungen aus den Baumaßnahmen kommt somit eine besondere Bedeutung zu.

Das in den quartären, überwiegend bindigen Lockerablagerungen des zentralen Nesenbachtals vorliegende und überwiegend gering ergeibige, obere Grundwasserstockwerk ist hydraulisch eng mit dem im Liegenden anstehenden, stellenweise ergeibigen Bochinger Horizont des Gipskeupers gekoppelt (q/km^1BH -Aquifer), wobei sich der Grundwasserspiegel in der Talauflage flumah bei ca. N 235 m bis N 236,5 m einstellt (ca. Mittelwasserverhältnisse). Zu den Talrändern hin steigt der Grundwasserspiegel auf ca. N 237 m bis N 238 m an, der Grundwasserabstrom ist dabei auf die Nesenbachtal-Achse ausgerichtet. In den Talrandbereichen übernehmen die ausgelaugten Gipskeupergesteine der Dunkelroten Mergel bis Bleiglanzbankschichten lokal die Funktion des obersten Grundwasserstockwerks.

Die vollkommen ausgelaugten, im Mittel ca. 10 m mächtigen Grundgipsschichten an der Basis des Gipskeuper fungieren als hydraulische Trennschicht zwischen dem q/km^1BH -Aquifer und den tieferen, im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof an Schwächezonen hydraulisch untereinander in Kontakt stehenden, ergeibigen Kluftgrundwasservorkommen im Grenzdolomit, Oberen Lettenkeuper und dem sehr ergeibigen Karstgrundwasserleiter des Oberen Muschelkalk, der zugleich den Funktionsraum des Mineral- und Heilwasservorkommens von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg bildet. Zwischen oberem und den tieferen Grundwasserstockwerken beträgt die Potenzialdifferenz im Talinneren unter Mittelwasserverhältnissen ca. 0,5 m und nimmt zu den Talrändern hin auf mehrere Meter zu. Die Grundwässer im Bereich der Talquerung mit Hauptbahnhof sind sowohl absteigend von Gipswässern aus den Talrandbereichen mit aktiver Gipslaugung als auch aufsteigend von kohlen säurereichen, mehr alkalisch-chloridischen Mineralwässern aus dem Muschelkalk beeinflusst, wobei sich das Mineralwasser stellenweise bis an die Basis des Gipskeupers nachweisen lässt. Den grundwasserhemmenden Grundgipsschichten kommt damit eine wichtige Schutzfunktion für das Mineral- und Heilwasservorkommen zu.

Die mit den geplanten Baumaßnahmen verbundenen Eingriffe in die Grundwasservorkommen und wasserrechtlichen Tatbestände sind im Anhang zur vorliegenden Anlage 20.1 detailliert beschrieben und zusammengestellt. Zusammenfassend lassen sich folgende Aussagen zu den Eingriffen machen:

Im Zuge der Baumaßnahmen für den DB-Tunnel mit neuer Bahnhofshalle (Trogbauwerk) sowie für die Stadtbahnverlegungen Heilbronner Straße und Haltestelle Staatsgalerie wird der Grundwasserspiegel im q/km1BH-Aquifer an der Bauwerkssohle um bis zu 9 m, lokal (Speicherbecken, Anfahrbaugrube 25) auch bis zu 11 bis 12 m unterschritten, wobei die Eingriffe vorwiegend im Quartär bis Dunkelroten Mergeln erfolgen, stellenweise jedoch auch bis in den Bochinger Horizont reichen. Der Druckspiegel im Mineralwasseraquifer des Oberen Muschelkalk wird dabei bis zu ca. 8,5 m bzw. lokal bis zu ca. 10,5 bis 11,5 m unterschritten. Die geplanten Tunnelbauwerke kommen überwiegend quer zum Grundwasserabstrom in der Talaue zu liegen. Teilweise reichen Baugrubenwände bzw. Verbauträger, Rückverankerungen und Pfahlgründungen, soweit zur Lastabtragung erforderlich, bis Oberkante Grundgipsschichten. Die tiefreichendsten Eingriffe im PFA 1.1 finden im Bereich des Dükers Nesenbach statt, in dessen südlichen Bauabschnitt auf einer tektonischen Hochscholle die Bauwerkssohle (Oberhaupt) tief in die Grundgipsschichten hineinreicht und die Verbauwände bis etwa OK Lettenkeuper einbinden. Die Unterschneidung des Grundwasserspiegels im q/km1BH-Aquifer beträgt an der Bauwerkssohle (Unterhaupt des Dükers Nesenbach) bis zu 17,5 m, die des mo-Druckspiegels rund 17 m.

Die über ca. 6,5 Jahre (Bauschritte 1 bis 12) angelegten Baumaßnahmen (ohne Probebetrieb) für den DB- und die Stadtbahntunnel sowie Dükerbauwerke sind größtenteils in offenen Baugruben mittels wasserdurchlässiger Verbauwände und offener Wasserhaltung geplant. Es besteht ein Konzept von zeitlich gestaffelten und optimierten Teilbaugruben (Größe ca. 80 x 40 m) zur Minimierung des Gesamtwasserandrangs und der Grundwasserabsenkung, um Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt im Nesenbachtal und eine zu starke Beeinträchtigung der Mineral- und Heilquellen zu vermeiden (siehe Anlagen 2.1 und 3 zum Anhang). Entsprechend den Maßgaben aus der raumordnerischen Beurteilung ist zur weiteren Minimierung der Grundwasserabsenkung nach vorheriger Behandlung/Reinigung eine Infiltration des aus den offenen Baugruben im PFA 1.1 geförderten Grundwassers in das obere Grundwasserstockwerk über im Absenkungsfeld gelegene Infiltrationsbrunnen und die Sohlfilterschicht (teil)fertiggestellter Baugruben geplant (siehe Anlage 1.2.1 zum Anhang), wobei hinsichtlich der Wasserbeschaffenheit strenge Einleitungskriterien zu erfüllen sind. Die Wasserstände in außerhalb des Absenkungsfeldes gelegenen Beobachtungspegeln sollen im Zuge der Wasserhaltung eine Jährlichkeit von HW_1 möglichst nicht über- und eine Jährlichkeit von NW_5 nicht unterschreiten. Nicht infiltrierbares Grund- sowie Niederschlagswasser aus den offenen Baugruben wird nach vorheriger Behandlung unter Einhaltung der Einleitungskriterien (vgl. Liste des AfU Stuttgart: „Werte zur Ableitung von

schadstoffhaltigem Grundwasser“) in den Vorfluter (Neckar) eingeleitet. Werden die Aufnahmekapazitäten der Fassungs-, Behandlungs- und Verbringungssysteme basierend auf einem Starkregen der Bemessung $r_{15,n=1}$ überschritten, ist ein kurzzeitiger Einstau von Baugruben oder Überleitung in fertiggestellte Nachbarbaugruben vorgesehen.

Für den südlichen Abschnitt des Dükers Nesenbach (Hochscholle) ist beim Bau des Oberhauptes (ab einer festgelegten Eingriffstiefe) und generell im bergmännischen Vortriebsbereich (mit Ausnahme des 20 m-Anfahrbereichs) Druckluft Einsatz oder Aushub unter Wasser vorgesehen, um einen Aufbruch von hochgespanntem Mineralwasser aus tieferen Stockwerken über die Baugrubensohle zu unterbinden.

Auf Grundlage der vorliegenden Bautaktplanung (Stand: 26.02.99) und der angestellten Modell-Prognoseberechnungen (Grundwasserströmungsmodell Stuttgarter Bucht, Stand: 4. EKP, 2. Optimierung Infiltrationskonzept) belaufen sich die zu erwartenden Wasserandrangsraten im PFA 1.1 bei Berücksichtigung von Stützungsmaßnahmen im oberen Grundwasservorkommen auf bis zu ca. 41 l/s (Erstwasserandrang) bzw. ca. 28 l/s (reduzierter Wasserandrang unter (quasi)stationären Bedingungen). Über die gesamte Bauzeit mit offener Wasserhaltung (Bauschritte 1 bis 11, Dauer ca. 5,5 Jahre) ergibt sich eine geschätzte Grundwasserentnahme von rund 2,63 Mio m³, was einer durchschnittlichen Entnahmerate von 15,2 l/s entspricht. Demgegenüber beläuft sich die geschätzte Menge an zu hebendem Niederschlagswasser in den offenen Baugruben in diesem Zeitraum auf rd. 110 Tm³ (< 1 l/s). Die „effektive Grundwasserentnahme“, d.h. die Differenz zwischen gehobener Grundwassermenge und veranschlagter Infiltrationswassermenge beläuft sich im Vergleich hierzu auf rd. 0,37 Mio m³ (durchschnittliche „effektive“ Entnahmerate von 2,1 l/s). Die Ableitungsmenge, d.h. das überschüssige, über die Gesamtbauzeit nicht infiltrierbare Grundwasser beträgt im Vergleich hierzu rd. 550 Tm³. Bzgl. Angaben zu Prognoseberechnungen ohne Berücksichtigung von Stützungsmaßnahmen („Netto-Wasserandrang“) wird auf Anhang 1 zum Teil 3 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme für den PFA 1.1 verwiesen.

Für die im Anschluss an die Herstellung des DB-Tunnels mit neuem Hauptbahnhof (d.h. nach Bauschritt 12) vorgesehene Baumaßnahme „Tiefgarage Nördl. Bahnhofsgebäude“ wurden eigene Prognoseberechnungen unter Infiltrationsbedingungen angestellt. Die geschätzte Erstwasserandrangsraten beläuft sich auf 7,9 l/s, der (quasi)stationäre Wasserandrang auf 3,2 l/s. Daraus ergibt sich eine Grundwasserfördermenge über 1 Jahr (geschätzte Dauer der Wasserhaltung) von 160,2 Tm³. Die „effektive Grundwasserentnahme“ beläuft sich auf 109,7 Tm³ (Infiltrationsrate von durchschnittlich 1,6 l/s über die Bauzeit).

Angesichts der beschränkten Eingriffstiefen und der guten hydraulischen Trennwirkung der Grundgipsschichten sind verstärkte, über die Prognoseberechnungen hinausgehende Mineralwasserzutritte in die Baugruben

unwahrscheinlich, wenngleich insbesondere im Bereich von Schwäche-
zonen im Keupergebirge nicht gänzlich auszuschließen. Nachteilige, d.h.
über der kurzfristigen natürlichen Schwankungsbreite liegende quantita-
tive/qualitative Beeinflussungen der Mineral- und Heilquellen (hinsichtlich
Quellschüttung, Druckspiegelhöhen oder hydrochemischer Zusammen-
setzung) sind jedoch nicht zu erwarten, wie die Modellprognosen sowie
Erfahrungen aus früheren Baumaßnahmen im Stadtgebiet belegen. Die
aus den Modellprognosen ableitbaren und im Hinblick auf den Schutz
des Mineralwasservorkommens tolerierbaren Absenkungen in den ein-
zelnen Grundwasserstockwerken werden durch entsprechende Steue-
rung der Infiltrationsmaßnahmen im Bauablauf eingehalten bzw. mög-
lichst noch minimiert. Ein ggf. vermehrter Zutritt von Mineralwasser in
einzelnen Baugruben, bergmännischen Tunnelabschnitten etc. wird im
Zuge des Grundwassermanagements durch konsequente Überwachung
von definierten, qualitativen/quantitativen Warnwerten erfasst, und bei
deren Überschreitung in Abstimmung mit der Aufsichtsbehörde entspre-
chend festgelegter Handlungskonzepte Problemszenarien reagiert.

Dauerhafte Auswirkungen auf die Grundwasservorkommen und damit
auch die Grundwassernutzungen im Nesenbachtal durch die baulichen
Anlagen im PFA 1.1 sind auszuschließen, da durch die Gründungsver-
fahren keine vertikalen Wegsamkeiten geschaffen und alle wesentlichen
Bauwerke mit Sohlfilter und Dränmatten zur Gewährleistung der Grund-
wasserumlaufbarkeit sowie Grundwassersperrern zur Verhinderung von
Längsläufigkeiten ausgestattet werden, wodurch die ursprünglichen
Strömungs- und Potenzialverhältnisse weitgehend wieder hergestellt
sind. Basierend auf einem Bemessungswasserstand der Jährlichkeit
 $\geq HW_{200}$ (Größenordnung bei Ansatz HW_{1000} : ca. 0,1 l/s) ist zusätzlich
für den DB-Tunnel ein Grundwasserspiegelbegrenzungssystem vorge-
sehen, das zu den Talrändern eine ansteigende Gradienten aufweist. Die
dauerhafte Ableitung von Hochwässern der Jährlichkeit HW_{200} ist über
Dränageleitungen zum Taltiefsten (BGW = N 236,3 m) und von dort über
Ableitungen zum Unteren Schloßgarten vorgesehen, wo eine (lokale bis
flächenhafte) Versickerung in den quartären Deckschichten erfolgt.

6. Wasserrechtlicher Antrag

- Vorbemerkungen

Die quantitativen Angaben zu den bauzeitlichen wasserrechtlichen Tatbeständen wurden auf der Basis der derzeitigen Bautaktplanung (Stand: 26.02.1999) erarbeitet. Im Rahmen der Ausführungsplanung und Ausführung können sich noch Veränderungen bzw. Modifizierungen hinsichtlich Baukonzept, der Abfolge und der Anzahl der innerhalb der einzelnen Bauschritte jeweils geöffneten Baugruben ergeben. Diese Änderungen der Bautaktfolge u.ä. haben zwangsläufig Auswirkungen auf die mit den jeweiligen Baumaßnahmen verknüpften wasserrechtlichen Tatbestände gemäß § 3 WHG.

Für den Fall einer Modifikation des Bauablaufes bzw. der Bautaktfolge im Verlauf der weiteren Planungen werden die damit verbundenen Änderungen der wasserrechtlichen Tatbestände angezeigt und mit den Fachbehörden abgestimmt. Ggf. werden ergänzende wasserrechtliche Anträge gestellt.

Neben den Unterlagen zur Planfeststellung stehen den Fachbehörden auch Fachgutachten zur Verfügung, in denen eine detaillierte Dokumentation der durchgeführten Untersuchungen und der numerischen Grundwasserströmungs- und Bilanzbetrachtungen sowie der numerischen Prognoserechnungen enthalten ist. Diese ergänzenden Unterlagen verifizieren und unterlegen die in der Anlage 20.1 dargestellten wasserrechtlichen Tatbestände und differenzieren diese detailliert im Hinblick auf die Aspekte Grund-, Niederschlags-, Förder-, Infiltrations- und Überschusswasser.

- Antrag

Die quantitativen Angaben zu den wasserrechtlichen Tatbeständen wurden auf der Basis der derzeitigen Bautaktplanung (Stand 26.02.1999) erarbeitet und sind im Einzelnen im Anhang der vorliegenden Anlage 20.1 dargestellt. Die zugrundegelegte Bautaktplanung ist beispielhaft zu sehen und berücksichtigt auch die Wirkungen der im näheren Umfeld zeitgleich geplanten Baumaßnahmen in den angrenzenden Planfeststellungsabschnitten 1.2 und 1.5. Im Rahmen der Ausführungsplanung und Bauausführung können weitere Optimierungsbestrebungen zu Modifizierungen derselben führen. Dies hat zwangsläufig Auswirkungen auf die mit den jeweiligen Baumaßnahmen verknüpften wasserrechtlichen Tatbestände und der Höhe der prognostizierten quantitativen Werte. Gleiches gilt für Änderungen der geplanten Baumaßnahmen und -abläufe in den PFA 1.2 und 1.5.

Um einen Rahmen für Optimierungen zu belassen, wird hiermit ein Antrag für die Entnahme von Grundwasser und Förderung von Wasser aus

den Baugruben und bergmännischen Vortriebsbereichen während der Bauzeit (Bauschritte 1 bis 12 und Einzelbaumaßnahme Tiefgarage Nördl. Bahnhofsgebäude sowie Probebetrieb (geschätzte Gesamtbauzeit ca. 7 Jahre)) und die Einleitung von Wasser in die Grundwasserkörper/-leiter im Quartär, Gipskeuper (Dunkelrote Mergel, Bochinger Horizont) und Grenzdolomit sowie in den Neckar im Sinne eines wasserrechtlichen Handlungsrahmens (nachfolgend Rahmenantrag genannt) gestellt. Dieser Rahmenantrag ergibt sich aus den Ergebnissen der auf die einzelnen Baugruben bezogenen numerischen Berechnungen für die aktuelle Bautaktplanung. Die detaillierten Berechnungsgrundlagen und -ergebnisse sind dem Anhang 1 (Teilbericht 2) zum Teil 3 (Wasserwirtschaft) der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1 zu entnehmen.

Der Rahmenantrag umfasst unter anderem die wasserrechtlichen Tatbestände, Grundwasser in vorauseilender offener Wasserhaltung aus den Baugruben und bergmännischen Vortriebsbereichen des PFA 1.1 zu entnehmen und dabei gleichzeitig zur Minimierung des Absenktrichters und der Potenzialumkehrfläche das in den Baugruben anfallende Wasser in Infiltrationsbrunnen im Umfeld der Baumaßnahme zu infiltrieren oder das in den Baugruben anfallende Wasser in den Neckar abzuleiten. Zum Schutz der Grund-, Heil- und Mineralwasservorkommen kommt der Infiltration gegenüber Ableitung in den Neckar die erste Priorität zu.

Die Entnahme und die Infiltration von bauzeitlich anfallendem Wasser (aus den offenen Baugruben) sind aneinander gekoppelt, um die effektive Grundwasserentnahme auf ein vertretbares Maß zu begrenzen. Daher werden die Entnahmemenge, die Infiltrationsmenge und die Differenz beider Mengen (entspricht der effektiven Grundwasserentnahme) beantragt, wobei alle drei Werte gemeinsam zu beachten sind. Überschüssiges, nicht infiltrierbares, gehobenes Wasser wird in den Neckar abgeleitet. Grundsätzlich wird jedoch die Infiltration der gehobenen Grundwässer zur Stützung der Grund-, Heil- und Mineralwasservorkommen einer Ableitung in den Neckar gegenüber vorgezogen.

Die im wasserrechtlichen Rahmenantrag beantragten Grundwasserentnahme- und Infiltrationsmengen/-raten sind in den Tabellen des Anhangs Wasserrechtliche Tatbestände, sowie im Teil 3 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1 unterlegt.

Im Rahmen des wasserrechtlichen Rahmenantrages werden folgende Gewässerbenutzungen im Sinne des § 3 WHG beantragt:

- eine Gesamtentnahmemenge an Grundwasser von bis zu 3,0 Mio. m³ aus den Baugruben, die in die Schichten des Quartärs und Gipskeupers einbinden, über einen Zeitraum von 7 Jahren (mittlere Entnahmerate im Zeitraum: 13,6 l/s).

- eine jährliche Gesamtentnahmemenge an Grundwasser von bis zu 850.000 m³ (mittlere Entnahmerate über ein Jahr: 27,0 l/s).
- eine monatliche Gesamtentnahmemenge an Grundwasser von bis zu 120.000 m³ (mittlere Entnahmerate über einen Monat: 45,0 l/s).
- eine effektive Grundwasserentnahme von bis zu 500.000 m³ über einen Zeitraum von 7 Jahren (mittlere effektive Grundwasserentnahmerate im Zeitraum: 2,3 l/s)
- eine jährliche effektive Grundwasserentnahme von bis zu 350.000 m³ (effektive Grundwasserentnahmerate über ein Jahr: 11,1 l/s).
- eine monatliche effektive Grundwasserentnahme von bis zu 95.000 m³ (effektive Grundwasserentnahmerate über einen Monat: 35 l/s).
- eine Infiltration von bis zu 100 % des über die Gesamtbauzeit im PFA 1.1 geförderten Wassers (Grund- und Niederschlagswasser) oder ersatzweise von Trinkwasser in das Grundwasser im Quartär und Gipskeuper.
- eine Einleitung von bis zu 100 % des im PFA 1.1 geförderten Wassers (Grund- und Niederschlagswasser) über die Gesamtbauzeit in den Neckar (max. Einleitungsrate: 50 l/s; entsprechend Anlage 1.3 des Anhangs)
- bauzeitliches Einleiten von Stoffen in das Grundwasser (entsprechend Anlage 1.2.1 des Anhangs)
- Einleiten von Stoffen in das Grundwasser für die Standzeit der Bauwerke (entsprechend Anlage 1.2.2 und 1.2.3 des Anhangs)
- bauzeitliches Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser (entsprechend Anlage 1.4.1 des Anhangs)
- Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser für die Standzeit der Bauwerke (entsprechend Anlage 1.4.2 des Anhangs).
- Benutzungen, Genehmigungen und Befreiungen entsprechend Anlage 1.5 des Anhangs).

Für den Fall eines vermehrten Mineralwasserzutritts und einer drohenden Überschreitung prognostizierter bzw. wasserrechtlich genehmigter Grundwasserentnahmemengen in den Baugruben ist nach erfolgloser Umsetzung von anderen Handlungskonzepten als Notmaßnahme (entsprechend Handlungskonzepte Problemszenarien) die Einleitung von

Trinkwasser aus dem Stuttgarter Versorgungsnetz über vorgehaltene Infiltrationsbrunnen in den Grenzdolomit (ku2GD)-Aquifer vorgesehen. Obwohl derzeit nicht von der Notwendigkeit einer derartigen Stützungsmaßnahme im Mineralwassersystem ausgegangen wird, wird dennoch vorsorglich in den Rahmenantrag die optionale Einleitung von Trinkwasser in den ku2GD-Aquifer aufgenommen und beantragt, um ggf. rasch auf entsprechende Problemszenarien angemessen reagieren zu können.

Ausgehend von dem derzeitigen Infiltrationskonzept mit 10 ku2GD-Infiltrationsbrunnen als Notmaßnahme wird daher des Weiteren beantragt:

- eine bauzeitliche Infiltration von bis zu 15,0 l/s Trinkwasser in den ku2GD-Aquifer
- eine bauzeitliche Gesamtinfiltrationsmenge von bis zu 710.000 m³ Trinkwasser in den ku2GD-Aquifer über einen Zeitraum von max. 1,5 Jahren.

7 Literatur und verwendete Unterlagen

Hinweis: Die Ergebnisse aller Untersuchungen des 1. – 4. Erkundungsprogrammes sind in der Stellungnahme ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK (2001) berücksichtigt.

ALDINGER, V. (1996):
Der Baugrund von Stuttgart.- Hydrogeologische Karte M 1:10.000,
Blatt 2.- Stuttgart.

ARBEITSKREIS WASSERWIRTSCHAFT (AWW) (1994):
Statements zur Machbarkeit, Stuttgart 21 vom 12.09./07.10.1994.

ARBEITSKREIS WASSERWIRTSCHAFT (AWW) (1995):
Stuttgart 21, Die Ergebnisse des Vorprojektes.-
Hrsg.: Deutsche Bahn AG, Geschäftsbereich Netz, Regionalbereich
Stuttgart, 18.09.1995.

ARGE Wasser Umwelt Geotechnik (2001):
Geologische, hydrogeologische, geotechnische und wasserwirtschaftliche
Stellungnahme zum Planfeststellungsabschnitt 1.1, Talquerung mit
Hauptbahnhof, 4. EKP – Stufe 1 bis 4 (Teil 1: Geologie und Hydrogeologie,
Teil 3: Wasserwirtschaft), Westheim/Stuttgart.

BRUNNER, H., ROGOWSKI, E., UFRECHT, W. (1995):
Erläuterungen zur Strukturkarte Stuttgart M 1:5.000, Bereich Stuttgarter
Talkessel (Nesenbachtal) und Cannstatter Becken (Neckartal).

BÜRO FÜR HYDROGEOLOGIE UND GEOHYDRAULIK GmbH (1994):
Untersuchung zur Eingrenzung der Ursachen der Schüttungsschwankungen
der Mineralquellen von Stuttgart Bad Cannstatt HG, Lich.

DIN 4030 (1991):
Teil 1: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase, Beuth
Verlag GmbH.

DIN 18130 (1998):
Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes - Teil 1: Laborversuche,
Beuth Verlag GmbH.

FURTAK, H. & LANGGUTH, H.R. (1967):

Zur hydrochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen.- Mem. JAH-Congress, 1965, VII: 89 - 96, Hannover.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1960):

Geologische Karte, Blatt Nr. 7221 Stuttgart-Südost, M 1:25.000 mit Erläuterungen, Stuttgart.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1963):

Geologische Karte, Blatt 7120 Stuttgart-Nordwest, M 1:25.000, Stuttgart.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1977):

Geologische Karte, Blatt 7220 Stuttgart-Südwest, M 1:25.000 mit Erläuterungen, Stuttgart.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1993):

Hydrogeologische Stellungnahme über weitere Untersuchungen zu einer Unterfahrung von Stuttgart im Zustrombereich der Mineral- und Heilquellen von Bad Cannstatt und -Berg - DB ABS/NBS Stuttgart - Ulm, Freiburg.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1994a):

Hydrogeologisches Vorgutachten zur Planung einer Schnellbahntrasse der Deutschen Bundesbahn unter Stuttgart hindurch im Zustrombereich der Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg.- Az.: 0550.01/01-4761-Sz/Ai/Eb/Wle, Stuttgart.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1994b):

Geologisch-hydrogeologische Dokumentation der Tiefbaumaßnahme "S-Bahn Stuttgart, Baulos 5/2, Lautenschlagerstraße".- Stuttgart.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1997):

Geologische Grundlagenkarten M 1:5.000 für den Bereich Hauptbahnhof Stuttgart, Freiburg.

IAEG (1979):

Classification of rocks and soils for engineering geological mapping, Part I: Rock and soil material. Report of the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping.- Bulletin IAEG 19, 364 - 371, Krefeld.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1992):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische, wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen im Rahmen der Abstimmung mit den Belangen der Raumordnung. Band 12, Teilbericht 2: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zum 1. Erkundungsprogramm, Westheim.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1996a):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen. Band 12, Teilbericht 9: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme . 2. Erkundungsprogramm, Stuttgart 21 Vorprojekt, Teil 1: Erkundungen, Feld- und Laborversuche und deren Auswertung, Westheim/Stuttgart.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1996b):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische, wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen, Band 12, Teilbericht 12: Grundwasserbeobachtung im Stuttgarter Stadtbereich im Zentrum 01.04.1992 bis 31.05.1995, Westheim.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1996c):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen. Band 12, Teilbericht 9: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme - 2. Erkundungsprogramm, Stuttgart 21 Vorprojekt, Teil 2: Ergebnisse und Folgerungen, Westheim.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1996d):
Abstimmung mit den Belangen der Raumordnung Projekt Stuttgart 21, Teil IV: Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU), Fachbeilage 2: Hydrogeologie und Wasserwirtschaft, Westheim/Stuttgart.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1997a):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen. Band 12, Teilbericht 15: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zum 3. Erkundungs- und Untersuchungsprogramm (3. EKP), Stuttgart (Lose 1 - 3), Westheim/Stuttgart.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1997b):

ABS/NBS Stuttgart - Augsburg, Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenbindung. Erarbeitung der Unterlagen zur Planfeststellung, 4. Erkundungsprogramm - Stufe 1 (4. EKP - Stufe 1); Programmgutachten, Westheim.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1997c):

Abstimmung mit den Belangen der Raumordnung Projekt Stuttgart 21, Teil V: Informationsbeilage 1, Bericht 2: Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU), Untersuchungsbericht, Westheim.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1998/1999):

Geologische, hydrogeologische, geotechnische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zum Planfeststellungsabschnitt 1.1, Talquerung mit Hauptbahnhof, 4. EKP – Stufe 1 (Teil 1: Geologie und Hydrogeologie, Teil 3: Wasserwirtschaft), Westheim/Stuttgart.

igi/WBI/S & P (1999):

Geologische, hydrogeologische, geotechnische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zu den Planfeststellungsabschnitten 1.1 - 1.6, Teil 4: Handlungskonzepte Problemszenarien.

KNOBLICH, K. (1964):

Über die Grundwasserverhältnisse im Stadtgebiet Stuttgart, Arbeiten dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Technischen Hochschule Stuttgart, Neue Folge Nr. 47, Stuttgart.

**LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU
BADEN-WÜRTTEMBERG (1999):**

Hydrogeologisches Gutachten zur Abgrenzung eines Heilquellenschutzgebietes für die staatlich anerkannten Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und S-Berg. Az. 2468.01/98-4763; Stuttgart, 10.05.1999.

**LANDESHAUPTSTADT STUTTGART, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ
(1994):**

Hydrogeologische Bewertung privater und städtischer Großbauvorhaben sowie Brauchwasserentnahmen im zentralen Stadtgebiet Stuttgart im Hinblick auf eine quantitative Beeinträchtigung der Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg. Gutachten-Nr.: 41/94-1, Stuttgart.

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ (1996):
Hydrogeologie und Baugrund, Schutz der Mineral- und Heilquellen; Untersuchungen zur Umwelt, "Stuttgart 21".- Heft 3, Stuttgart.

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ (1999):
Neukonzeption zum Schutz der Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg – Bauen in den engeren Schutzzonen; Geotechnik 22, Nr. 3.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LfU) (1994):
Handbuch Wasser 2, Übersichtskartierung des morphologischen Zustandes der Fließgewässer in Baden-Württemberg 1992/93 mit Übersichtskarte 1:350.000.- Zentraler Fachdienst Wasser - Boden - Abfall - Altlasten bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

MINISTERIUM FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG [Hrsg.] (1992):
Gütezustand der Gewässer in Baden-Württemberg, Nr. 7: Zustandsuntersuchungen auf biologisch-ökologischer Grundlage - Wasserwirtschaftsverwaltung, Heft 27, Stuttgart.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART (2001):
Entwurf der Verordnung des RP Stuttgart zum Schutz der staatlich anerkannten Heilquellen in Stuttgart-Bad Cannstatt und Stuttgart-Berg (Stand: Juni 2001), Stuttgart

UFRECHT, W. & EINSELE, G. [Hrsg.] (1994):
"Das Mineral- und Heilwasser von Stuttgart" Lich, 06.06.1994, Schriftenwerke des Amtes für Umweltschutz, Heft 2/1994, 1-182, Stuttgart.

UFRECHT, W. & RENNER, S. (1996):
Hydrogeologisches Modell Stuttgarter Talkessel (Nesenbachtal).- Amt für Umweltschutz Stuttgart, Gutachten-Nr. 41/95-4, Stuttgart.

UMWELTMINISTERIUM & SOZIALMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG [Hrsg.] (1993/1998):
Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Sozialministeriums über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen vom 16. September 1993, Fassung vom 01.03.1998, GABl des Landes Baden-Württemberg, Nr. 8, 06.05.1998.

Anhang

Wasserrechtliche Tatbestände

**(Grundwasser und bauzeitlich in den
Baugruben anfallendes Niederschlags-
wasser)**

- Textteil
- Tabellen (Anlagen 1 und 2)
- Lageplan (Anlage 3)
- Beilage

Anlage 20.1: Erläuterungsbericht Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

Anhang: Wasserrechtliche Tatbestände

(Grundwasser und bauzeitlich in den Baugruben anfallendes Niederschlagswasser)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
- Textteil	
1 Vorbemerkungen	1
1.1 Grundlagen und Rahmenbedingungen	1
1.2 Hinweise und weitere Erläuterungen	3
1.3 Prinzip des Zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements	6
2 DB-Tunnel mit Trogkonstruktion Bahnhofshalle, einschl. Rettungszufahrt Nord, Kanal Jägerstraße, Umbau S-Bahn-Tunnel, Sammler Willy-Brandt-Straße, Versorgungstunnel und Schwallbauwerke Nord/Süd	8
3 Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße	17
4 Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie einschl. Abbruch alte Haltestelle Staatsgalerie und Verlängerung Unterfahung Gebhard-Müller-Platz	22
5 Düker Hauptsammler West einschl. Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz, Fernheizkanal Heilbronner Straße, Kanal Heilbronner Straße und Kanal Lautenschlagerstraße	27
6 Düker Cannstatter Straße einschl. Medienkanal Schloßgarten	31
7 Düker Nesenbach einschl. bestehendem Nesenbachkanal	34
8 Umbau Bonatzgebäude, Technikgebäude und Tiefgarage Nördliches Bahnhofsgebäude	38

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Wasserrechtliche Tatbestände PFA 1.1 (Tabellen)

Anlage 1.1.1: Benutzungen nach § 3, Abs. 1, Ziff. 6 WHG: Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser
Bauzeitliches Entnehmen, Zutagefördern und Ableiten von Grundwasser aus den Teilbaugruben/bergmännischen Bauabschnitten

Anlage 1.1.2: Benutzungen nach § 3, Abs. 1, Ziff. 6 WHG: Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser
Dauerhaftes Entnehmen, Zutagefördern und Ableiten von Grundwasser aus den Streckenabschnitten im PFA 1.1

Anlage 1.2.1: Benutzungen nach § 3, Abs. 1, Ziff. 5 WHG: Einleiten von Stoffen in das Grundwasser
Bauzeitliches Infiltrieren von Grund- und Niederschlagswasser aus den Teilbaugruben/bergmännischen Bauabschnitten im PFA 1.1

Anlage 1.2.2: Benutzungen nach § 3, Abs. 1, Ziff. 5 WHG: Einleiten von Stoffen in das Grundwasser
Versickern von Grundwasser aus dem PFA 1.1 für die Standzeit der Bauwerke

Anlage 1.2.3: Benutzungen nach § 3, Abs. 1, Ziff. 5 WHG: Einleiten von Stoffen in das Grundwasser
Abschätzung des Eintrags an Verpressmitteln in den Untergrund (PFA 1.1)

Anlage 1.3: Benutzungen nach § 3, Abs. 1, Ziff. 4 WHG: Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer
Bauzeitliches Einleiten von Grund- und Niederschlagswasser aus den Teilbaugruben/bergmännischen Bauabschnitten im PFA 1.1 in oberirdische Gewässer

Anlage 1.4.1: Benutzungen nach § 3, Abs. 2, Ziff. 1 WHG: Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser
Bauzeitliches Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser durch bauliche Maßnahmen im PFA 1.1

Anlage 1.4.2: Benutzungen nach § 3, Abs. 2, Ziff. 1 WHG: Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser
Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser für die Standzeit der Bauwerke

Anlage 1.5: Sonstige Benutzungen nach § 3 WHG

- Anlage 2.1:** Zusätzliche Erläuterungen und Angaben zur Anlage 1
(Tabellen, nachrichtlich)
Geschätzter Wasserandrang in den Teilbaugruben des PFA 1.1 für
die Bauschritte 1 bis 12
- Anlage 2.2:** Zusätzliche Erläuterungen und Angaben zur Anlage 1
(Tabellen, nachrichtlich)
Berechnete Regenabflüsse in den offenen Teilbaugruben des
PFA 1.1 für die Bauschritte 1 bis 12
- Anlage 2.3:** Zusätzliche Erläuterungen und Angaben zur Anlage 1
(Tabellen, nachrichtlich)
Nähere Angaben zu den Infiltrationsbrunnen und -flächen
im PFA 1.1 (Bauschritte 1 bis 12)
- Anlage 3:** Lageplan mit Bezeichnung der Teilbaugruben/bergmännischen Bauabschnitte
des DB-Tunnels, einschließlich Folgebaumaßnahmen und der Infiltrationsbrunnen
und -flächen im PFA 1.1
(M 1:6.500), Blätter 1 bis 3
- Beilage:** Quantitative und qualitative Warn- und Einstellwerte

1 Vorbemerkungen

1.1 Grundlagen und Rahmenbedingungen

Durch das geplante Vorhaben ergeben sich während der Bauausführung sowie nach Fertigstellung der Bauwerke wasserrechtliche Tatbestände, die durch Benutzungen nach dem Wasserhaushaltsgesetz (§ 3 WHG) in Verbindung mit dem Wassergesetz des Landes Baden-Württemberg (WG) definiert sind und der Erlaubnis (§§ 7 und § 16 WG) oder Bewilligung (§§ 8 und § 15 WG) bedürfen (§ 2 Abs. 1 WHG). Zum Gewässer- und Grundwasserschutz können Nutzungsbedingungen und Auflagen erlassen werden (§ 4 WHG). Daneben sind die einschlägigen Vorschriften der DB NETZ AG zu beachten.

Bei den entsprechend dem derzeitigen Planungsstand betroffenen Oberflächengewässern, Grundwasservorkommen und Grundwassernutzungen ergeben sich Eingriffe durch bauliche Anlagen (Bauzeit und Betrieb). Aus den Eingriffen ergeben sich die im folgenden aufgeführten wasserrechtlichen Tatbestände, wobei das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten oder Ableiten von Grundwasser in geringen Mengen zu einem vorübergehenden Zweck (§ 33 Abs. 1 Nr. 1 WHG), z. B. bei Baugruben, keine erlaubnispflichtige Gewässerbenutzung darstellt. Sofern die abzuleitenden Grundwassermengen die natürlichen Vorflutverhältnisse deutlich verändern, ist eine wasserrechtliche Erlaubnis einzuholen.

Zu den wasserrechtlichen Tatbeständen, die durch die Benutzung von oberirdischen Gewässern entstehen können, gehören

- das Einbringen und Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer (§ 3 Abs. 1 Nr. 4 WHG) durch abgeleitetes Oberflächenwasser von Bauflächen bzw. der Bahnanlage,
- das Einbringen und Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer (§ 3 Abs. 1 Nr. 4 WHG) durch entnommenes und abgeleitetes Grundwasser,

wobei das abgeleitete Oberflächenwasser und Grundwasser entweder dauerhaft oder vorübergehend (Bauzeit) den oberirdischen Gewässern zugeführt wird.

Bei bauzeitlichen Niederschlagsereignissen, die die im Bereich des Nesenbachtals übliche Bemessungsregenspende (1-jährliches Niederschlagsereignis von 10-minütiger Dauer) übersteigen, kann es zu einem Rück- bzw. Überstau der im Bereich des Nesenbachtals bestehenden Entwässerungseinrichtungen kommen.

Zu den wasserrechtlichen Tatbeständen, die durch die **Benutzung von Grundwasser** entstehen können, gehören

- das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser (§ 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG) durch **Versickern/Versenken** von Oberflächenwasser aus Bauflächen bzw. der Bahnanlage,
- das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser (§ 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG) durch **entnommenes und abgeleitetes Grundwasser**,
- das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser (§ 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG) durch den **Eintrag von Verpressmitteln** in den Untergund,
- das **Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten** von Grundwasser (§ 3 Abs. 1 Nr. 6 WHG),
- das **Aufstauen, Absenken und Umleiten** von Grundwasser durch Anlagen, die hierzu bestimmt oder hierfür geeignet sind (§ 3 Abs. 2 Nr. 1 WHG),

wobei das aus den Bahnflächen oder den Bauwerken anfallende Niederschlags- oder Grundwasser nur vorübergehend (während der Bauzeit) dem Grundwasser zugeführt wird.

Im Zusammenhang mit der Nutzung von oberirdischen Gewässern sowie des Grundwassers ist die bauzeitliche Einleitung von Oberflächenwasser aus den Bereichen Baustelleneinrichtungen und Transportstraßen in oberirdische Gewässer und die Versickerung der o.g. Wässer in das Grundwasser zu berücksichtigen.

Einzelheiten und Schutzvorkehrungen hierzu sind im Zuge der Ausführungsplanung mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen. Hierzu gehört auch die fachgerechte Lagerung und Anwendung der zur Bau-durchführung notwendigen wassergefährdenden Stoffe. Die erforderlichen Maßnahmen und Einrichtungen sind nach dem Stand der Technik unter Beachtung der einschlägigen Richtlinien (LAWA-Arbeitsgruppe RiStWag 1982, DVGW W 101 1995) und Gesetze durchzuführen.

Für **staatlich anerkannte Heilquellen** besteht in Anlehnung an § 19 WHG sowie unter Berücksichtigung des Teils 3, Abschnitt 4 des Wassergesetzes von Baden-Württemberg ein besonderes Schutzbedürfnis bzgl. des genutzten Grundwassers bzw. der Quellen.

Durchfährt die Trasse das Einzugsgebiet bzw. bestehende oder künftige Schutzgebiete von Heilquellen, so hat die DB Netz AG mit der zuständigen Landesbehörde und dem Träger der Heilquellen zu prüfen, welche Maßnahmen für den sicheren Betrieb der Quellen erforderlich sind. Bei fachtechnisch begründeter Notwendigkeit sind entsprechende Vorkehrungen und Auflagen vorzusehen.

Im Falle der Baumaßnahmen im PFA 1.1 liegen die geplanten Bauwerke im engeren Zustrombereich und innerhalb der Innenzone und z.T. der Kernzone des im Entwurf abgegrenzten Heilquellenschutzgebietes für die Mineral- und Heilquellen in Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg (REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART 2001).

Durch die Baumaßnahmen können - z. B. durch Veränderung der Grundwasserpotenzialverhältnisse infolge von Grundwasserabsenkungen (§ 3 Abs. 1 Nr. 6 WHG) - bauzeitlich und auf Dauer Verminderungen des verfügbaren Grundwasser- oder Quellwasserdargebotes eintreten. Daher sind entsprechende Vorkehrungen und Schutzmaßnahmen bezüglich der genutzten Grundwässer und Quellwässer einzuplanen und durchzuführen.

Im Kapitel 4 dieses Erläuterungsberichtes werden die möglichen Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen im PFA 1.1 auf die Mineral- und Heilquellen von Stuttgart - Bad Cannstatt und -Berg sowie auf andere bestehende Grundwasseremutzungen (Privatbrunnen, Notbrunnen etc.) fachtechnisch beurteilt und dargestellt. Danach sind hinsichtlich derv.g. Mineral- und Heilquellen durch die Baumaßnahmen bei Einhaltung der vorgesehenen Schutzvorkehrungen, Bauverfahren und konstruktiven Maßnahmen keine qualitativen oder quantitativen Auswirkungen zu erwarten, die über deren kurzfristige, natürliche Schwankungsbreiten hinausgehen.

Bauwerksbedingte bauzeitliche und dauerhafte **Veränderungen der natürlichen Grundwasserströmungsverhältnisse** können **Veränderungen des Schüttungsverhaltens von Quellen** und der natürlichen Abflussverhältnisse von oberirdischen Gewässern zur Folge haben. Auch hierzu sind ggf. entsprechende Schutzmaßnahmen und Vorkehrungen zu treffen.

Die Beeinflussung der natürlichen Abflussverhältnisse der Oberflächen-gewässer durch Einleiten von Wasser aus Bahnanlagen ist dabei ebenfalls zu beachten. Des Weiteren kann sich eine Veränderung der Abflussverhältnisse durch das **Verlegen von oberirdischen Gewässern** ergeben (vgl. § 31 WHG und Teil 4 des WG).

1.2 Hinweise und weitere Erläuterungen

Die sich durch die Baumaßnahmen für die einzelnen Bauwerke ergebenden wasserrechtlichen Tatbestände bezüglich Grundwasser und bauzeitlich in den Baugruben anfallendem Niederschlagswasser werden nachfolgend für den PFA 1.1 beschrieben, wobei die Aussagen auf den derzeitigen Planungsstand bezogen sind. Das bauzeitlich in den Baugruben anfallende Niederschlagswasser umfasst nicht das im Umfeld der Baugruben anfallende Niederschlagswasser. Durch bauliche Maßnahmen (Schutzwälle, Dämme) wird gewährleistet, dass auch bei ex-

tremen Niederschlagsereignissen kein Niederschlagswasser aus dem Bauumfeld in die Baugruben strömen kann. Für das kurzfristige Aufdecken, Absenken und Ableiten von Grundwasser im Rahmen kleinerer baulicher Maßnahmen (z. B. Wegebau- und Wegeentwässerungsmaßnahmen, Verlegen von Ver- und Entsorgungsleitungen sowie von Dränageleitungen, Erstellung kleinerer Durchlässe, Anschlüsse bzw. Auflässen von Entwässerungs-/Kanalschächten, eventuell mögliche geringfügige Eingriffe durch Rückbaumaßnahmen etc.), die im Bauwerksverzeichnis aufgeführt sind, jedoch keine wesentliche wasserrechtliche Relevanz besitzen, wird auf eine detaillierte Darstellung verzichtet.

Die Gesamtbaumaßnahme im Planfeststellungsabschnitt 1.1 erstreckt sich über einen Zeitraum von ca. 7 Jahren (einschließlich Probebetrieb), wobei aus bauleistungs- und bautechnischen Gründen unter Einbeziehung wasserwirtschaftlicher Gesichtspunkte für die Bauzeit eine Untergliederung der Baumaßnahme in zahlreiche Bauabschnitte (Teilbaugruben) vorgenommen wurde, die entsprechend der Bautaktplanung (Bauschritte 1 bis 12) zeitlich gestaffelt sind bzw. räumlich getrennt zeitgleich zur Ausführung kommen. Die nachfolgend aufgeführten Aussagen zu den Eingriffen und Auswirkungen der bauzeitlichen Wasserhaltung (Bauschritte 1 bis 11) auf die Grundwasservorkommen beziehen sich auf die jeweiligen Einzelbaumaßnahmen (Bauwerkseinheiten), wobei die positiven Wechselwirkungen der zeitgleichen Öffnung von Bauabschnitten bzw. Teilbaugruben, die eine Reduzierung der Wasserandrangsmengen für die einzelnen Bauwerke hervorrufen, Berücksichtigung fanden. Gesondert zu betrachten ist die nicht im Bautaktplan enthaltene, im Anschluss an Um- und Neubau der Bahnhofshallen (d.h. nach Bauschritt 12) geplante Baumaßnahme Nördl. Bahnhofsgebäude mit Wasserhaltung im Bereich Tiefgarage.

Nachfolgend sind - nach Bauwerkseinheiten bzw. -bereichen (Nr. 2 bis 8) gegliedert - Aussagen zu den wasserwirtschaftlich relevanten Eingriffen für die Bauphase und die fertiggestellten Bauwerke aufgeführt.

Für die bauzeitliche Wasserhaltung unter Stützung des Grundwasserkörpers (Infiltrationsmaßnahmen) wurden anhand eines numerischen Grundwasserströmungsmodells für das Nesenbachtal und die Stuttgarter Bucht (Stand: 4. EKP, 2. Optimierung Infiltrationskonzept) Prognoseberechnungen über die Wasserandrangsmengen und Absenkungsverläufe in den einzelnen Bauschritten (gemäß Bautaktplanung, Stand: 26.02.1999) angestellt. Die einzelnen Bauabschnitte gem. Kennzeichnung im Bautaktplan (vgl. Anlage 2.1) sind in einem Lageplan (Anlage 3) zur besseren Übersicht dargestellt. Eine umfassende Dokumentation der Modellberechnungen und -grundlagen findet sich im Anhang zu Teil 3: Wasserwirtschaft der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1.

Entsprechend den Maßgaben der raumordnerischen Beurteilung ist zur Stützung des Grundwasserkörpers im Absenkungsbereich eine Infiltration des aus den offenen Teilbaugruben geförderten Grund- und Niederschlagswassers über geeignete Infiltrationsbrunnen bzw. die Sohlfiler

benachbarter, (teil-)fertiggestellter Teilbaugruben des DB-Tunnels (vgl. Kap. 1.3) vorgesehen, wobei entsprechend den Modellprognosen in den Bauschritten 1 bis 11 durchschnittlich ca. 83 % des Grundwasserandrangs im PFA 1.1 wieder zur Infiltration gelangt. Die übrigen 17 % stellen den in die Vorflut abzuleitenden Überschuss dar, also die „effektive“ Grundwasserentnahme über die gesamte Bauzeit. Die auf Grundlage der o.g. Prognoseberechnungen geschätzten Wasserandrangsmengen gliedern sich in den instationären Erstwasserandrang der Anfangsphase der Grundwasserabsenkung bis unter Bauwerksohle (Rechenfall A) sowie den mittelfristigen, (quasi)stationären Wasserandrang gegen Bautaktende (Rechenfall B). Der sich für die jeweiligen Bauschritte 1 bis 11 in den einzelnen Teilbaugruben über 6 Monate Bauzeit (bzw. 1 bis 5 Monate Bauzeit in den Teilbauschnitten 1a - c, 2a/b) ergebende Gesamtwasserandrang (in Tm^3) ist im Rechenfall C erfasst, wobei zur Berechnung 40 % der Erstwasserandrangsrates (A) und 60 % des mittelfristigen Wasserandrangs (B) herangezogen wurden. Die sich für die Rechenfälle A bis C ergebenden Wasserandrangsmengen pro Bauschritt sind in Anlage 1.1.1 für die Bauschritte 1 - 11 aufgeführt. Zusätzlich ist in Anlage 1.1.1 die nicht in der Bautaktplanung enthaltene Einzelbaumaßnahme Tiefgarage Nördl. Bahnhofsgebäude mit den prognostizierten Wasserandrangsmengen enthalten. In Anlage 2.1 sind die in den Bauschritten 1 - 11 ermittelten Andrangsmengen nach Teilbaugruben/Bauwerken getrennt aufgeführt, sowie die Summenwerte der Grundwasserentnahme, der Infiltrationsmengen und der effektiven Grundwasserentnahme (Überschuss). Die Anlage 1.2.1 behandelt die wasserrechtlich relevanten Infiltrationsmengen pro Bauschritt, wobei für den Rechenfall C die Summe der Andrangsmengen aus allen Teilbaugruben (bzw. bei Grundwasserunterschuss zusätzlich die benötigten Infiltrationsmengen an Trinkwasser (E)) angesetzt wurden. Zusätzlich ist als Fall D je Bauschritt die durchschnittliche Niederschlagsmenge im Bereich der offenen Baugruben (Berechnungsansatz: 700 mm/a) angegeben. Als max. Infiltrationsrate (l/s) pro Bauschritt wurde in Anlage 1.2.1 der jeweilige Spitzenwert (A oder B) der Grundwasserentnahme oder (bei Unterschuss) die Infiltrationsrate gemäß Anlage 2.1 herangezogen.

Bezüglich Prognosen zum Grundwasserandrang ohne Stützungsmaßnahmen wird auf Anhang 1 im Teil 3: Wasserwirtschaft der Stellungnahme zum PFA 1.1 verwiesen.

Anlage 1.2 und 1.3 behandeln die wasserrechtlichen Tatbestände der Infiltration und Ableitung des Grund- und Niederschlagswassers aus den Teilbaugruben des PFA 1.1 bzw. die dauerhafte Ableitung (Dränage) und Versickerung von Grundwasser $>$ BGW (= HW_{200}) im Endzustand. In Anlage 1.4 und 1.5 sind sonstige Benutzungen nach § 3 WHG (z.B. Aufstauen, Absenken von Grundwasser) aufgeführt. Zur Herleitung der Bemessungsspende ($r_{15,n} = 1$) sowie der durchschnittlichen Niederschlagsmenge sind in Anlage 2.2 zusätzlich die für die Teilbaugruben bzw. die Gesamtbaumaßnahme je Bauschritt berechneten Regenabflüsse angegeben.

1.3 Prinzip des Zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements

Zur Stützung der Grundwasserkörper im Quartär bis Gipskeuper werden im unmittelbaren Baustellenumgriff in einer Entfernung von ca. 10 bis 100 Metern von den Teilbaugruben nach derzeitiger Planung 37 Infiltrationsbrunnen (Negativbrunnen) abgeteuft und bauzeitlich unterhalten (vgl. Lageplan in Anl. 3). In die Bohrbrunnen mit Tiefen von ca. 15 bis 30 Metern und einem Filterdurchmesser von 300 mm wird das in den offenen Teilbaugruben mit der Wasserhaltung anfallende Grundwasser nach entsprechender Reinigung zur Minimierung des Absenkungstrichters und der Potenzialumkehrfläche wieder versenkt („infiltriert“). Dabei erfolgt der Ausbau im Quartär und Gipskeuper (km1BH, km1BB/DRM) stockwerksgetreunt, um hydraulische Kurzschlüsse zu vermeiden. Grundlage der Konzeptionierung und Dimensionierung ist ein geeichtes und verifiziertes Grundwasserströmungsmodell (Stuttgarter Bucht, 4. EKP, 2. Optimierung Infiltrationskonzept).

Zur technischen Umsetzung wird auf der Baustelle eine vernetztes Rohrleitungssystem installiert und über alle Bauschritte vorgehalten. Das Grundwasser wird zusammen mit dem Niederschlagswasser in offener Wasserhaltung in den Teilbaugruben gesammelt und in Brunnen in den Arbeitsräumen gefasst. Die für die Infiltration erforderlichen Teilmengen (insgesamt bis zu ca. 20 bis 30 l/s) werden mit Pumpen über die Druckrohrleitungen zu 3 Teilaufbereitungsanlagen transportiert. Die Aufbereitungsanlagen werden in Baustelleneinrichtungsflächen untergebracht. Dort erfolgt eine mechanische Aufbereitung (Entfernung ungelöster Stoffe) sowie bei Bedarf eine chemisch-physikalische Aufbereitung (Eliminierung organischer und anorganischer Schadstoffe). Umfang und Auslegung der Aufbereitungskomponenten werden durch die Grundwasserbeschaffenheit und die Vorgaben zu den Einleitbedingungen (Grenzwerte) bestimmt. Über Infiltrationsrohrleitungen wird das Reinwasser zu den definierten Einleitstellen in den Infiltrationsbrunnen sowie zu ausgewählten Teilbaugruben (Infiltration über Kiesfilter unter der fertiggestellten Sohlplatte) gepumpt. Von einem zentralen Leitstand aus werden die einzelnen Infiltrationspunkte angesteuert und die jeweiligen Infiltrationsraten kontinuierlich geregelt. Ein System von Steuerungspiegeln mit automatischer Überwachung der Grundwasserstände, von Messstellen zur baubegleitenden Beweissicherung sowie von definierten Zyklen für chemische Analysen ermöglichen den laufenden Vergleich mit Zielvorgaben für einzelne Aquifere (maximal zulässige Aufhöhungen bzw. Absenkungen des Grundwasserspiegels, Einhaltung von Warnwerten, Veränderung der Beschaffenheit). Bei signifikanten Abweichungen von der Vorgabe aus dem Grundwassermodell oder Änderungen an bestehenden Grundwasseremutungen hinsichtlich Schüttung und Wassergüte erfolgen steuernde Maßnahmen zur Systemoptimierung. Vorliegende Notkonzepte für Störfälle enthalten Handlungsanleitungen für außergewöhnliche Ereignisse. Für eine eventuell zeitweilig erforderliche, zusätzliche Grundwasserstützung im Grenzdolomit werden im Bau-

stellenumgriff zehn Notbrunnen (Tiefe ca. 30 bis 40 m) mit separater Einspeisung und separaten Zuleitungen gebaut und vorgehalten.

Das für die Stützung des Grundwasserkörpers i. S. des Schutzkonzeptes nicht für die Infiltration benötigte Grundwasser (Überschusswasser) und Niederschlagswasser (bis zu einem festgelegten, systembegrenzenden Bemessungsregen) wird in einem speziellen Rohrleitungssystem mit Pumpen zur zentralen Überschusswasseraufbereitungsanlage im mittleren Schloßgarten geführt. Dort erfolgt eine mechanische Klärung und Rückhaltung bis zu einer festgelegten Drosselmenge. Bei Bedarf wird unter Beachtung der wasserrechtlichen Einleitungskriterien eine physikalisch-chemische Reinigungsstufe nachgeschaltet. Die Ableitung in die Vorflut erfolgt über eine ca. 2 km lange Druckleitung durch den alten Rosensteintunnel mit Auslauf in den Neckar. Die Einleitmenge beträgt bis zu ca. 50 l/s.

Eine ausführliche Beschreibung des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements ist in Anhang 2 des Teils 3: Wasserwirtschaft, der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum Planfeststellungsabschnitt 1.1 zu finden.

2 DB-Tunnel mit Trogkonstruktion Bahnhofshalle einschl. Rettungs- zufahrt Nord, Kanal Jägerstraße, Umbau S-Bahn-Tunnel, Sammler Willy-Brandt-Straße, Versorgung- tunnel und Schwallbauwerke Nord/ Süd

Im Streckenabschnitt zwischen Bau-km -0.4-42.0 und +0.4+32.0 kreuzt der DB-Tunnel (NBS) das Nesenbachtal.

Der DB-Tunnel gliedert sich in mehrere Abschnitte: den Nordkopf Bau-km -0.4-42.0 bis Bau-km -0.2-15.0, das Trogbauwerk Bahnhofshalle von Bau-km -0.2-15.0 bis Bau-km +0.2+62.0 und die sich hieran anschließenden Bau-km +0.2+62.0 bis Bau-km +0.4+32.0 des Südkopfes. Zwischen dem nordwestlichen Tunnelende in Bau-km -0.4-42.0 und dem Rand der quartären Talauie in ca. Bau-km -0.1-00.0 durchfährt der DB-Tunnel die ausgelaugten und tiefgründig verwitterten, entfestigten Schichtabfolgen des Gipskeupers (Dunkelrote Mergel bis Mittlerer Gips-horizont), wobei die Tunnelsohle im Mittel rund 3 bis 4 m unterhalb des Grundwasserspiegels zu liegen kommt (Mittelwasserverhältnisse). Zwischen ca. Bau-km -0.1-00.0 und +0.2+50.0 werden vom DB-Tunnel die grundwasserführenden quartären Lockergesteine der Nesenbach-Talauie und im weiteren Verlauf bis zum Anschluss an die bergmännischen Tunnel des PFA 1.2 in Bau-km +0.4+32.0 die quartären Tal-randablagerungen (Hangschutt und Fließerden) sowie stark verwitterte, vollständig ausgelaugte Gipskeuperschichten (Dunkelrote Mergel) durchfahren. Das vorwiegend gering ergebige, quartäre Grundwasser-vorkommen ist im zentralen Nesenbachtal hydraulisch an den Bochinger Horizont im Liegenden gekoppelt (q/km¹BH-Aquifer). In diesem Trassenabschnitt schneidet der DB-Tunnel im Gradiententiefstpunkt (Bau-werkssohle bei ca. N 226,5 m) unter Mittelwasserverhältnissen (MW) bis ca. 9 m tief in das freie bis überwiegend gespannte quartäre Grundwas-servorkommen bzw. in die Grundwasserdruckfläche des Bochinger Ho-rizontes ein. Das im Gradiententiefstpunkt unter dem DB-Tunnel ge-plante und in den Dunkelroten Mergeln gegründete Speicherbecken (Teil des betrieblichen Entwässerungssystems, ca. Bau-km + 0.3 + 60,0) unterschneidet den Grundwasserspiegel im oberen Grundwasservorkom-men um bis zu 12 m; an der südöstlichen Blockfuge zum bergmänni-schen Tunnel (PFA 1.2) liegt die Bauwerkssohle ca. 12 m unter dem Druckwasserspiegel im Gipskeuper (Dunkelrote Mergel).

Zur Gründung des DB-Tunnelbauwerkes ist im Bereich der Bahnhofshalle (Bahnsteiganlage) eine kombinierte Pfahl-Platten-Gründung mit Pfählen mit hoher Fußtragkraft (i.d.R. Ort betonrammpfähle) geplant, die max. bis 1 m über OK Grundgipsschichten in den Gipskeuper einbinden. Hierdurch werden sich zwischen etwa Bau-km -0.1+00.0 und +0.2+00.0 und ca. Bau-km +0.2+00.0 bereichsweise Eingriffe in das Grundwasservorkommen im Bochinger Horizont ergeben. Des Weiteren sind zwischen ca. Bau-km +0.2+50.0 und ca. Bau-km +0.2+70.0 (Bereich der Überquerung des neuen Dükers Nesenbach) Pfahlgründungen bis etwa OK Bochinger Horizont vorgesehen. Weiterhin werden die Baugruben durch Verbauträger gesichert, (ca. 2 m-Abstand), die (Bereich Bahnhofshalle/Südkopf) je nach statischer Erfordernis 2 bis 3 m unter die Baugrubensohle reichen. Gleiches gilt für Rückverankerungen der Verbauwände sowie der Bohrpfahlwände im Bereich der Ortsbrust Nord- und Südkopf. Kein Träger oder Anker reicht jedoch tiefer als max. OK Grundgipsschichten. Die Gefahr der Schaffung sekundärer, vertikaler Wasserwegsamkeiten ist aufgrund der hydraulischen Koppelung an das quartäre Grundwasservorkommen sowie der rambbedingten Verzahnung von Ort beton und anstehendem Lockergestein ausgeschlossen. Im Bereich des überführten, bestehenden S-Bahntunnels ist eine Tiefgründung der Bahnhofshalle mittels Bohrpfählen erforderlich, die bis nahe OK der Grundgipsschichten reichen.

Da sich über die gesamte Länge des Tunnelbauwerkes direkte Eingriffe in das obere Grundwasserstockwerk des Nesenbachtals ergeben, ist zur Herstellung des DB-Tunnels eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung mit einem Absenkungsziel von max. 0,5 m unter die Bauwerkssohle notwendig. Die Absenkungsziele für die einzelnen Teilbaugruben sind aus Anlage 2.1 ersichtlich. Durch vor Beginn der Wasserhaltung erstellte Brunnenschächte im Arbeitsraum, erfolgt die Grundwasserabsenkung dem Aushub vorauslaufend. In Quartärbereichen mit organischen Lockerablagerungen (Torfe, Mulden etc.) erfolgt ggf. max. ca. 14 Tage vor Öffnung der entsprechenden Teilbaugruben eine Vorentwässerung mittels Tiefendrän (evtl. unter Vakuumbeaufschlagung). Nähere Einzelheiten zur Bauwasserhaltung sind den Teilen 2 und 3 der geologischen, hydrologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1 zu entnehmen.

Der DB-Tunnel wird in offener Bauweise (offene Baugruben mit wasser-durchlässigen Verbauwänden) hergestellt. Um die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen möglichst gering zu halten, wird die Erstellung des Tunnel-/Trogbauwerkes in Teilabschnitten mit zeitlich gestaffelten Teilbaugruben bei offener Wasserhaltung und unter Infiltration bauzeitlich gefasster Wässer in das obere, direkt beanspruchte Grundwasservorkommen (Stützung des Grundwasserkörpers) erfolgen. Nach Erreichen von Rohbauteilzuständen (z.B. Einbringen Bodenplatte, Trogwände etc.) wird zur Eingriffsminimierung die Wasserhaltung sukzessiv abgestellt, um so frühzeitig wie möglich das Grundwasser wieder anzuheben. Zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit (bis Auflast an Schalendachkonstruktion vorhanden) werden Überlaufrohre und Notflutöffnungen auf Höhe des jeweiligen Bemessungszustands angebracht, wobei z.T.

(Baugruben 16 bis 18) eine Teilwasserhaltung bis max. 1,5 m unter Mittelwasser-(MW)-Verhältnissen erforderlich ist. Zur weiteren Eingriffsminderung ist zudem ein baubegleitendes Grundwassermanagement vorgesehen, das die Wasserhaltung/Infiltration ständig optimiert und auf Abweichungen von den prognostizierten Verhältnissen rasch reagiert werden kann (nähere Ausführungen s. Teil 3 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1).

Durch die Grundwasserabsenkung in einzelnen Bauschritten um bis zu 9,5 m (DB-Tunnel im Bereich Südkopf) bzw. kurzzeitig bis zu 12,5 m (im Bereich des Speicherbeckens) vermindert sich bauzeitlich der oberflächennahe Grundwasserabstrom im Nesenbachtal. Die Absenkung wird sich deutlich im oberen Grundwasserstockwerk (q/km1BH, talrandlich km1DRM/BB) auswirken. Dadurch kommt es zu einer Potenzialumkehr zwischen dem oberen Grundwasservorkommen und dem gespannten Grundwasser im Lettenkeuper bzw. Oberen Muschelkalk, die in den tiefsten Absenkungsbereichen bis zu 9 m (lokal am Speicherbecken bis zu 12 m) beträgt und einen räumlich begrenzten, vertikalen Aufstieg von höher mineralisiertem Grundwasser aus tieferen Grundwasserstockwerken des ku2GD, ku2 und mo bewirkt.

Aufgrund der hydraulischen Trennwirkung der grundwasserhemmenden Grundgipsschichten sind die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt in den tieferen Grundwasserstockwerken jedoch als gering zu beurteilen. Ein über Schwächezonen (Störungen, Dolinen) nicht gänzlich auszuschließender, verstärkter Zutritt höher mineralisierten Grundwassers aus diesen tieferen Grundwasserstockwerken im Zuge der Bauwasserhaltung wird im Rahmen des o.g. Grundwassermanagements und der Beweissicherung anhand einer kontinuierlichen Überwachung des Wasserandrangs, der Wasserstände und ausgewählter hydrochemischer Leitparameter (z.B. CO₂, Chlorid) im Umfeld der Baumaßnahme festgestellt. Bei Überschreitung definierter qualitativer/quantitativer Warnwerte (vgl. Beilage zum Anhang) erfolgt eine mit der zuständigen Behörde abgestimmte Vorgehensweise entsprechend der Handlungskonzepte für Problemszenarien, die die Einleitung von gezielten Gegenmaßnahmen vorsieht. Eine detaillierte Beschreibung dieser Handlungskonzepte ist im Teil 4 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zu den PFA 1.1 bis 1.6 zu finden.

Insgesamt sind im Zuge der Errichtung des DB-Tunnels 20 Teilbaugruben vorgesehen. Die bauzeitliche Grundwasserabsenkung wird im Rahmen des Grundwassermanagements mit Hilfe von Grundwassermessstellen, die in einem Beobachtungsfeld außerhalb des (unter Stützung des Grundwasserkörpers) prognostizierten Absenkungstrichters errichtet werden, überwacht und kontrolliert. Hierbei soll die Absenkung im Beobachtungsfeld einen natürlichen Grundwasserstand, der sich an einem statistisch ermittelten Niedrigwasserstand der Jährlichkeit 5 (NW₅) orientiert, nicht unterschreiten. Beim Erreichen des Warnwertes NW₅ im Beobachtungsfeld werden in Abstimmung mit der zuständigen Überwachungsbehörde geeignete und angemessene Maßnahmen zur weiteren

Reduzierung der Grundwasserabsenkung getroffen (z.B. vermehrte Grundwasserstützung durch Infiltration). Gleiches gilt bei Unterschreitung definierter Wasserstände in im Absenkungsfeld gelegenen ku- und mo-Warnwertmessstellen.

Das aus den Teilbaugruben geförderte Grundwasser (mit Niederschlagswasseranteilen) wird - nach entsprechender Vorbehandlung/Reinigung - zur Stützung des Grundwasserkörpers und zur Minimierung der Reichweite der bauzeitlichen Grundwasserabsenkung infiltriert. Diese Infiltration erfolgt zum einen flächig über die Sohlfilter (teil)fertiggestellter Baugruben des DB-Tunnels (ab Bauschritt 3), zum anderen über die unter Kap. 1.3 beschriebenen Infiltrationsbrunnen in den q/km1BH-Aquifer (talrandlich: km1DM/BB-Aquifer), die je nach Öffnungszustand der Teilbaugruben betrieben werden. Um direkte hydraulische Kurzschlüsse zwischen zur Infiltration herangezogenen und benachbarten, noch im Bau befindlichen Teilbaugruben zu vermeiden, werden die Sohlfilter stimseitig auf mehreren Metern Breite unterbrochen. Weiterhin wird die Anhebung der Wasserstände in den Infiltrationsbereichen auf max. 2 m über Zielwasserstand (= Absenkziel) beschränkt. Ergänzend werden 3 Infiltrationsflächen (WA 1 bis 3) sowie ca. 10 ku2GD-Infiltrationsbrunnen (als Notmaßnahme zum Schutz des Mineralwasservorkommens gemäß Handlungskonzept Problemszenarien) vorgehalten (vgl. Anlage 2.3).

Die Infiltration der anfallenden Grundwässer aus den Teilbaugruben des DB-Tunnels wird im Rahmen des Grundwassermanagements ebenfalls mit Hilfe der v.g. Grundwassermessstellen im Beobachtungsfeld (sowie weiteren Messstellen im Absenkungsfeld) überwacht und kontrolliert. Hierbei soll die Grundwasserspiegelaufhöhung im Beobachtungsfeld einen Grundwasserstand, der sich an einem statistisch ermittelten Hochwasserstand der Jährlichkeit 1 (HW_1) orientiert, nicht überschreiten. Beim Erreichen dieses Warnwertes im Beobachtungsfeld wird das Grundwasser in den betroffenen Bereichen nicht mehr infiltriert, sondern als Überschusswasser nach entsprechender Vorbehandlung und Reinigung über eine ca. 2 km lange, temporäre Entwässerungsleitung (DN 200) in den Neckar bei Bad Cannstatt abgeleitet.

Die in den talrandlichen Teilbaugruben des DB-Tunnels bauzeitlich anfallenden Restwässer (Grund- und Sickerwässer) aus den nordwestlich und südöstlich anschließenden, bergmännisch erstellten Tunnelabschnitten (PFA 1.2/1.5) werden getrennt gesammelt und nach einer Vorreinigung über ausreichend dimensionierte Absetzbecken (ggf. mit Neutralisationsanlage) in die örtliche Mischwasserkanalisation abgeleitet.

Als Standort für die Absetzbecken der PFA 1.2-Vortriebsstrecken sind BE-Flächen am Wagenburgtunnel und über dem Bauabschnitt 25 (Anfahrbaugrube) vorgesehen. Aufgrund des hohen Oberflächenabflusses von 23 l/s (Bemessungsfall r_{15} , $n = 1$) aus der BE-Fläche an der Rettungsfahrt Süd (PFA 1.2) sollen diese Wässer ggf. (als Alternative zur Einleitung in die Kanalisation) nach entsprechender Vorbehandlung gemeinsam mit den Überschusswässern aus dem Bereich der Baumaß-

nahme PFA 1.1 nach entsprechender Vorbehandlung und Retention über die v.g. temporäre Entwässerungsleitung in den Neckar abgeleitet werden.

In qualitativer Hinsicht ist allgemein mit einem bauzeitlichen Eintrag von Schmutz- und Trübstoffen insbesondere ins obere Grundwasservorkommen (q/km^1BH , talrandlich km^1DRM/BB) zu rechnen. Des Weiteren können aus dem Absenkungsbereich Schadstoffe durch belastete Grundwässer eingetragen werden, die ggf. besonders gereinigt/abgeleitet werden müssen. Die in den Dränagen und Pumpensümpfen der Teilbaugruben anfallenden, zur Infiltration vorgesehenen Grundwässer werden daher mittels ausreichend dimensionierter Absetzbecken ggf. unter Nachschaltung einer Neutralisationsanlage und weiterer Reinigungsstufen nach Stand der Technik vorbehandelt. Es werden im Heilquellenschutzgebiet ausschließlich Wässer infiltriert, die bzgl. der Schadstoffgehalte die amtlich festgelegten Grenzwerte einhalten bzw. keinerlei nachweisbaren organischen Schadstoffe enthalten (Verbesserungsgebot) und die keine höhere Mineralisation bzw. keinen grundlegend verschiedenen hydrochemischen Charakter als die im Bereich der Baumaßnahme geförderten Grundwässer (vgl. Erläuterungsbericht, Kap. 3.5) aufweisen. Für Überschusswässer, die in die Vorflut (Neckar) abgeleitet werden, gelten ebenfalls die von der zuständigen Behörde festgelegten Einleitungsgrenzwerte (vgl. Liste des AfU-Stuttgart: „Werte zur Ableitung von schadstoffhaltigem Grundwasser“). Erforderlichenfalls werden vor der Infiltration bzw. Ableitung der anfallenden Grundwässer weitere Reinigungsstufen (z.B. Reinigung durch Aktivkohlefilter) zugeschaltet. Hierzu werden ausreichend dimensionierte Reinigungsanlagen vorgehalten. Die Überwachung und Steuerung der Reinigung, der Infiltrationsmaßnahme und der Ableitung der Wässer erfolgt im Rahmen des Grund- und Niederschlagswassermanagements. Extrem belastete Grundwässer aus Kontaminationsfällen oder Havariefällen werden in den betroffenen Teilbaugruben ggf. gesondert gefasst und fachgerecht gereinigt bzw. entsorgt (vgl. hierzu Teil 4 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme PFA 1.1 bis 1.6, Handlungskonzept Problemszenarien).

Das im Baufeld anfallende Sicker- bzw. Niederschlagswasser wird zusammen mit dem Grundwasser in den Pumpensümpfen der Baugruben gefasst. Bezogen auf eine Bemessungsregenspende von $r_{15} = 125,7 \text{ l/s ha}$ fallen in den einzelnen Baugruben des DB-Tunnels insgesamt Niederschlagswassermengen (Jährlichkeit $n = 1$) zwischen ca. $10,1 \text{ l/s}$ (Bauschritt 11) und $456,3 \text{ l/s}$ (Bauschritt 7) an (vgl. Anlage 2.2). Die bis zu diesem Bemessungsereignis anfallenden und nicht infiltrierbaren Wassermengen werden als Überschusswasser analog dem nicht infiltrierbaren Grundwasser nach Vorbehandlung über die v.g. temporäre Entwässerungsleitung in den Neckar abgeleitet (Niederschlagswassermanagement-System). Werden diese Mengen bei Extremereignissen höherer Jährlichkeit überschritten und ist eine zusätzliche Einleitung in die örtliche Mischwasserkanalisation aufgrund von Überlastung nicht möglich, wird ein kurzzeitiger Einstau (Flutung) von Teilbaugruben zugelassen, da dann die Kapazitäten der Förder- und Behand-

lungsanlagen, Rohrleitungen etc. überschritten sind. Ab Bauschritt 3 besteht zudem die Möglichkeit, überschüssiges Niederschlagswasser aus DB-Tunnelabschnitten in benachbarte (teil-)fertiggestellte Baugruben überzuleiten.

Bzgl. der bauzeitlich zu fördernden Grundwassermengen unter gleichzeitiger Stützung des Grundwasserkörpers zeigt sich, dass auf Grundlage der Prognoseberechnungen während der Öffnung der Teilbaugruben des DB-Tunnels in den Bauschritten 1 bis 11 die prognostizierte Erstwasserandrangsrate (A) zwischen 0,6 und 14,4 l/s schwankt. Das Maximum tritt in Bauschritt 6 auf (Öffnung von Teilbaugruben im Gradiententiefstpunkt), das Minimum im letzten Bauschritt 11 (nur noch Rettungszufahrt Nord im Bau). Die mittelfristige (quasi) stationäre Phase der Entwässerung (B) ergibt im Allgemeinen eine geringfügige Reduzierung der Wasserandrangsraten auf 0,9 bis 13,1 l/s. Für den Fall C (Gesamtfördermenge pro Bauschritt unter Ansatz von 40 % A + 60 % B) liegt die zu erwartende Entnahme aus den DB-Tunnelabschnitten zwischen 12.200 und 212.100 m³ in der Summe aller Bauschritte bei rd. 1,50 Mio m³. Dies entspricht rd. 56 % der Gesamtförderung an Grundwasser im PFA 1.1. Die Berechnungen zeigen, dass durch die Stützungsmaßnahmen in direkt benachbarten, fertiggestellten Teilbaugruben (Sohlfiler) ab etwa Bauschritt 5 die Andrangsmengen in den DB-Tunnelabschnitten etwas zunehmen, da eine verstärkte Kreislaufförderung des Grundwassers einsetzt.

Durch die bauzeitliche Wasserhaltung für die Herstellung des DB-Tunnels sind vorübergehend quantitative und qualitative Auswirkungen auf die im Nahbereich gelegenen Notbrunnen 1 und 2, DB (nicht mehr genutzt) und eingeschränkt B+B sowie umliegende Grundwasserhaltungen und Dränagen zu erwarten, wodurch in bestehende Wasserrechte (Grundwassernutzungen gemäß § 3 WHG) eingegriffen wird. Nähere Einzelheiten sind Kap. 4.2 der Anlage 20.1 zu entnehmen.

Im Endzustand ist das Tunnelbauwerk wasserundurchlässig ausgebildet, so dass bei Grundwasserständen unterhalb des Bemessungsgrundwasserspiegels keine Grundwasserableitung mehr erfolgt. Der entsprechende wasserrechtliche Tatbestand nach § 3 WHG ist in Anlage 1.1.2 aufgeführt. Um einen Grundwasseraufstau durch das weitgehend quer zum oberflächennahen Grundwasserabstrom gelegene Bauwerk zu vermeiden, ist ein Grundwasserumleitungssystem vorgesehen. Hierzu wird unter der Tunnelsohle eine 30 cm starke Kiesfilterschicht eingebracht. Zur Aufnahme des anströmenden Grundwassers, zur Weiterleitung an den v.g. Sohlfilter und zur Abgabe des Grundwassers im Unterstrom erfolgt an den Verbauwänden der Einbau von Dränmatten, wobei vor dem Einbau bei Bedarf durch Perforierungen der Verbauwände der hydraulische Anschluss an den Aquifer sichergestellt wird. Um eine Dränwirkung des fertigen Bauwerkes in Tunnellängsrichtung - also quer zum natürlichen Grundwasserabstrom - zu vermeiden, sind entsprechend dimensionierte Grundwassersperrn aus Betonriegeln und angrenzendem Lehmschlag vorgesehen, die die Kiesfilterschicht unterbrechen und bis ca. 0,5 m in das umgebende Gebirge einbinden. Der Arbeitsraum wird

nach oben zur Vermeidung von Oberflächenwassereintrag in das Umläufigkeitssystem mit einer Lehmschicht und Dichtbahnen abgedichtet. Aufgrund der hohen Durchlässigkeit des Sohlfilters werden die bauwerksbedingten Eingriffe (u.a. auch durch im Untergrund verbleibende Anker, Bohrträger etc.) in die grundwasserführenden Schichten ausreichend kompensiert. Da das Umleitungssystem wie ein Düker wirkt, erfolgt oberstromig ein geringer Absenkeffekt, unterstromig ein leichter Aufstau (Größenordnung $\pm 0,2$ m, vgl. Anlage 1.4.2).

Um die Auftriebssicherheit des Tunnelbauwerkes zu gewährleisten, wird in Höhe des Bemessungswasserspiegels (BGW) von N 236,3 m bis N 241,2 m, der sich an einem Grundwasserhöchststand der Jährlichkeit 200 (HW_{200}) im q/km1BH-Aquifer orientiert, an den Bauwerksaußenseiten als Grundwasserspiegelbegrenzungssystem ein Vollsickerrohr DN 200 als Sicherheitsdrainage verlegt, das eine zu den Talflanken hin ansteigende Gradienten aufweist. Hierdurch wird der Grundwasserspiegel im Bauwerksbereich dauerhaft auf einen Höchstwasserstand von ca. HW_{200} begrenzt. Zusätzlich zur Sicherheitsdrainage sind im Bereich der Bahnhofshalle oberhalb des Bemessungswasserspiegels Notüberläufe in den Außenwänden vorgesehen, um bei einem Versagen des Drainagesystems ein Einströmen von Wasser in das Bauwerk zu ermöglichen und somit den Anstieg des Außenwasserspiegels zu verhindern und die Auftriebssicherheit zu gewährleisten. Das bei Grundwasserständen $\geq HW_{200}$ ggf. aus der Sicherheitsdrainage anfallende Wasser (geschätzte Wassermenge bei einem HW_{1000} -Ereignis: ca. 0,1 l/s) wird im Tiefpunkt der Drainage bei Bau-km +0.2+80.0 (BGW = N 263,3 m) gesammelt, mittels eines ca. 950 m langen, mit Kontrollschächten versehenen Kanals (DN 500) rückstaufrei zu einem nördlich der Cannstatter Straße im Unteren Schloßgarten gelegenen Sickerschacht geführt und über einen Kiesfilter in den quartären Untergrund versickert. Bei einem Überlaufen des Schachtes läuft das Wasser über die Geländeoberfläche ab und es erfolgt eine großflächige Versickerung im Unteren Schloßgarten. Der entsprechend wasserrechtliche Tatbestand nach § 3 WHG ist in Anlage 1.2.2 aufgeführt. Nähere Ausführungen zum Umläufigkeitssystem und zur Sicherheitsdrainage sowie den Bemessungsgrundlagen sind der Anlage 11 der Planfeststellungsunterlagen sowie den Teilen 1 (Geologie und Hydrogeologie) und 3 (Wasserwirtschaft) der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1 zu entnehmen.

Zur Ableitung von in den bergmännischen Tunneln des PFA 1.5 am nordwestlichen Ende des PFA 1.1 im Endzustand anfallenden Leckwässern, Schwitzwässern etc. ist - beginnend bei Bau-km -0.4-42.0 am Übergang zum Nordkopf - in der Verlängerung der bergmännischen Tunnelröhren jeweils eine Entwässerungsleitung DN 200 in der Bodenplatte des Nordkopfes vorgesehen. Beide Entwässerungsleitungen werden, mit entsprechenden Schächten versehen, durch den Nordkopf und die anschließende Bahnhofshalle bis zu einer Hebeanlage im Südkopf geführt, wobei unter den Gleisen der Bahnhofshalle Quermägen mit Anschluss an die beiden Entwässerungsleitungen hergestellt werden.

Zur Ableitung von in den bergmännischen Tunneln des PFA 1.2 und 1.6 am südöstlichen Ende des PFA 1.1 im Endzustand anfallenden Leckwässern ist - beginnend bei Bau-km +0.4+32.0 am Übergang zum Südkopf - in der Verlängerung der bergmännischen Tunnelröhren jeweils eine Entwässerungsleitung DN 200 in der Bodenplatte des Südkopfes vorgesehen. Unter der Tunnelsohle des Südkopfes ist als Sohlvertiefung ein Speicherbecken (Volumen: 200 m³) mit Hebeanlage geplant. Die v.g. Entwässerungsleitungen werden, mit entsprechenden Schächten versehen, durch den Südkopf bis zur Hebeanlage im Speicherbecken geführt. Von dort werden die im Bereich der bergmännischen Tunnel sowie im Bereich des DB-Tunnels anfallenden Leckwässer in den bestehenden Mischwassersammler der Willy-Brandt-Straße geleitet.

Da sich das Schalendach der Bahnhofshalle nach Planung durch IOK GmbH im Mittel ca. 5 m über dem derzeit bestehenden Geländeniveau des Mittleren Schloßgartens befindet, ergibt sich durch die Geländemodellierung für das neue Bauwerk im Hinblick auf den natürlichen, in nordöstliche Richtung talwärts gerichteten Abfluss von Oberflächenwasser eine Dammwirkung in Talwärtsrichtung. Hierdurch könnte sich bei Starkniederschlagsereignissen und einem damit ggf. verbundenen Rückstau in den bestehenden Entwässerungskanälen auf der Südwestseite des Bauwerkes oberflächlich ein See oder zumindest eine Vermäusungsfläche bilden. Durch die vorgenommene Geländeanpassung über dem Trogbauwerk zwischen Bahnhofshalle und Zugang Haltestelle Staatsgalerie und die entstehende Durchflussmöglichkeit wird auch bei Extremniederschlag (Bemessung: Jährlichkeit 100, Oberflächenabfluss 22 m³/s) nur ein geringer Aufstau bis 0,5 m verursacht, der die Einlaufhöhen umliegender Gebäude nicht gefährdet. Bauzeitlich wird durch zeitversetztes Öffnen der im Geländetiefpunkt gelegenen Teilbaugruben 18 und 19/20 sowie Eindeichen/Abschotten der offenen Baugruben ein ausreichender Hochwasserabfluss in diesem Bauabschnitt gewährleistet.

Östlich des Nordkopfes des DB-Tunnels ist unter der Jägerstraße die Rettungszufahrt Nord als zweispuriger Straßentunnel in offener Bauweise geplant. Im Anschlussbereich an den Nordkopf (Tiefpunkt der Rettungszufahrt) kommt es dabei zu Eingriffen in das obere Grundwasserstockwerk, wobei die Bauwerksohle bei MW-Verhältnissen den Grundwasserspiegel des Grundwasservorkommens in den Dunkelroten Mergeln um ca. 1,5 m unterschneidet. Die Baumaßnahme ist in den Bauablauf für den DB-Tunnel integriert (Baugrube 1A) und somit hinsichtlich ihrer wasserrechtlichen Aspekte dort mit berücksichtigt. Im Endzustand ist der Straßentunnel wasserundurchlässig ausgebildet, so dass keine Grundwasserableitung mehr erfolgt.

Der bestehende Kanal Jägerstraße muss im Kreuzungsbereich mit dem Nordkopf des DB-Tunnels und der Rettungszufahrt Nord verlegt werden. Mit dieser Baumaßnahme sind keine Eingriffe in Grundwasservorkommen verbunden, so dass sich über die Sammlung und Ableitung bauzeitlich anfallender Sicker- bzw. Oberflächenwässer hinaus keine relevanten wasserrechtlichen Tatbestände ergeben.

Im Kreuzungsbereich mit der geplanten Bahnhofshalle muss der bestehende S-Bahntunnel teilweise abgebrochen und umgebaut werden. Die Sohle der entsprechenden S-Bahn-Ebene unterfährt hier bei Mittelwasser-Verhältnissen den Grundwasserspiegel in den Dunkelroten Mergeln zwischen ca. Bau-km -0.1-40,0 und ca. Bau-km -0.1-20,0 um ca. 6,5 bis 7 m und den Druckspiegel des mo um ca. 4,5 m, so dass im Rahmen der vorgenannten Abbruch- und Umbauarbeiten eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung bis auf ein Niveau von ca. N 230 m erforderlich wird. Die Baumaßnahmen sind in den Bauablauf für den DB-Tunnel integriert und somit hinsichtlich ihrer wasserrechtlichen Aspekte dort mit berücksichtigt. Im Endzustand erfolgt keine Grundwasserableitung durch das umgebaute S-Bahnbauwerk mehr. Die bestehende dauerhafte Entwässerung des S-Bahntunnels hinsichtlich ggf. anfallender Leckwässer bleibt unverändert.

Bei ca. Bau-km -0.0-15,0 wird der DB-Tunnel durch den geplanten Versorgungstunnel unterquert, der mit einer Bauwerkssohle von ca. N 229 den Grundwasserspiegel im Quartär um ca. 7,5 m unterschneidet. Lokal wird hier im Rahmen der Baumaßnahme DB-Tunnel (Bauabschnitt 13) eine Grundwasserhaltung bis ca. N 228,7 erforderlich, die wasserwirtschaftlich jedoch keine zusätzliche Relevanz besitzt. Der Tunnel wird monolithisch mit dem Trogbauwerk und dessen Sohldränage verbunden, so dass dauerhaft keine weiteren Auswirkungen auf die Grundwasserströmungsverhältnisse zu erwarten sind.

Der bestehende Mischwasserkanal Sammler Willy-Brandt-Straße muss im Kreuzungsbereich mit dem DB-Tunnel in der alten Trassierung neu gebaut und z. T. verlegt sowie im Bereich der Willy-Brandt-Straße verlängert werden. Mit dieser Baumaßnahme sind keine zusätzlichen Eingriffe in Grundwasservorkommen verbunden, so dass sich über die Sammlung und Ableitung bauzeitlich anfallender Sicker- bzw. Oberflächenwässer hinaus keine relevanten wasserrechtlichen Tatbestände ergeben.

Die im Bereich DB-Tunnel Südkopf bei ca. Bau-km +0.4 + 24,0 sowie am DB-Tunnel-Nordkopf (ca. Bau-km -0.4-30,0) am Übergang von offener zu bergmännischer Bauweise (PFA 1.1 zu PFA 1.2/1.5) geplanten Schwallbauwerke (Be-/Entlüftungssystem Tunnel und Bahnhofshalle) werden den Decken des DB-Tunnels oberhalb des örtlichen Grundwasserspiegels aufgesetzt. Diese zusätzlichen Baumaßnahmen stellen weder bauzeitliche noch dauerhafte, wasserwirtschaftlich relevante Eingriffe in das obere Grundwasservorkommen im PFA 1.1 dar.

3 Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße

Der bestehende, unter der Heilbronner Straße verlaufende zweigleisige Stadtbahntunnel mit darüber liegendem Fernheizkanal muss im Kreuzungsbereich mit dem geplanten DB-Tunnel verlegt werden. Die neuen Tunnelröhren werden in bergmännischer Bauweise aufgeföhren und unterqueren den DB-Tunnel, wobei sich die Tunnelröhre geometrisch mit der Sohle des DB-Tunnels überschneidet. Das Abzweigungsbauwerk im Bereich der Kreuzung Heilbronner Straße, Friedrichstraße, Kriegsbergstraße und Amulf-Klett-Platz wird in offener Bauweise erstellt.

Durch die Baumaßnahme erfolgen im Bereich der Achsen 301 und 302 zwischen ca. Bau-km +1,15 und ca. Bau-km +1,62 am Westrand des Nesenbachtals Eingriffe in das obere Grundwasserstockwerk in den Dunkelroten Mergeln bzw. zwischen ca. Bau-km +1,15 und ca. Bau-km +1,30 zusätzlich in das tiefere Grundwasserstockwerk im Bochinger Horizont, wobei die Grundwasserdruckfläche der Dunkelroten Mergel bei Mittelwasserverhältnissen im Gradiententiefsten um mehr als 10 m und die des Oberen Muschelkalks um bis zu 7,5 m unterschritten wird. Im weiteren Trassenverlauf liegen die Achsen 301 und 302 bis zum Anschluss an den Bestand in Höhe der Türlenstraße oberhalb des Grundwasserspiegels im ausgelaugten Gipskeuper. Die Achse 633 (U 12-Baumaßnahme) greift zwischen Bau-km 0,000 und Bau-km 0,265 (PFA-Ende) bis zu 5 m tief in das Grundwasservorkommen in den Dunkelroten Mergel ein, wobei es ab ca. Bau-km 0,24 zu einem direkten Eingriff in den Bochinger Horizont (tektonische Hochlage) kommt.

Aufgrund der o.g. Grundwassereingriffe ist zur Herstellung der neuen Stadtbahntunnel bereichsweise eine bauzeitliche Grundwasserhaltung mit einem Absenkungsziel von max. 0,5 m unter Baugrubensohle notwendig. Für das Abzweigungsbauwerk im Bereich der Kreuzung Heilbronner Straße, Friedrichstraße, Kriegsbergstraße und Amulf-Klett-Platz ist hierzu eine Baugrube mit offener Wasserhaltung vorgesehen. An die Baugrube schließen sich die bergmännischen Tunnelabschnitte an, in denen bis ca. Bau-km +1,60 mit Grundwassereingriffen zu rechnen ist. In Höhe des Anschlusses an den Bestand an der Türlenstraße ist im Bereich der Achse 301 wiederum eine offene Bauweise vorgesehen, wobei im Bereich der Baugrube aufgrund der höheren Gradientenlage oberhalb des Grundwasserspiegels keine über die Sammlung und Ableitung anfallender Sicker- bzw. Oberflächenwässer hinausgehende Wasserhaltung erforderlich ist.

Insgesamt sind zur Herstellung der neuen Stadtbahntunnel im PFA 1.1 zwei offene Baugruben (Nr. 4 und 5) und 7 bergmännische Bauabschnitte (Nr. 6.1 bis 6.3, 7.1 bis 7.3, U 12 (633) - 3) vorgesehen. Die offene Wasserhaltung bis in den Bochinger Horizont im Bereich der Baugrube für das v.g. Abzweigungsbauwerk hat eine Potenzialumkehr zwischen den flumachen km1DRM/km1BH-Aquiferen und den tieferen gespannten Grundwasserstockwerken des ku2 und mo zur Folge, wodurch über Leakageeffekte räumlich begrenzte Zutritte höher mineralisierten Wassers aus dem Lettenkeuper und dem Muschelkalk über die grundwasserhemmenden Grundgipsschichten zu erwarten sind. Dies gilt auch für die unmittelbar anschließenden, bergmännischen Tunnelstrecken der Achsen 301 und 302. Stockwerksverbindungen zum unterlagernden Lettenkeuper sind im Bereich der Baumaßnahme lokal möglich, da in der Talrandzone mit aktiver Sulfatauslaugung im unteren Gipskeuper gerechnet werden muss. Dabei ist im Bereich von Schwächezonen ein verstärktes Zuströmen tieferer Grundwässer nicht gänzlich auszuschließen. Die im Bereich der Messstelle BK 11/1 erkundete Dolinenstruktur mit erhöhter vertikaler Durchlässigkeit im Bereich des km1GG und der ku2GM wirkt sich nach den Ergebnissen des Langzeitpumpversuches an der BK 11/135 nicht bis in den Bereich der Stadtbahn Heilbronner Straße aus. Deutliche hydraulische Reaktionen der tieferen Grundwasserstockwerke im Umfeld der Baumaßnahme sind nicht zu erwarten. Ein ggf. vermehrter Zutritt von höher mineralisiertem Grundwasser aus tieferen Grundwasserstockwerken im Bereich der offenen Baugruben und der Tunnelvortriebsstrecken wird anhand einer ständigen Überwachung der Förderraten und kontinuierlicher Analysen von im Pumpensumpf bzw. Drainageleitungen sowie aus ku2GD-Messstellen entnommenen Grundwasserproben überprüft. Bei Erreichen der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk genannten qualitativen/quantitativen Warnwerte werden entsprechend dem Handlungskonzept Problemszenarien in mit der Überwachungsbehörde abgestimmter Vorgehensweise ggf. Gegenmaßnahmen ergriffen. Der Achsenabschnitt 633 unterschneidet den Druckspiegel im Oberen Muschelkalk nicht, so dass hier generell keine Mineralwasserzutritte aus tieferen Stockwerken zu erwarten sind.

In qualitativer Hinsicht ist allgemein mit einem bauzeitlichen Eintrag von Schmutz- und Trübstoffen insbesondere ins obere Grundwasservorkommen zu rechnen. Dem wird durch die Vorschaltung ausreichend dimensionierter Absetzbecken entgegengewirkt. Des Weiteren können aus dem Absenkungsbereich Schadstoffe durch belastete Grundwässer eingetragen werden.

Das bauzeitlich geförderte Grund- und Niederschlagswasser aus der offenen Baugrube des Bauabschnitt 4 (Abzweigungsbauwerk) der Stadtbahn Heilbronner Straße wird im Zuge des Zentralen Grund- und Niederschlagswassersystems nach vorheriger Behandlung und Reinigung entweder infiltriert oder als Überschusswasser in die Vorflut (Nekar) abgeschlagen. Zur Stützung des Grundwasserkörpers und zur Minimierung der Reichweite der Grundwasserabsenkung wird gereinigtes Grundwasser aus zeitgleich geöffneten Teilbaugruben des PFA 1.1 über im Nahbereich angeordnete Infiltrationsbrunnen infiltriert. Das aus den

bergmännischen Vortriebsstrecken abgeleitete Grundwasser (Restwasser) sowie ggf. in Baugrube 5 anfallendes Sicker- und Niederschlagswasser soll nach derzeitigem Planungsstand gesondert gefasst, behandelt und in die örtliche Mischwasserkanalisation abgeleitet werden. Alternativ ist auch eine gemeinsame Fassung, Behandlung und Ableitung im Rahmen des Grund- und Niederschlagswassermanagementsystems für den PFA 1.1 (vgl. Anhang 2 zum Teil 3 der Stellungnahme) möglich.

Die bauzeitliche Grundwasserabsenkung und die Infiltrationsmaßnahmen werden im Rahmen des Grundwassermanagements mit Hilfe der Grundwassermessstellen im vorgenannten Beobachtungsfeld überwacht und kontrolliert. Bei Erreichen der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk genannten quantitativen Warnwerte (HW_1/NW_5) wird wie dort beschrieben verfahren. Das im Baufeld anfallende Sicker- bzw. Niederschlagswasser wird zusammen mit dem Grundwasser in den Dräagen und Pumpensümpfen an den Baugrubensohlen gefasst. Bezogen auf eine Bemessungsregenspende von $r_{15} = 125,7 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ der Jährlichkeit 1 ergeben sich für die offenen Baugruben (4 und 5) Regenwassermengen von 32,7 bis max. 46,5 l/s (Bauschritt 1 bis 3). Hinsichtlich der geforderten Qualität und vorgesehenen Reinigung der zu infiltrierenden Grund- und Niederschlagswässer bzw. der in den Neckar abzuleitenden Überschusswässer gelten die im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk gemachten Angaben und Grenzwerte. In der Anlage 2.1 sind die bei Mittelwasserverhältnissen für die einzelnen Baugruben und bergmännischen Abschnitte mit Hilfe des vorgenannten Grundwasserströmungsmodells berechneten Grundwasserandrangsmengen unter zeitgleicher Infiltration der anfallenden Wässer - differenziert nach instationärem Erstwasserandrang (A) und mittelfristig zu erwartendem (quasi)stationärem Wasserandrang (B) sowie die zu erwartende Gesamtmenge aus A + B pro Bauschritt - für die insgesamt 11 geplanten Bauschritte (mit Wasserhaltung) angegeben.

Unter Berücksichtigung von Infiltrationsmaßnahmen ergeben sich für die Bauabschnitte Stadtbahn Heilbronner Straße in den Bauschritten 1 bis 3 geschätzte (Erst-)Wasserandrangsraten zwischen 9,6 l/s und 13,1 l/s (A) bzw. mittelfristige Andrangsraten zwischen 7,5 l/s und 8,8 l/s (B). Die Gesamtfördermenge pro Bauschritt (C) erreicht zwischen 22.100 m³ und 118.200 m³. Die höchsten Erstwasserandrangsraten (A) und die höchsten mittelfristigen Andrangsraten treten dabei in den Bauschritten 1a bzw. 2a auf, wobei der Hauptanteil der Grundwasserentnahme auf Baugrube 4 (Abzweigungsbauwerk) entfällt (Erstwasserandrang in Bauschritt 1a: 13,1 l/s); in Bauschritt 4 (nur Teilbaugrube 5 in Betrieb) fällt kein Grundwasser an.

Insgesamt werden in den Bauschritten 1 bis 4 rd. 407.000 m³ Grundwasser gefördert (entspricht rd. 15 % der Gesamtförderung im PFA 1.1).

Durch die bauzeitliche Wasserhaltung in den Bauabschnitten der Stadtbahn Heilbronner Straße ergeben sich voraussichtlich quantitative und qualitative Auswirkungen auf die Notbrunnen DB und B+B Parkhaus. Am B+B-Brunnen (Notbrunnen DB nicht mehr genutzt) wird durch die Baumaßnahme somit in bestehende Wasserrechte (Grundwassernutzungen gemäß § 3 WHG) eingegriffen. Bauzeitlich ist zudem eine quantitative und möglicherweise auch qualitative Beeinträchtigung der Funktion von Grundwasserhaltungen und Dränagen (z.B. Iduna, SKV) im Einflussbereich der Baumaßnahme wahrscheinlich. Nähere Einzelheiten sind Kap. 4.2 (Grundwassernutzungen) der Anlage 20.1 zu entnehmen.

Im Endzustand sind das Abzweigungsbauwerk und die neuen Stadtbahntunnel, soweit sie im Grundwasser liegen, wasserundurchlässig ausgebildet, so dass keine Grundwasserableitung mehr erfolgt.

Im Bereich des Abzweigungsbauwerkes werden die km1-Grundwasserteilstockwerke in den Dunkelroten Mergeln und im Bochinger Horizont auf einer Länge von ca. 100 m teilweise abgeriegelt. Daher ist für den Bereich des v.g. Abzweigungsbauwerkes ein zweigegliedertes Grundwasserumleitungssystem vorgesehen. Die vorhandenen Umleitungssysteme der bestehenden Stadtbahn (im Sohlbereich Kiesfilter mit Längs- und Querdränrohren, an der Außenwand Rolladenprofil) werden im Umbaubereich belassen bzw. für den erweiterten Tunnel ergänzt und fortgeführt. Hierzu sind für die neuen Tunnel - analog zum DB-Tunnel - Sohlkiesfilter mit Anschluss an Dränmatten auf den erdberührten Außenwänden vorgesehen, die jedoch - aufgrund der besonderen hydrogeologischen Situation im Bauwerksbereich - bis UK der grundwasserhemmenden Trennschicht zwischen den km1DRM- und km1BH-Teilstockwerken geführt werden, ergänzt durch eine Lehmadichtung im Arbeitsraum im Niveau der Trennschicht. Hierdurch ist eine Wiederherstellung der ursprünglichen Strömungsverhältnisse im Bochinger Horizont gewährleistet. Auf der Tunneldecke wird zusätzlich eine Kiesfilterschicht angebracht, die das im km1DRM zirkulierende Grundwasser um bzw. überleitet, um Grundwasseraufstaueffekte zu unterbinden. Zur Vermeidung einer Dränwirkung des fertigen Bauwerkes auf den Grundwasserabstrom in Tunnellängsrichtung werden entsprechend dimensionierte, die Kiesfilterschicht unterbrechende Grundwassersperrn eingebaut.

Da die im Anschluss an das Abzweigbauwerk geplanten bergmännisch erstellten Tunnelabschnitte z.T. quer zum Grundwasserabstrom liegen und für die bergmännischen Tunnelröhren kein Umleitungssystem vorgesehen ist, können sich in diesem Abschnitt dauerhafte Veränderungen der natürlichen Grundwasserströmungsverhältnisse (Grundwasseraufstau, vermehrte Längsläufigkeit) ergeben, die jedoch aufgrund der geringen Eingriffslänge und -tiefe innerhalb der grundwasserführenden Schichten insgesamt gering sind (vgl. wasserrechtliche Tatbestände in Anlage 1.4.2). Für die neuen Stadtbahn-Bauwerke (u.a. Abzweigungsbauwerk) sind keine Systeme zur dauerhaften Grundwasserspiegelbegrenzung vorgesehen, da die Auftriebssicherheit auch bei HW-Verhältnissen gewährleistet ist.

Die in den neuen Stadtbahntunneln (Achse 301 und 302) anfallenden Leckwässer werden über die im Gradiententiefpunkt vorhandene Querrinne, die an die Sohlentwässerungsleitung aus den beiden neuen Tunneln angeschlossen wird, dem vorhandenen Stadtbahn-Wassersammelbecken und anschließend der Hebeanlage zugeführt.

4 Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie einschl. Abbruch alte Haltestelle Staatsgalerie und Verlängerung Un- terfahmung Gebhard-Müller-Platz

Wegen des geplanten DB-Tunnels muss die bestehende, in Tieflage unter der Willy-Brandt-Straße befindliche Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie abgebrochen werden. Die neue Haltestelle wird nach Westen verlegt und um ca. 3 m angehoben, so dass die neue Stadtbahnhaltestelle teilweise auf der Decke des DB-Tunnels aufliegt. Die Gleise der Stadtbahn werden in zwei eingleisigen und einem zweigleisigen Tunnel verlegt und über den neuen DB-Tunnel geführt.

Die Baumaßnahmen im Zuge der Verlegung Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie umfassen insgesamt ca. 600 m Tunnellänge in offener Bauweise, wobei vorwiegend Eingriffe in die grundwasserführenden quartären Talablagerungen und ausgelaugten Gipskeupergesteine (Mittlerer Gipshorizont bis Bochinger Horizont) erfolgen. Die Sohle der geplanten Gleisachse 31 unterschneidet zwischen ca. Bau-km +0,10 und Bau-km +0,225 (Ende Umbau) den Grundwasserspiegel des q/km1BH-Aquifers bei Mittelwasserverhältnissen um bis zu ca. 8 m und den Druckspiegel der tieferen Grundwasserstockwerke im Lettenkeuper (ku) und Oberen Muschelkalk (mo) um bis zu 7,5 m. Im weiteren Verlauf der Gleisachse 31 wird zwischen ca. Bau-km -0,06 und Bau-km -0,29 in den q/km1BH-Aquifer sowie in das Grundwasservorkommen in den Bleiglanzbankschichten und Dunkelroten Mergeln eingegriffen, wobei der Grundwasserspiegel im q/km1BH-Aquifer um bis zu rd. 7 m und der mo-Druckspiegel um bis zu 6 m unterfahren wird.

Die neue Gleisachse 32 greift zwischen ca. Bau-km +0,85 und Bau-km +1,120 (Ende Umbau) in das Grundwasservorkommen im Quartär bzw. in den Bleiglanzbankschichten bis Dunkelroten Mergeln ein; die Eingriffstiefe ist hier mit der der Streckenachse 31 vergleichbar. Zwischen ca. Bau-km +0,62 und Bau-km +0,517 erfolgt durch die Gleisachse 32 ein bis zu 3 m tiefer Eingriff in die grundwasserführenden Schichten des Quartärs bis Dunkelrote Mergel. Die geplante, parallel geführte Gleisachse 33 zeigt hier mit der Achse 32 weitgehend identische Eingriffstiefen.

Die neue Gleisachse 34 greift mit Ausnahme des Kreuzungsbereiches des DB-Tunnels (ca. Bau-km +0,26 bis ca. Bau-km +0,35) durchgehend in das oberflächennahe Grundwasservorkommen im Quartär bis Bleiglanzbankschichten/Dunkelrote Mergel bzw. in den q/km1BH-Aquifer ein, wobei kein direkter Eingriff in den Bochinger Horizont erfolgt. Die Tunnelsohle unterschneidet den Grundwasserspiegel des q/km1BH-

Aquifers bei Mittelwasserverhältnissen um bis zu 8 m und den ku-/mo-Druckspiegel um bis zu 7,5 m.

Zur Gründung der verlegten Haltestelle Staatsgalerie sind zudem Ort-betonrammpfähle bis ca. 5 m in den Gipskeuper (Dunkelrote Mergel) vorgesehen. Die Schaffung vertikaler Wegsamkeiten ist hierbei auszuschließen. Der Abbruch der alten Haltestelle Staatsgalerie ist in die Baumaßnahmen für den DB-Tunnel integriert, stellt also keinen zusätzlichen, wasserrechtlich relevanten Eingriff dar.

Durch die vorgenannten Eingriffe in das obere Grundwasservorkommen ist zur Herstellung der neuen Stadtbahntunnel mit neuer Haltestelle eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung mit einem Absenkungsziel von max. 0,5 m unter Baugrubensohle notwendig. Die geplanten Bauwerke werden in offener Bauweise (offene Baugruben mit wasserdurchlässigen Verbauwänden) hergestellt. Um die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen möglichst gering zu halten, wird die Erstellung der Stadtbahn-Bauwerke in Teilabschnitten mit zeitlich gestaffelten Teilbaugruben bei offener Wasserhaltung erfolgen. Insgesamt sind im Zuge dieser Baumaßnahme 9 Bauabschnitte bzw. Teilbaugruben (8.1c bis 8.9c) vorgesehen. Falls in Teilbaugruben (im Bereich der quartären Talaue) was-sergesättigte organische Sedimente (Torfe, Mudden) angetroffen werden, erfolgt ggf. max. 14 Tage vor Beginn der Aushubarbeiten eine Vor-entwässerung mittels Tiefendrän, ggf. unter Vakuumbeaufschlagung.

Durch die bauzeitliche Grundwasserhaltung (Absenkung bis ca. 8,5 m unter natürlichen Grundwasserspiegel) wird der oberflächennahe Grundwasserabstrom im Nesenbachtal bauzeitlich vermindert. Die Grundwasserabsenkung bewirkt eine Potenzialumkehr zwischen dem oberen Grundwasserstockwerk und den tieferen Grundwasservorkommen im Lettenkeuper und Oberen Muschelkalk. Aufgrund der guten hydraulischen Trennwirkung der Grundgipsschichten sind nur geringe vertikale Zutritte höher mineralisierter Grundwässer aus diesen Stockwerken über Leakage und daher nur geringe hydraulische Reaktionen der tieferen Grundwasserstockwerke im Umfeld der Baumaßnahme zu erwarten, wobei ein verstärkter Zustrom von Mineralwasser im Bereich von Schwächezonen (Störungen, Dolinen) nicht gänzlich auszuschließen ist. Ein derartiger, vermehrter Zutritt von höher mineralisiertem Grundwasser aus tieferen Grundwasserstockwerken im Bereich der offenen Wasserhaltung wird im Rahmen des Grundwassermanagements anhand der Analyse von im Pumpensumpf und an Warnwertmessstellen kontinuierlich entnommenen Grundwasserproben sowie einer ständigen Überwachung der Fördermengen festgestellt. Bei Überschreiten der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk bereits genannten qualitativen/quantitativen Warnwerte (vgl. Beilage zum Anhang) werden in Abstimmung mit der Überwachungsbehörde ggf. entsprechende Gegenmaßnahmen gemäß dem Handlungskonzept Problemszenarien ergriffen.

In qualitativer Hinsicht ist allgemein mit einem bauzeitlichen Eintrag von Schmutz- und Trübstoffen insbesondere ins obere Grundwasservorkommen zu rechnen. Dem wird durch Vorschaltung von ausreichend di-

mensionierten Absetzbecken entgegengewirkt. Des Weiteren können aus dem Absenkungsbereich Schadstoffe durch belastete Grundwässer eingetragen werden, für deren Behandlung besondere Reinigungsstufen vorgesehen sind.

Das bauzeitlich geförderte Grundwasser wird zusammen mit in den offenen Baugruben anfallenden Niederschlagswässern im Rahmen des zentralen Grund- und Niederschlagswassermanagements nach entsprechender Behandlung und Reinigung entweder infiltriert (bei Bedarf) oder als Überschusswasser in die Vorflut (Neckar) abgeschlagen. Zur Stützung des Grundwasserkörpers und zur Minimierung der Reichweite der Grundwasserabsenkung wird Grundwasser aus der zeitgleichen Wasserhaltung im PFA 1.1 über bereits fertiggestellte Teilbaugruben des DB-Tunnels (ab ca. Bauschritt 3) und geplante, im Umfeld der Stadtbahnabschnitte gelegene Infiltrationsbrunnen infiltriert. Die bauzeitliche Grundwasserabsenkung und die Infiltration werden im Rahmen des Grundwasser-Managements mit Hilfe der Grundwassermessstellen im v.g. Beobachtungsfeld überwacht und kontrolliert. Bei Erreichen der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk genannten, quantitativen Warnwerte (HW_1/NW_5) wird wie dort beschrieben verfahren. Das im Baufeld anfallende Sicker- bzw. Niederschlagswasser wird zusammen mit dem Grundwasser in den Pumpensämpfen gefasst. Bezogen auf eine Bemessungsregenspende von $r_{15} = 125,7 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ der Jährlichkeit 1 fallen während der Öffnungsphase der Baugruben Haltestelle Staatsgalerie (Bauschritt 1 bis 9) Niederschlagswassermengen zwischen 8,8 l/s (Bauschritt 9) und 51,5 l/s (Bauschritte 3 und 4) an (vgl. Anlage 2.2). Hinsichtlich der geforderten Qualität und vorgesehenen Reinigung der in die Vorflut Neckar abzuleitenden Grund- und Niederschlagswässer gelten die im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk gemachten Angaben und Grenzwerte.

In der Anlage 2.1 sind die bei Mittelwasserverhältnissen für die einzelnen Teilbaugruben mit Hilfe des v.g. Grundwasserströmungsmodells berechneten Grundwasserandrangsmengen unter Berücksichtigung von Infiltrationsmaßnahmen - differenziert nach instationärem Erstwasserandrang (A), (quasi)stationärem mittelfristigem Wasserandrang (B) und gesamtem Wasserandrang pro Bauschrittdauer (C) - für die 12 geplanten Bauschritte angegeben.

Während der Öffnung der Teilbaugruben der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie in den Bauschritten 1 bis 9 ist dementsprechend mit Erstwasserandrangsraten (A) von $\leq 0,1 \text{ l/s}$ bis $7,5 \text{ l/s}$ zu rechnen, die sich bei Erreichen der (quasi) stationären Phase der Entwässerung (B) auf $0,1 \text{ l/s}$ bis $3,7 \text{ l/s}$ verringern. Die höchsten Entnahmeraten treten dabei in Bauschritt 7 während Öffnung der Teilbaugruben 8.9c und 8.7c auf (Gradiententiefpunkte im Bereich Gebhardt-Müller-Platz/Schillerstraße). Über die Gesamtdauer pro Bauschritt entspricht dies Wasserandrangsmengen zwischen 1.500 m^3 und 64.500 m^3 . Über alle Bauschritte (1 bis 9) werden aus den Teilbaugruben der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie in Summe rd. 325.000 m^3 gefördert; dies entspricht rd. 12 % der Gesamtförderung an Grundwasser im PFA 1.1. Die berechneten An-

drangsmengen in den Bauschritten 1 bis 9 werden deutlich durch die zeitgleichen, i.d.R. tieferreichenderen Baugruben (Bahnhofshalle, Südkopf) und umliegende Dükerbauwerke beeinflusst.

Im Einflussbereich der Baumaßnahme sind wenige Absenkbrunnen und Dränagen im Quartär und Gipskeuper vorhanden, die durch die Wasserhaltung in ihrer Funktion bauzeitlich quantitativ und möglicherweise auch qualitativ beeinträchtigt werden können (Eingriff in bestehende Wasserrechte von Grundwassernutzungen gemäß § 3 WHG). Nähere Einzelheiten sind Kap. 4.2 (Grundwassernutzungen) der Anlage 20.1 zu entnehmen.

Während der natürliche Grundwasserabstrom in den durchlässigen Wanderschuttlagen der quartären Ablagerungen erhalten bleibt, werden durch die Tunnelbauwerke im nordöstlichen Abschnitt hauptsächlich geringer wasserführende Schichten des ausgelaugten Gipskeupers (Dunkelrote Mergel bis Mittlerer Gipshorizont) teilweise abgeriegelt. Für die neuen Stadtbahntunnel einschließlich der Ausschleifungsbereiche ist daher ein an den DB-Tunnel angelehntes Grundwasserumleitungssystem aus Sohlkiesfilter mit Anschluss an Dränmatten auf den erdbeherrschten Außenwänden vorgesehen, so dass eine Wiederherstellung der ursprünglichen Strömungsverhältnisse gewährleistet ist. Zur Vermeidung einer Dränwirkung des fertigen Bauwerks in Tunnellängsrichtung werden entsprechend dimensionierte Grundwassersperrern zur Unterbrechung der Kiesfilterschicht eingebaut. Die durch das Umleitungssystem hervorgerufenen Aufstau-/Absenkungseffekte über die Standzeit der Bauwerke sind wie beim DB-Tunnel gering einzustufen (vgl. Anlage 1.4.2).

Im Endzustand sind die Tunnelbauwerke wasserundurchlässig ausgebildet. Die Bauwerke sind für einen Bemessungswasserspiegel ausgelegt, der je nach Standort zwischen N 235,0 m und N 237,0 m beträgt und sich - wie beim DB-Tunnel - in etwa an einem Hochwasser der Jährlichkeit 200 (HW_{200}) orientiert. Eine Dränleitung auf Höhe des BGW ab Grundwasserspiegelbegrenzungssystem ist nicht erforderlich, da die Auftriebssicherheit der Tunnelbauwerke bei Berücksichtigung der Erdauflast für einen Wasserspiegel bis Oberkante Gelände gewährleistet ist.

Das in den fertiggestellten neuen Tunnelabschnitten ggf. anfallende Leck- und Schwitzwasser wird - wie bei den bestehenden Tunnelstrecken - im Schotterbett auf der Tunnelsohle zu den Tiefpunkten der bestehenden Tunnelstrecken geleitet und über die hier bestehenden Hebeanlagen in die Kanalisation abgeleitet. Da durch die neuen Tunnelabschnitte keine neuen Tiefpunkte geschaffen werden, bleibt das bisherige Entwässerungskonzept der vorhandenen Tunnelstrecken durch die Baumaßnahmen somit unverändert. Der Einbau von Entwässerungsleitungen in den Sohlen der neuen Tunnelabschnitte ist nicht vorgesehen, da diese Sohleleitungen am Übergang zu den bestehenden Tunnelstrecken keinen Anschluss besäßen.

Im Zusammenhang mit der Verlegung der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie wird die bestehende Unterführung der B 14 am Gebhard-Müller-Platz um rund 120 m nach Norden in Richtung Neckartor als Tunnel (in wasserundurchlässiger Stahlbetonbauweise) verlängert, der unmittelbar auf dem neuen DB-Tunnel aufliegt. An den neuen Straßentunnel schließt sich eine rd. 120 m lange neue Rampenstrecke an. Durch die im Anschluss an die Fertigstellung des DB-Tunnels (d.h. nach Bauschritt 12) geplanten Baumaßnahmen erfolgen bei Mittelwasserverhältnissen voraussichtlich keine Eingriffe in das obere Grundwasservorkommen, so dass sich unter dieser Voraussetzung über die Sammlung und Ableitung bauzeitlich anfallender Sicker- bzw. Niederschlagswässer hinaus keine relevanten wasserrechtlichen Tatbestände ergeben. Die Tunnelsohle liegt zwar bei BGW-Verhältnissen (N ca. 237,5 m) im Grundwasser; durch die Lage auf dem unterliegenden DB-Tunnel ist das Bauwerk im Endzustand jedoch wirkungsvoll an dessen Umläufigkeits- und Sicherheitsdränagesystem angebunden.

5 **Düker Hauptsammler West einschl. Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz, Fernheizkanal Heilbronner Straße, Kanal Heilbronner Straße und Kanal Lautenschlagerstraße**

Der bestehende Hauptsammler West (Abwasserkanal) kreuzt den geplanten Nordkopf-Abschnitt des neuen DB-Tunnels und muss daher umverlegt und gedükert werden. Die Dükerrohre, die als 3 übereinanderliegende Rohre (DN 800, DN 1600 und DN 3200) vom Dükeroberhaupt abgehen und zum Dükerunterhaupt führen, unterqueren den DB-Tunnel.

Der neue Hauptsammler West greift bei Mittelwasserverhältnissen auf einer Länge von ca. 100 m etwa 7,5 m tief, lokal im Bereich des Unterhauptes mit Pumpenhaus auch bis zu 9,5 m tief, in das obere Grundwasserstockwerk im ausgelaugten Gipskeuper (Grenzbereich Mittlerer Gipshorizont bis Dunkelrote Mergel, Teilgrundwasserstockwerk in den Bleiglanzbankschichten) ein. Zu seiner Herstellung ist eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung mit einem Absenkungsziel von max. 0,5 m unter Bauwerkssohle notwendig.

Der neue Düker Hauptsammler West wird in offener Bauweise (offene Baugruben mit wasserdurchlässigen Verbauwänden) hergestellt. Um die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen möglichst gering zu halten, wird die Erstellung des Dükerbauwerkes in Teilabschnitten mit zeitlich gestaffelten Teilbaugruben bei offener Wasserhaltung erfolgen.

Obgleich das km1BH-Potenzial durch das Dükerbauwerk um bis zu 9 m unterschritten wird, dürfte der bauzeitliche Grundwasserzufluss in erster Linie aus dem Teilgrundwasserstockwerk in den Bleiglanzbankschichten/Dunkelroten Mergeln erfolgen. Wasserwirtschaftliche Auswirkungen auf tiefere Grundwasserstockwerke im Lettenkeuper und Oberen Muschelkalk sind trotz Unterschreitung der Druckpotenziale um bis zu 7 m aufgrund der hydraulischen Trennwirkung der Gipskeuperschichten weitgehend auszuschließen. In qualitativer Hinsicht ist mit einem bauzeitlichen Eintrag von Schmutz- und Trübstoffen in das obere Grundwasserstockwerk zu rechnen.

Die bauzeitliche Grundwasserabsenkung und Infiltration wird im Rahmen des Grundwasser-Managements mit Hilfe der Grundwassermessstellen im Beobachtungsfeld überwacht und kontrolliert. Bei Erreichen der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk genannten qualitativen und quantitativen Warnwerte wird wie dort beschrieben verfahren.

Das im Baufeld anfallende Niederschlagswasser wird zusammen mit dem Grundwasser in Dränageleitungen und Pumpensümpfen der Baugruben gefasst. Bezogen auf eine Bemessungsregenspende von $r_{15} = 125,7 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ (Jährlichkeit 1) fallen in den entsprechenden Teilbaugruben des Hauptsammlers West während der Öffnungsphase (Bauschritte 1 bis 4) Oberflächenwassermengen zwischen $2,5 \text{ l/s}$ und $27,7 \text{ l/s}$ an (vgl. Anlage 2.2).

Das Grund- und Niederschlagswasser aus dem genannten Bauabschnitt wird je nach Bedarf und Anfallmenge im Rahmen des Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements entweder infiltriert oder Überschussswasser nach entsprechender Behandlung und Reinigung in die Vorflut (Neckar) abgeschlagen. Die Stützung des Grundwasserkörpers in Form einer zeitgleichen Infiltration bauzeitlich anfallender Grund- und Niederschlagswässer aus den offenen Teilbaugruben im PFA 1.1 wird über umliegende Infiltrationsbrunnen vorgenommen (vgl. Anlage 4). Zum Zeitpunkt der Wasserhaltung (in den Bauschritten 1 bis 4) stehen noch keine (teil)fertiggestellten Baugruben des DB-Tunnels für eine flächige Infiltration im Nahbereich zur Verfügung. Die Behandlung des Überschussswassers aus der Wasserhaltung entspricht der Verfahrensweise für den DB-Tunnel.

Die Wasserhaltung und Infiltrationsmaßnahme wird im Rahmen des Grundwassermanagements überwacht und kontrolliert. Bei Erreichen der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnel genannten qualitativen/quantitativen Warnwerte wird wie dort beschrieben verfahren.

In der Anlage 2.1 sind die bei Mittelwasserverhältnissen für die einzelnen Teilbaugruben des Hauptsammlers West mit Hilfe des v.g Grundwasserströmungsmodells prognostizierten Grundwasserandrangsmengen unter Berücksichtigung von Infiltrationsmaßnahmen - differenziert nach instationärem Erstwasserandrang (A), (quasi)stationärem mittelfristigem Wasserandrang (B) und gesamtem Wasserandrang pro Bauschrittphase (C) - für die Bauschritte 1 bis 4 angegeben. Nach den Prognoserechnungen ist dabei mit relativ geringen, deutlich durch gleichzeitige Wasserhaltung im Bereich Stadtbahn Heilbronner Straße beeinflussten Erstwasserandrangsraten (A) von $1,4 \text{ l/s}$ bis $6,7 \text{ l/s}$ zu rechnen, die sich bis zum Erreichen der (quasi) stationären Phase der Entwässerung (B) auf $1,8 \text{ l/s}$ bis $4,0 \text{ l/s}$ reduzieren. Die höchsten Andrangsraten treten dabei in den Bauabschnitten H 1 und H 2 (Düker Ober-/ Unterpaupt) auf. Die Gesamtförderung im Bauabschnitt Düker Hauptsammler West bewegt sich in den Bauschritten 1a bis 4 zwischen 9.90 m^3 und 46.600 m^3 , insgesamt bei rd. 190.000 m^3 . Dies entspricht rd. 7 % der Gesamtförderung im PFA 1.1.

Durch die Herstellung des Dükers sind bauzeitliche quantitative und qualitative Beeinträchtigungen des im Gipskeuper verfilterten Notbrunnens 2 zu erwarten, der nur ca. 50 m unterstromig des geplanten Unterpauptes liegt. Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen des Notbrunnens 1 sind unter Berücksichtigung von Stützungsmaßnahmen im Grundwasserkörper nicht zu erwarten. Bei dem v.g. Brunnen wird durch

die Baumaßnahme somit in bestehendes Wasserrecht (Grundwassernutzung gemäß § 3 WHG) eingegriffen (vgl. hierzu Kap. 4.2 zur Anlage 20.1).

Im Endzustand erfolgt keine Grundwasserableitung mehr. Das Dükerbauwerk wird überwiegend spitzwinklig zum natürlichen Grundwasserabstrom im oberen Grundwasserstockwerk verlaufen. Aufgrund der geringen Eingriffslänge und der Lage des Bauwerks im Grundwasserabstrom sind nur geringe dauerhafte Veränderungen der natürlichen Fließverhältnisse zu erwarten. Eine ausreichende Umläufigkeit im oberen Grundwasserstockwerk wird zudem durch den zwischen Dükerrohren und Tunnelsohle angeordneten Sohlfilter des DB-Tunnels gewährleistet.

Der bestehende Fernheizkanal in der Heilbronner Straße muss im Kreuzungsbereich mit dem neuen DB-Tunnel verlegt werden. Der neue Fernheizkanal unterquert zusammen mit dem zusätzlich neu angelegten Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz den DB-Tunnel. Der kombinierte neue Medien- und Fernheizkanal greift bei Mittelwasserverhältnissen bis zu 5 m in das Grundwasservorkommen in den Bleiglanzbank-schichten/Dunkelroten Mergeln ein. Der Druckspiegel des Grundwasservorkommens im Oberen Muschelkalk wird bis ca. 3 m tief unterschritten. Die Baumaßnahme ist in den Bauablauf für den Düker Hauptsammler West bzw. den DB-Tunnel integriert, so dass keine gesonderte Grundwasserabsenkung erforderlich ist und sich somit über die Sammlung und Ableitung bauzeitlich anfallender Sicker- bzw. Niederschlagswässer hinaus keine gesonderten, bauzeitlichen relevanten wasserrechtlichen Tatbestände ergeben.

Der bestehende Kanal Heilbronner Straße muss im Kreuzungsbereich mit dem DB-Tunnel ebenfalls verlegt werden. Die Bauwerkssohle des Kanals liegt bei Mittelwasserverhältnissen voraussichtlich etwa im Niveau des Grundwasserspiegels des Grundwasservorkommens in den Bleiglanzbankschichten/Dunkelroten Mergeln. Aufgrund der flachgründigen Eingriffe ergibt sich keine Unterschneidung des Grundwasserdruckspiegels des Oberen Muschelkalks. Die Baumaßnahme für den neuen Kanal ist in den Bauablauf für die umliegenden Baumaßnahmen integriert, so dass keine gesonderte Grundwasserabsenkung erforderlich ist und sich somit über die Sammlung und Ableitung bauzeitlich anfallender Sicker- bzw. Niederschlagswässer hinaus keine gesonderten, bauzeitlichen relevanten wasserrechtlichen Tatbestände ergeben.

Der bestehende Kanal Lauterschlaglerstraße muss im Kreuzungsbereich mit der Bahnhofshalle des neuen DB-Tunnels verlegt werden. Die Errichtung des neuen Kanals erfolgt in offener Bauweise, wobei der Grundwasserspiegel des km1DRM-Aquifers bei Mittelwasserverhältnissen von der Bauwerkssohle um bis zu ca. 4 m unterschritten wird. Der Druckwasserspiegel des mo-Grundwasservorkommens wird bis ca. 2 m unterschritten. Die Baumaßnahme für den neuen Kanal ist in den Bauablauf für die umliegenden Baumaßnahmen integriert, so dass keine gesonderte Grundwasserabsenkung erforderlich ist und sich somit über die

Sammlung und Ableitung bauzeitlich anfallender Sicker- bzw. Oberflächenwässer hinaus keine gesonderten, bauzeitlichen relevanten wasserrechtlichen Tatbestände ergeben.

Der v.g. neue Medien- und Heizkanal sowie die beiden v.g. neuen Kanäle Heilbronner Straße und Lautenschlagerstraße werden überwiegend spitzwinklig zum natürlichen Grundwasserabstrom im oberen Grundwasserstockwerk verlaufen. Aufgrund der geringen Eingriffslänge und der Lage der Bauwerke im Grundwasserabstrom sind nur geringe dauerhafte Veränderungen der natürlichen Fließverhältnisse zu erwarten. Der neue Medienkanal ist monolithisch mit dem DB-Tunnel verbunden und in die Dränageschicht unter der Sohlplatte integriert.

6 Düker Cannstatter Straße einschl. Medienkanal Schloßgarten

Der bestehende, unter der Cannstatter Straße liegende Abwasserkanal kreuzt die geplante Bahnhofshalle des DB-Tunnels und muss daher verlegt und gedükert werden.

Das geplante Dükerbauwerk durchfährt überwiegend grundwasserführende quartäre Sedimente, wobei sich die Bauwerkssohle des Unterhauptes (Pumpenhaus) dem Top des Gipskeupers (Dunkelrote Mergel) annähert. Der Gipskeuper wird voraussichtlich nicht mehr angeschnitten. Bei Mittelwasserverhältnissen greift das Dükerbauwerk bis zu 10 m tief in das obere Grundwasserstockwerk ein. Zur Herstellung des neuen Dükers ist daher eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung mit einem Absenkungsziel von max. 0,5 m unter Bauwerkssohle notwendig. Die Zuleitung und die Ableitung Nord mit Unter- und Oberhaupt des Dükers werden in offener Bauweise (offene Baugruben mit wasserdurchlässigen Verbauwänden) unter offener Wasserhaltung errichtet. Die Herstellung der eigentlichen Dükerleitungen erfolgt zusammen mit den Arbeiten für den DB-Tunnel im Bereich Cannstatter Straße (Bauabschnitt 16).

Für den Bau des geplanten Dükers sind 4 Teilbaugruben (16 A, 16 B, DC 1, DC 2) vorgesehen. Bauzeitliche Auswirkungen auf tiefere Grundwasserstockwerke im Lettenkeuper und Oberen Muschelkalk sind trotz Unterschreitung der Druckpotenziale bei Mittelwasserverhältnissen um bis zu 9,5 m aufgrund der hydraulischen Trennwirkung der Gipskeuper-schichten als gering zu bewerten. Verstärkte Zutritte höher mineralisierter Tiefenwässer aus diesen Schichten sind im Bereich von Störungs- oder sonstigen Schwächezonen jedoch nicht gänzlich auszuschließen.

Die bauzeitliche Grundwasserabsenkung und Infiltration wird zusammen mit den Baumaßnahmen DB-Tunnel im Rahmen des Grundwassermanagements mit Hilfe der v.g. Grundwassermessstellen im Beobachtungsfeld überwacht und kontrolliert. Bei Überschreitung der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk genannten quantitativen Warnwerte (HW_1 , NW_5) wird wie dort beschrieben verfahren.

Das im Baufeld anfallende Niederschlagswasser wird zusammen mit dem Grundwasser in den Dränagen und Pumpensümpfen der Baugruben gefasst. Bezogen auf eine Bemessungsregenspende von $r_{15} = 125,7 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ (Jährlichkeit 1) fallen in den offenen Baugruben des Dükers Cannstatter Straße Niederschlagsmengen von 5,0 l/s bis 7,5 l/s an (vgl. Anlage 2.2).

Zur Stützung des Grundwasserkörpers und Minimierung der Reichweite der Grundwasserabsenkung wird bauzeitlich in Teilbaugruben des PFA 1.1 anfallendes Grund- und Niederschlagswasser über umliegende Infiltrationsbrunnen bzw. (ab Bauabschnitt 3) Sohlfilter fertiggestellter

Teilbaugruben des DB-Tunnels (vgl. Anlage 3) infiltriert, nachdem es über Absetzbecken (sowie ggf. weitere Reinigungsstufen) vorbehandelt wurde. Die aus den Teilbaugruben des Dükers (DC 2, DC 3, 16 A, 16 B) anfallenden Grund- und Niederschlagswässer werden entweder nach entsprechender Behandlung und Reinigung infiltriert oder als Überschusswässer nach entsprechender Vorreinigung in die Vorflut (Neckar) - wie unter Bauwerk 2: DB-Tunnel beschrieben - abgeleitet. Die Infiltration wird im Rahmen des Grundwassermanagements überwacht und kontrolliert. Bei Überschreitung der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnel genannten quantitativen/qualitativen Warnwerte wird wie dort beschrieben verfahren.

In der Anlage 2.1 sind die bei Mittelwasserverhältnissen für die 4 Teilbaugruben mit bauzeitlicher Wasserhaltung mit Hilfe des v.g. Grundwasserströmungsmodells berechneten Grundwasserandrangsmengen unter Berücksichtigung von Infiltrationsmaßnahmen - differenziert nach stationärem Erstwasserandrang (A), mittelfristigen (quasi) stationärem Wasserandrang (B) sowie Gesamtwasserandrang pro Bauschrittdauer (C) - für die vorgesehenen Bauschritte 1 bis 4 angegeben.

Aus den Prognoseberechnungen lässt sich ableiten, dass sich in den Teilbaugruben des Dükers Cannstatter Straße Erstwasserandrangsraten (A) sowie vergleichbar hohe, mittelfristige Andrangsraten (B) von $\leq 0,1$ bis max. $3,0$ l/s (Bauschritte 1 und 2) einstellen. Dies entspricht Gesamtableitungen je Bauschritt für den Fall C von $\leq 1,6$ bis 39.700 m³. Insgesamt entfallen rd. 90.000 m³ an Grundwasserandrang auf die Baumaßnahme Düker Cannstatter Straße (entspricht ca. 3 bis 4 % der gesamten Grundwasserförderung im PFA 1.1). Die ermittelten Wasserandrangsmengen werden durch die gleichzeitige Öffnung weiterer Teilbaugruben (u.a. DB-Tunnel, Bauabschnitt 16) beeinflusst.

Im Endzustand erfolgt keine Grundwasserableitung mehr. Das Bauwerk kommt überwiegend spitzwinklig bis parallel zum natürlichen Grundwasserabstrom in der Talauze zu liegen. Aufgrund der geringen Eingriffslänge und der günstigen Lage des Dükers im Grundwasserabstrom sind allenfalls geringe dauerhafte Veränderungen der natürlichen Fließverhältnisse zu erwarten.

Wegen zu geringer Überdeckung der Bahnhofshalle müssen die in diesem Bereich bestehenden Leitungen in einem Medienkanal gedütert werden. Der neue Medienkanal Schloßgarten verläuft parallel zum Düker Cannstatter Straße und wird monolithisch mit der DB-Tunnelsohle bzw. den DB-Tunnelwänden verbunden. Durch das Bauwerk wird der Grundwasserspiegel des q/km1BH-Aquifers bei Mittelwasserverhältnissen um ca. $9,5$ m und der mo-Druckspiegel um ca. 9 m unterschritten. Die Baumaßnahme ist in den Bauablauf für den DB-Tunnel (Bauabschnitt 16, s. Bauwerksbeschreibung Nr. 2) integriert (offene Baugrube mit offener Wasserhaltung, lokales Absenkziel ca. N 226,1), so dass keine zusätzliche Grundwasserabsenkung erforderlich ist und sich über die Sammlung und Ableitung bauzeitlich anfallender Sicker- bzw. Ober-

flächenwässer hinaus keine gesonderten, bauzeitlichen relevanten wasserrechtlichen Tatbestände ergeben.

Der Medienkanal Schloßgarten wird überwiegend parallel zum natürlichen Grundwasserabstrom in der Talaue verlaufen. Er ist monolithisch mit dem DB-Tunnel verbunden und an dessen Sohlfilter angeschlossen.

Die Baugrubensicherung für den Höhenunterschied zwischen Aushubsohle DB-Tunnel und dem Medienkanal erfolgt mit einer rückverankerten Verbauwand, die bis max. 5 m in den Gipskeuper (km1DRM-km1BH) reicht. Durch die Baumaßnahme sind keine dauerhaften Veränderungen der Grundwasserströmungsverhältnisse zu erwarten.

7 Düker Nesenbach einschl. bestehendem Nesenbachkanal

Der bestehende, kanalisierte Nesenbach wird bei ca. Bau-km +0.2 + 80.0 vom Südkopf des geplanten DB-Tunnels gekreuzt. Durch die neuen Tunnel der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie erfolgt eine zusätzliche Kreuzung des Nesenbachkanals bei ca. Bau-km +0,53 (Achse 34) und ca. Bau-km +0,16 (Achse 31). Der kanalisierte Nesenbach muss wegen seiner Lage im Niveau des künftigen DB-Tunnels und der neuen Stadtbahnachsen 31 und 34 daher dauerhaft verlegt und gedükert werden, wobei die Dükerung den baulich tiefreichendsten Eingriff im PFA 1.1 darstellt. Die Kreuzung des DB-Tunnels durch den ca. 230 m langen Düker erfolgt bei ca. km +0.2 + 60.0.

Oberhaupt und Unterhaupt des geplanten Dükers Nesenbach sowie die ersten rd. 22 m der an das Unterhaupt anschließenden Rampe werden in offener Bauweise mit wasserundurchlässigen Verbauwänden (überschnittene Bohrpfahlwand) erstellt. Hierbei wird der Grundwasserspiegel im oberen Grundwasservorkommen (q/km¹BH-Aquifer) bei Mittelwasserverhältnissen im Bereich des Oberhauptes (Bauwerksohle bei ca. N 220,5 m) um ca. 16 m und im Bereich des Unterhauptes (Bauwerksohle bei ca. N 218,0 m) um bis zu 17,5 m unterschritten. Während die Sohle des Unterhauptes im Top des Bochinger Horizontes zu liegen kommt, wird im Bereich des Oberhauptes (tektonische Hochscholle) bis fast an die Basis der Grundgipsschichten gegründet. Dabei kommt es durch den wasserundurchlässigen, stellenweise bis in den Top des Lettenkeupers einbindenden Baugrubenverbau voraussichtlich zu einem dauerhaften Eingriff in das Teilgrundwasserstockwerk im Grenzbereich Gips-/Lettenkeuper. Der Druckspiegel im Lettenkeuper und Oberen Muschelkalk wird bei Mittelwasserverhältnissen um ca. 15,5 m (Oberhaupt) bzw. um bis zu 17 m (Unterhaupt, Pumpenhaus) unterschritten.

Der Baugrubenaushub für das Oberhaupt erfolgt bis zu einem voraussichtlichen Niveau von ca. N 228 m (Quartär) mit offener Wasserhaltung, da bis zu dieser Höhe ausreichende Sicherheit gegen Aufbrechen von Lettenkeuper- und Muschelkalkgrundwasser über die Baugrubensohle besteht. Der weitere Aushub wird zur Vermeidung eines Sohlaufbruchs der Grundgipsschichten unter Erhaltung der natürlichen Potenzialverhältnisse, d.h. ohne Grundwasserabsenkung, durchgeführt. Hierzu wird zunächst die Baugrube geflutet (bis ca. N 235 m) und der weitere Aushub unter Wasser vorgenommen. Anschließend wird der Bauwerksdeckel druckluftdicht ausgebildet, der Schacht unter Druckluft trockengelegt und die Bauwerksohle erstellt. Beim Unterhaupt verbleiben unter der Baugrubensohle noch ca. 15 m an Gipskeuperschichten über dem Lettenkeuper. Ein hydraulisches Aufbrechen der Baugrubensohle ist hier unter Berücksichtigung der räumlichen Situation auszuschließen und es kann eine offene Wasserhaltung betrieben werden. In die Rampe wird die Druckluftschleuse zur Auffahrung des kompletten Dükers unter

Druckluft eingebaut. Der eigentliche Düker wird bergmännisch vom Unterhaupt aus unter Druckluftbedingungen mittels gering durchlässiger Spritzbetonschale erstellt. Die bauzeitliche Wasserhaltung entfällt damit. Durch die Baumaßnahme kommt es nahezu über die gesamte Dükertlänge zu Eingriffen in das hydraulisch gekoppelte Grundwasservorkommen von Quartär und Bochinger Horizont. Im Bereich der tektonischen Hochscholle wird zudem bis zu ca. 5 m tief in die Grundgipsschichten eingegriffen. In das Grundwasservorkommen (Teilgrundwasserstockwerk) im Grenzbereich Gips-/Lettenkeuper erfolgt voraussichtlich mit Annäherung an das Oberhaupt ein direkter Eingriff.

Durch die Vermeidung einer Grundwasserabsenkung im bergmännischen Dükerabschnitt durch Einsatz von Druckluft ist ein Zutritt tieferer, höher mineralisierter Grundwässer aus dem Lettenkeuper bzw. Oberen Muschelkalk auszuschließen. Aufgrund Leakageeffekten sind jedoch geringe Mineralwasserzutritte über die Grundgipsschichten im Bereich der Baugrubensohlen von Ober- und Unterhaupt (einschließlich Düker-Anfahrbereich unter atmosphärischen Bedingungen) zu erwarten. Falls im Anfahrbereich unerwartet hohe Andrangsmengen oder Mineralwasserzutritte auftreten, sind Injektionsmaßnahmen gemäß Handlungskonzept Problemszenarien (Teil 4 der Stellungnahme) vorgesehen.

Die Errichtung des neuen Dükers Nesenbach ist in 5 Bauabschnitten vorgesehen und erstreckt sich nach der aktuellen Bauplanung über die Bauschritte 1a bis 4. Die bauzeitliche Grundwasserabsenkung und Infiltration wird im Rahmen des Grundwassermanagements mit Hilfe der Grundwassermessstellen im Beobachtungsfeld überwacht und kontrolliert. Bei Erreichen der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk genannten qualitativen/quantitativen Warnwerte wird wie dort beschrieben verfahren. Das in den offenen Baugruben D 1, D 3 und D 4 anfallende Niederschlagswasser wird zusammen mit dem Grundwasser in den Pumpensämpfen und Dränagen der Baugruben gefasst. Bezogen auf eine Bemessungsregenspende von $r_{15} = 125,7 \text{ l/s} \cdot \text{a}$ (Jährlichkeit 1) fallen in den offenen Baugruben Oberflächenwassermengen zwischen 2,5 und 8,8 l/s an.

Sämtliches im Bereich des Dükers Nesenbach bauzeitlich anfallende Grund- und Niederschlagswasser wird im Rahmen des zentralen Niederschlagswasser-Managements nach entsprechender Behandlung und ggf. weiterer Reinigung in die Vorflut (Neckar) abgeschlagen. Zur Stützung des Grundwasserkörpers und Minimierung der Reichweite der Grundwasserabsenkung wird Grundwasser aus der Wasserhaltung des DB-Tunnels über umliegende Infiltrationsbrunnen sowie (ab Bauschritt 3) über teilfertige, benachbarte Baugruben (Sohlfiler) des DB-Tunnels infiltriert (vgl. Anlage 3).

Die aktuelle Bautaktplanung und das Baukonzept für den Düker Nesenbach hat sich gegenüber den im Grundwasserströmungsmodell angesetzten Randbedingungen zur Simulation dieser Baumaßnahme etwas abgeändert. Diese Planungsoptimierungen ließen sich aus zeitlichen Gründen nicht mehr in der Grundwassermodellierung berücksichtigen.

Dies wird jedoch während des Planfeststellungsverfahrens erfolgen. Dieses „vorherige“ Baukonzept berücksichtigte nicht die jetzt geplante dichte Bohrpfahlwand in der Rampe D4 und den nunmehr geplanten Verzicht auf einen bergmännischen Vortrieb der ersten 20 m des Dükers unter atmosphärischen Verhältnissen. Diese Maßnahmen bedingen nunmehr eine Reduzierung der Wasserhaltung und damit eine Verringerung der Auswirkungen auf die Heil- und Mineralquellen. In der Anlage 2.1 sind die bei Mittelwasserverhältnissen für die einzelnen Teilabschnitte mit Hilfe des v.g. Grundwasserströmungsmodells abgeschätzten Grundwasserandrangsmengen unter Zugrundelegung des „vorherigen“ Baukonzeptes und unter Berücksichtigung von Infiltrationsmaßnahmen im oberen Grundwasservorkommen - differenziert nach instationärem Erstwasserandrang (A), mittelfristig zu erwartenden (quasi)stationärem Wasserandrang (B) und Gesamtwasserandrang pro Bauschrittdauer (C) - für die geplanten Bauschritte 1 bis 4 angegeben. Aufgrund der zeitlichen Abfolge der einzelnen Wasserhaltungsmaßnahmen wurde für die Prognoseberechnungen eine Aufgliederung der Bauschritte 1 und 2 in die Teilbauschnitte 1a bis 1c und 2a, 2b (Dauer zwischen 1 und 5 Monaten) vorgenommen.

Auf Grundlage dieser Prognoserechnungen ergeben sich bei Öffnung der Teilbaugruben bzw. Erstellen des Oberhauptes (D 1) und bergmännischem Vortrieb (D 2) weitgehend unter Druckluftbedingungen geschätzte Erstwasserandrangsraten (A) zwischen $< 0,1$ und $6,9$ l/s, die sich bis zum Erreichen der (quasi) stationären Phase der Entwässerung (B) geringfügig auf $< 0,1$ bis $6,1$ l/s reduzieren. Dies entspricht Gesamtförderraten über die einzelnen Bauschritte C von $< 0,1$ bis 92.400 m³. Die höchsten Andrangsraten treten in den Bauschritten 1b und 3 während Öffnung der Teilbaugrube D 4 sowie im atmosphärischen Vortriebsbereich D 2 auf. Aufgrund der beschränkten Wasserhaltung in den teildichten Baugruben D 1 und D 3 sind hier relativ geringe Andrangsmengen zu verzeichnen. Insgesamt werden über die Bauschritte 1 – 4 in den Teilbaugruben und Vortriebsbereichen des Dükers Nesenbach rd. 135 Tm³ Grundwasser gefördert (entspricht ca. 5 % der Gesamtförderung im PFA 1.1).

Die bauzeitlichen Aufstauereffekte durch die dichte Umschließung der Ober-/Unterhauptbaugruben sind vernachlässigbar, da gleichzeitig im PFA 1.1 Wasserhaltung betrieben wird und die dadurch hervorgerufene Absenkung diese kompensiert bzw. deutlich übertrifft. Im Endzustand sind, aufgrund der umliegenden Umleitungssysteme von Stadtbahn und DB-Tunnel, allenfalls geringe Aufstauereffekte zu erwarten (vgl. Anlagen 1.4.1/1.4.2).

Durch das aktuelle Baukonzept für den Düker Nesenbach, dass im Rahmen der weiteren Planungen auch modelltechnisch nachgebildet wird, werden die Andrangsraten und Auswirkungen geringer ausfallen.

Im Endzustand erfolgt keine Grundwasserableitung mehr. Aufgrund der überwiegenden Orientierung des Bauwerkes parallel zum Grundwasserabstrom werden die natürlichen Fließverhältnisse nicht wesentlich verändert und dauerhaft kein Grundwasseraufstau verursacht. Der Sohlfiler zwischen Dükerleitung und DB-Tunnel gewährleistet die Grundwasserumlaufbarkeit im oberen Grundwasservorkommen (q/km1BH-Aquifer) im Querungsbereich des DB-Tunnels.

Der bestehende Nesenbach befindet sich im Bereich des Mittleren Schloßgartens in einem naturfemen, kanalisierten Zustand und dient als Mischwasserkanal und ist damit nicht als natürliches Gewässer im Sinne des WHG zu betrachten. Durch seine Verlegung und Dükerung ergibt sich auch hier kein wasserrechtlicher Tatbestand des Gewässerausbaus nach § 31 WHG.

8 Umbau Bonatzgebäude, Technikgebäude und Tiefgarage Nördliches Bahnhofsgebäude

Im Zuge der geplanten Baumaßnahmen für den DB-Tunnel werden das bestehende historische Bonatzgebäude umgebaut, der Nordflügel abgetragen und die Zugänge und Treppenanlagen der neuen Bahnhofshalle, des Bonatzgebäudes und der S-Bahn an die bestehende Klettpassage angepasst. Durch die Umbaumaßnahmen im Bereich Bonatzgebäude/Klettpassage auf bestehendem Höhenniveau wird der Grundwasserspiegel des oberen Grundwasservorkommens nicht angeschnitten.

Unter dem Kurt-Georg-Kiesinger-Platz ist das unterirdische zweigeschossige Technikgebäude vorgesehen (Bauwerkssohle N 237,2 m). Durch diese Baumaßnahme wird flachgründig in das Grundwasservorkommen in den Dunkelroten Mergeln eingegriffen, wobei der Grundwasserspiegel bei Mittelwasserverhältnissen um ca. 0,5 - 1 m unterschritten wird.

Unterhalb der Bebauung des nördlichen Bahnhofsgebäudes ist die Tiefgarage Nördliches Bahnhofsgebäude geplant. Bei der Errichtung der Tiefgarage nördliches Bahnhofsgebäude (Bauwerkssohle ca. N 233 m) kommt es voraussichtlich zu Eingriffen in das obere Grundwasserstockwerk (Dunkelrote Mergel bis Quartär), die ca. 3 m bis 4 m unter Mittelwasserstand betragen.

Aufgrund der o.g. Grundwassereingriffe ist zur Herstellung aller v.g. Bauwerke bzw. im Zuge von Umbaumaßnahmen eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung mit einem Absenkungsziel von max. 0,5 m unter Bauwerkssohle notwendig. Hierzu sind insgesamt 2 Baugruben mit offener Wasserhaltung vorgesehen. Die Baumaßnahme T 1 (Technikgebäude) ist in den Bauschritten 1 und 2 geplant. Der Bau der Tiefgarage Nördliches Bahnhofsgebäude erfolgt erst nach Inbetriebnahme des neuen Hauptbahnhofs und ist in der Bautaktplanung (Stand: 26.02.99) nicht aufgeführt. Bei einer geschätzten Gesamtbauzeit von 40 Monaten ist mit einer Dauer der Wasserhaltung (Bau Tiefgarage) von ca. 1 Jahr zu rechnen.

Angesichts der relativ geringen Eingriffstiefen und der guten hydraulischen Trennwirkung der Grundgipsschichten sind Mineralwasserzutritte im Bereich der Baugruben nicht zu erwarten, zumal der mo-Druckspiegel nicht oder nur geringfügig (Nördliches Bahnhofsgebäude) unterschritten wird. Mögliche Mineralwasserzutritte werden dennoch anhand von Analysen der in Pumpensämpfen und Dränagen entnommenen Grundwasserproben festgestellt. Bei Erreichen der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnel genannten qualitativen/quantitativen Wamwerte wird im Rahmen des Grundwassermanagements analog verfahren.

In qualitativer Hinsicht ist allgemein mit einem bauzeitlichen Eintrag von Schmutz- und Trübstoffen insbesondere ins obere Grundwasservorkommen zu rechnen. Des Weiteren können aus dem Absenkungsbereich Schadstoffe durch belastetes Grundwasser eingetragen werden.

Das bauzeitlich geförderte Grundwasser aus Teilbaugruben des DB-Tunnels (einschließlich Niederschlagswasseranteilen) wird zur Stützung des Grundwasserkörpers und zur Minimierung der Reichweite der Grundwasserabsenkung in umliegenden Infiltrationsbrunnen (vgl. Anlage 4) infiltriert. Die bauzeitliche Grundwasserabsenkung und die im Rahmen des Grundwassermanagements mit Hilfe der Grundwassermessstellen im vorgenannten Beobachtungsfeld überwacht und kontrolliert. Bei Erreichen der im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk genannten quantitativen Wamwerte (HW_1 , NW_5) wird wie dort beschrieben verfahren. Das im Baufeld T 1 anfallende Grund- und Niederschlagswasser wird zusammen mit dem Grundwasser in Pumpensümpfen und Drainageleitungen gefasst und als Überschusswasser in Zuge des Niederschlagswasser-Managements nach vorheriger Behandlung und Reinigung in die Vorflut (Neckar) abgeschlagen. Bezogen auf eine Bemessungsregenspende von $r_{15} = 125,7$ l/s ha der Jährlichkeit 1 fällt in der offenen Baugrube (T 1) eine Oberflächenwassermenge von 23,9 l/s an. Hinsichtlich der geforderten Qualität und vorgesehenen Reinigung der in die Vorflut (Neckar) abzuleitenden Überschusswässer gelten die im Zusammenhang mit dem DB-Tunnelbauwerk gemachten Angaben und Grenzwerte.

Das in der Teilbaugrube Tiefgarage Nördliches Bahnhofsgebäude über Pumpensümpfe/Drainageleitungen gefasste Grund- und Niederschlagswasser wird, nach derzeitiger Planung über die Infiltrationsbrunnen 7 und 9 versickert. Die Bemessungsregenspende beläuft sich für $r_{15(1)}$ auf 143,3 l/s.

In der Anlage 2.1 sind die bei Mittelwasserverhältnissen für die Teilbaugrube T 1 mit Hilfe des v.g. Grundwasserströmungsmodells berechneten Grundwasserandrangsmengen unter Berücksichtigung von Infiltrationsmaßnahmen - differenziert nach instationärem Erstwasserandrang (A), (quasi)stationärem Wasserandrang (B) und Gesamtwasserandrang je Bauschritt (C) - für die betreffenden Bauschritte angegeben. Die Prognoseberechnungen zeigen, dass in den Bauschritten 1 und 2 aufgrund der zeitgleichen, tieferen Wasserhaltungen an den Teilbaugruben 4 (Stadtbahn Heilbronner Straße) bzw. 16 (DB-Tunnel) kein messbarer Wasserandrang ($Q < 0,1$ l/s) aus der Teilbaugrube T 1 erfolgt.

Für die Teilbaugrube Tiefgarage Nördliches Bahnhofsgebäude wurden Prognoseberechnungen unter Annahme von Mittelwasserverhältnissen im gesamten PFA 1.1 (nach Abschluss Bauschritt 11) und einer Wasserhaltungsdauer von 1 Jahr angestellt, wobei auch Infiltrationsmaßnahmen zur Stützung des Grundwasserkörpers über umliegende Schluckbrunnen berücksichtigt sind. Die auf dieser Grundlage ermittelten Wasserandrangsmengen betragen zwischen 7,9 l/s (Erstwasserandrangsrate A) und 3,2 l/s (quasistationäre Andrangsrates B Bauschritten-

de), woraus sich eine Gesamtgrundwasserentnahme (Fall C) von 160.200 m³ errechnet. Die Infiltrationswassermenge beträgt in dieser Phase 50,5 Tm³, was einer durchschnittlichen Infiltrationsrate von 1,6 l/s entspricht.

Durch die Baumaßnahmen Technikgebäude sind keine über die für die Stadtbahn beschriebenen Auswirkungen hinausgehenden Beeinträchtigungen bestehender Grundwassernutzungen zu erwarten. Da der Bau der Tiefgarage Nördliches Bahnhofsgebäude erst im Anschluss an den Bau des DB-Tunnels erfolgen soll, sind qualitative und quantitative Auswirkungen auf die nahegelegenen Notbrunnen 1 und 2 zu erwarten (vgl. Kap. 4.2 zur Anlage 20.1).

Im Endzustand sind die Bauwerke wasserundurchlässig ausgebildet, so dass unterhalb des Bemessungswasserspiegels keine Grundwasserablenkung mehr erfolgt. Zur Vermeidung oberstromiger Grundwasseraufstauungen sind für die v.g. Bauwerke Grundwasserumleitungssysteme analog zum DB-Tunnel vorgesehen, so dass nach Fertigstellung der Bauwerke eine Wiederherstellung der ursprünglichen Strömungsverhältnisse gewährleistet ist. Grundwassersperren zur Vermeidung einer Grundwasserlängsläufigkeit sind nicht erforderlich.

Um die Auftriebssicherheit der v.g. Bauwerke (mit Ausnahme des Bonatzgebäudes) zu gewährleisten, wird in Höhe des Bemessungswasserspiegels, der sich - wie beim DB-Tunnel - in etwa an einem Hochwasser der Jährlichkeit 200 (HW₂₀₀) orientiert, an den Bauwerksaußenseiten des Nördlichen Bahnhofsgebäudes (Nord- und Ostseite) als Grundwasserspiegelbegrenzungssystem eine Dränleitung als Sicherheitsdränage verlegt. Hierdurch wird der Grundwasserspiegel in den Bauwerksbereichen dauerhaft auf einen Höchstwasserstand von ca. HW₂₀₀ begrenzt. Beim Technikgebäude wird die Auftriebssicherheit durch hydraulischen Kontakt zwischen Sohlfilter/Wanddränage und der Sicherheitsdränage des angrenzenden Trogbauwerkes der Bahnhofshalle erreicht. Die Dränleitungen werden als geschlossene Leitungen an das Grundwasserspiegelbegrenzungssystem des DB-Tunnels angeschlossen. Die ggf. bei Grundwasserständen \geq HW₂₀₀ anfallenden Wässer werden rückstaufrei in das Begrenzungssystem des DB-Tunnels abgeleitet und - wie im Zusammenhang mit dem DB-Tunnel beschrieben - über den im Unteren Schloßgarten gelegenen Sickerschacht, oder - im Falle eines Überlaufens - großflächig versickert. Die entsprechenden wasserrechtlichen Tatbestände nach § 3 WHG des dauerhaften Ableitens und Versickerns sind in den Anlagen 1.1.2 und 1.2.2 aufgeführt.

Anhang

Wasserrechtliche Tatbestände PFA 1.1 (Tabellen und Lageplan)

Benutzung nach § 3, Abs. 1, Ziff. 6 WHG: Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser

a) Bauzeitliches Entnehmen, Zutagefördern und Ableiten von Grundwasser aus den Teilbaugruben/bergmännischen Bauabschnitten im PFA 1.1

Streckenabschnitt ¹⁾	Zweck der Maßnahme	betroffene geologische Schichten	Tiefe der Grundwasserabsenkung (Absenkziel) ^{*)} [m NN]	Reichweite der Grundwasserabsenkung [m]	für MW-Verhältnisse prognostizierte Wassermengen	Einleitungsstellen	Beginn der Benutzung [Bauschritt]	Dauer der Benutzung	Fundstellen f0r: a) bauliche Gestaltung der erforderlichen Anlagen b) erwartete Wasserqualität mit Hinweis auf erforderliche Reinigungsmaßnahmen c) sonstige Pläne und Unterlagen
TB: 16 + Dök. Cann. + MKS, 22 TBf: 4, 5, 6-1, 6-2, 633-3, 8.6c, H1, 16A, 16B, D2, D3, T1	Trockenlegung der Baugruben + Vortriebsbereiche	q/km1BH, km1BB/DRM	0,5 m unter Baugruben- bzw. Tunnelsohle (217,4 – 246,5)	31	A: 41,0 B: 24,7 C: 245,9	- infiltrationsbr. ¹⁾ (+WA 1 – 3) - Neckar ²⁾	[1a]	3 Monate	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil iii, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2
					A: 30,1 B: 28,3 C: 75,6		[1b]	1 Monat	
					A: 22,4 B: 22,8 C: 121,6		[1c]	2 Monate	
TB: 1, 1A, 16, 22 TBf: 4, 5, 6-1, 6-2, 6-3, 7-1, 7-2, 7-3, 633-3, 8.6c, H1, H2 + MKK, H3, 16A, 16B, D1, D2, T1	Trockenlegung der Baugruben + Vortriebsbereiche	q/km1BH, km1BB/DRM	0,5 m unter Baugruben- bzw. Tunnelsohle (217,4 – 246,5)	31	A: 26,2 B: 24,1 C: 67,7	- infiltrationsbr. ¹⁾ (+WA 1 – 3) - Neckar ²⁾	[2a]	1 Monat	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil iii, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2
					A: 24,2 B: 23,1 C: 311,7		[2b]	5 Monate	
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 11 + S-B-Üb., 12, 17, 25 TBf: 4, 5, 6-1,6-2, 633-3, 8.2c, 8.4c, H2, H3,H4, DC2, DC3, D4	Trockenlegung der Baugruben + Vortriebsbereiche	q/km1BH, km1BB/DRM	0,5 m unter Baugruben- bzw. Tunnelsohle (219,7 – 246,5)	31	A: 24,2 B: 22,2 C: 362,5	- infiltrationsbr. ¹⁾ (+ WA 1 – 3) + TB - Neckar ²⁾	[3]	6 Monate	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil iii, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2

Streckenabschnitt ¹⁾	Zweck der Maßnahme	betroffene geologische Schichten	Tiefe der Grundwasserabsenkung (Absenkziel) *) [m NN]	Reichweite der Grundwasserabsenkung [m]	für MW-Verhältnisse prognostizierte Wassermengen	Einleitungsstellen	Beginn der Benutzung [Bauschritt]	Dauer der Benutzung	Fundstellen für: a) bauliche Gestaltung der erforderlichen Anlagen b) erwartete Wasserqualität mit Hinweis auf erforderliche Reinigungsmaßnahmen c) sonstige Pläne und Unterlagen
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 11 + S-B-Üb., 12, 17, 25 TBf: 5, 8.2c, 8.4c, H2, H3, H4, DC2, DC3, D1 Bypass, D4 Bypass	Trockenlegung der Baugruben	km1BB/DRM, q/km1BH	0,5 m unter Baugrubensohle (224,9 – 246,5)	³⁾	A: 9,7 B: 11,1 C: 167,6	- Infiltrationsbr. ¹⁾ (+ WA 1 – 3) + TB - Neckar ²⁾	[4]	6 Monate	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil III, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 11 + S-B-Üb., 12, 19/20, 24 + Sp.-B. TBf: 8.1c, 8.3c	Trockenlegung der Baugruben	km1BB/DRM, q/km1BH	0,5 m unter Baugrubensohle (223,3 – 236,5)	³⁾	A: 12,1 B: 12,0 C: 187,7	- Infiltrationsbr. ¹⁾ (+ WA 1 – 3) + TB - Neckar ²⁾	[5]	6 Monate	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil III, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 10, 11 + S-B-Üb., 13 + Vers. Tun., 19/20, 24 + Sp.-B. TBf: 8.3c, 8.7c	Trockenlegung der Baugruben	km1BB/DRM, q/km1BH	0,5 m unter Baugrubensohle (223,3 – 236,5)	³⁾	A: 18,0 B: 15,3 C: 255,0	- Infiltrationsbr. ¹⁾ (+ WA 1 – 3) + TB - Neckar ²⁾	[6]	6 Monate	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil III, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 9, 10, 11 + S-B-Üb., 13, 15, 18, 24 + Sp.-B. TBf: 8.5c, 8.7c, 8.9c.	Trockenlegung der Baugruben	km1BB/DRM, q/km1BH	0,5 m unter Baugrubensohle (223,3 – 236,5)	³⁾	A: 18,3 B: 16,3 C: 266,5	- Infiltrationsbr. ¹⁾ (+ WA 1 – 3) + TB - Neckar ²⁾	[7]	6 Monate	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil III, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2

Streckenabschnitt ¹⁾	Zweck der Maßnahme	betroffene geologische Schichten	Tiefe der Grundwasserabsenkung (Absenkziel) *) [m NN]	Reichweite der Grundwasserabsenkung [m]	f0r MW-Verhältnisse prognostizierte Wassermengen	Einleitungsstellen	Beginn der Benutzung [Bauschritt]	Dauer der Benutzung	Fundstellen f0r: a) bauliche Gestaltung der erforderlichen Anlagen b) erwartete Wasserqualität mit Hinweis auf erforderliche Reinigungsmaßnahmen c) sonstige Pläne und Unterlagen
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 18 TBf: 8.5c, 8.8c, 8.9c	Trockenlegung der Baugruben	km1BB/DRM, q/km1BH	0,5 m unter Baugrubensohle (226,4 – 236,5)	³⁾	A: 9,8 B: 11,3 C: 168,3	- Infiltrationsbr. ¹⁾ (+WA 1 – 3) + TB - Neckar ²⁾	[8]	6 Monate	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil III, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 9, 14, 21, 23 + Sp.-B. TBf: 8.9c	Trockenlegung der Baugruben	km1BB/DRM, q/km1BH	0,5 m unter Baugrubensohle (223,3 – 236,5)	³⁾	A: 13,4 B: 15,3 C: 226,7	- Infiltrationsbr. ¹⁾ (+WA 1 – 3) + TB - Neckar ²⁾	[9]	6 Monate	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil III, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2
TB: 1, 1A, 3, 8, 21, 23 + Sp.-B.	Trockenlegung der Baugruben	km1BB/DRM, q/km1BH	0,5 m unter Baugrubensohle (223,3 – 236,5)	³⁾	A: 10,3 B: 10,7 C: 164,6	- Infiltrationsbr. ¹⁾ (+WA 1 – 3) + TB - Neckar ²⁾	[10]	6 Monate	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil III, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2
TB: 1A	Trockenlegung der Baugrube	km1BB/DRM	0,5 m unter Baugrubensohle (235,8)	³⁾	A: 0,6 B: 0,9 C: 12,2	- Infiltrationsbrunnen 1) (+WA 1-3) - Neckar ²⁾	[11]	6 Monate	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil III, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2

Streckenabschnitt ¹⁾	Zweck der Maßnahme	betroffene geologische Schichten	Tiefe der Grundwasserabsenkung (Absenkziel) *) [m NN]	Reichweite der Grundwasserabsenkung [m]	für MW-Verhältnisse prognostizierte Wassermengen	Einleitungsstellen	Beginn der Benutzung [Bauschritt]	Dauer der Benutzung	Fundstellen für: a) bauliche Gestaltung der erforderlichen Anlagen b) erwartete Wasserqualität mit Hinweis auf erforderliche Reinigungsmaßnahmen c) sonstige Pläne und Unterlagen
Tiefgarage Nördl. Bahnhofsgelände	Trockenlegung der Baugrube	km1BB/DRM, q/km1BH	0,5 m unter Baugrubensohle (232,5)	³⁾	A: 7,9 B: 3,2 C: 160,3	- infiltrationsbrunnen ¹⁾ - Neckar ²⁾ bzw. alternativ Kanalisation	in Anschluss an [12]	vgl. 1 Jahr	a) technischer Erläuterungsbericht (Anlage 1, Teil III, PF-Unterlagen), Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 b) Stellungnahme Teil 3, Anhang 2 c) Anlage 19.2-

Legende:

- q = Quartär
- km1 = Gipskeuper, ungegliedert
- km1BB = Bleiglanzbankschichten
- km1DRM = Dunkelrote Mergel
- km1BH = Bochinger Horizont
- TB = Teilbaugrube DB-Tunnel/-Trogbauwerke (für Einleitungsstelle: Infiltration Ober Sohlfiter der teilfertiggestellten Teilbaugruben)
- TBf = Teilbaugrube Folgebaumaßnahmen
- (WA) = Vorhalleflächen für weitere Infiltrationsbrunnen mit Nr.
- MW = Mittelwasserhältnisse
- D0k. Cann. = Döcker Cannstatter Straße
- MKK = Fernheizkanal und Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz
- MKS = Medienkanal Mittlerer Schloßgarten
- S-B-Üb. = S-Bahn-Überbrückung
- Sp.-B. = Speicherbecken
- Vers.-Tun. = Versorgungstunnel

- 1) nähere Angaben zu den Einleitungsstellen unter Anlage 1.2.1 (Einleiten von Stoffen in das Grundwasser)
- 2) Ableitung vorbehandelter Überschusswässer in den Neckar über temporäre Entwässerungsleitung DN 200
- 3) bzgl. Angaben zur Reichweite der Grundwasserabsenkung in den einzelnen Bauschritten s. Teil 3 (Wasserwirtschaft) der Stellungnahme zum PFA 1.1, Anhang 1 (Teilbericht 2)
- A instationärer Erstwasserandrang (in l/s) bei gleichzeitiger Infiltration
- B mittelfristiger (quasi-)stationärer Wasserandrang (in l/s) bei gleichzeitiger Infiltration
- C Gesamtfördermenge über Dauer der Benutzung (in T m³), ermittelt aus A/B (vgl. Anlage 2.1)
- *) nähere Angaben zur Streckenkilometrierung und Absenkzielen der einzelnen Bauabschnitte siehe Anlage 2.1

Benutzung nach § 3, Abs. 1, Ziff. 6 WHG: Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser

b) Dauerhaftes Entnehmen, Zutagefördern und Ableiten von Grundwasser aus den Streckenabschnitten im PFA 1.1

Streckenabschnitt*	Zweck der Maßnahme	betroffene geologische Schichten	Tiefe der Grundwasserabsenkung (Absenkziel) [m NN]	Reichweite der Grundwasserabsenkung [m]	geschätzte Wassermengen [l/s]	Einieltungsstellen	Fundstellen für: a) bauliche Gestaltung der erforderlichen Anlagen b) erwartete Wasserqualität mit Hinweis auf erforderliche Reinigungsmaßnahmen c) sonstige Pläne und Unterlagen
DB-Tunnel (km -0.4-42.0 bis -0.4+32.0)	GwSpBgS: Auftriebssicherheit Trog-/Tunnelbauwerk	km1BB/DRM, q/km1BH	HW ₂₀₀ ¹⁾ (ca. 236,3 – 241,2)	R ca. 3 m, bei Wasserspiegellagen > HW ₂₀₀ ²⁾	Q ca. 0,1 l/s Ableitung bei Wasserspiegellagen > HW ₂₀₀ ³⁾	Sickerschacht Unterer Schloßgarten ⁵⁾	a) Anlage 11, (PF-Unterlagen) b) Anlage 20.1, Kap. 3.5 c) Anlage 9.2 (PF-Unterlagen)
Technikgebäude, Tiefgarage Nördliches Bahnhofsgebäude	GwSpBgS: Auftriebssicherheit Gebäude	km1BB/DRM, q/km1BH	HW ₂₀₀ ¹⁾ (ca. 237,0 – 238,0)	⁴⁾	⁴⁾	Sickerschacht Unterer Schloßgarten ⁵⁾	a) Anlage 11, (PF-Unterlagen) b) Anlage 20.1, Kap. 3.5 c) Anlage 9.2 (PF-Unterlagen)

Legende:

- q = Quartär
- km1 = Gipskeuper, ungegliedert
- km1BB = Bleiglanzbankschichten
- km1DRM = Dunkelrote Mergel
- km1BH = Bochinger Horizont
- 1) = Sicherheitsdränage begrenzt Grundwasserhöchststand auf Bemessungsfall HW₂₀₀
- 2) = Reichweite abhängig vom HW-Stand (hier angesetzt: HW₁₀₀₀, Δs = 0,1 m, k₁ = 10⁻⁴ m/s, Berechnung nach SICHARD)
- 3) = Wassermenge abhängig vom HW-Stand (hier angesetzt: HW₁₀₀₀, Δs = 0,1 m, k₁ = 10⁻⁴ m/s, Berechnung nach dem DARCY-Gesetz)
- 4) = Größenordnung wie DB-Tunnel (Anschluss an DB-Tunnel-Grundwasserspiegelbegrenzungssystem vorgesehen)
- 5) = bei Kapazitätsüberschreitung flächenhaftes Versickern (Unierer Schloßgarten)
- GwSpBgS = Grundwasserspiegelbegrenzungssystem (Sicherheitsdränage)
- * = Grundwasserspiegelbegrenzungssystem Stadtbahn in aktueller Planung nicht mehr enthalten

Benutzung nach § 3, Abs. 1, Ziff. 5 WHG: Einleiten von Stoffen in das Grundwasser

a) bauzeitliches infiltrieren von Grund-, Bau- und Niederschlagswasser aus den Teilbaugruben/bergmännischen Bauabschnitten im PFA 1.1 sowie aus einigen Teilbaugruben / bergmännischen Bauabschnitten in den PFA 1.2 und 1.5

Streckenabschnitt*	Einleitungsstelle (Flurstücksnummer) ¹¹	geologische Schichten, in die ein-geleitet wird	Höhe der Grundwasser-aufhöhung	Reichweite der Grundwasser-aufhöhung	Herkunft des Wassers (Im Streckenabschnitt)	Bemes-sungswas-sermenge (mit Angabe des Bemes-sungsfalles)	Nieder-schlags-menge/ rate bei r 15, n = 1 (Im Strecke-nabschnitt)	Beginn der Einlei-lung [Bau-schritt] ⁶⁾	Dauer der Einleitung	Fundstellen für: a) Schluckvermögen des Untergrundes b) bau. Gestaltung der Einleitungsstelle c) Wasserqualität des Einleitwassers mit Aufbereitungsmaßnahmen d) sonstige Pläne und Unterlagen e) Maßnahmen zur Beseitigung der Einleitstelle nach Ende der Benutzung
TB: 16 + D0k. Cann. + MKS, 22 TBf: 4, 8.6c, H1, 16A, 16B, D2, D3, T1	VB: 2 - 5, 7 - 9, 11, 14, 15, 17 - 21, 23 - 32, 34, 35, 37, 38 (WA 1 - 3)	km1BB/DRM, q/km1BH	2)	max. 40 m	km1BB/DRM-Aquifer, q/km1BH-Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Bauwasser + Trinkwasser (er-satzweise/ bei Bedarf)	41,0 l/s ⁴⁾ C:245,9 + D:3,0 Tm ³	177 m ³ / 196,1 l/s	[1a]	3 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 f) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)
						30,1 l/s ⁴⁾ C: 75,6 + D:1,0 Tm ³		[1b]	1 Monat	
						22,4 l/s ⁴⁾ C:121,6 + D:2,0 Tm ³		[1c]	2 Monate	
TB: 1, 1A, 16, 22 TBf: 4, 8.6c, H1, 2+MKK, H3, 16A, 16B, D1, D2, T1	VB: 1 - 5, 7 - 15, 17 - 32, 34 - 38 (WA 1 - 3)	km1BB/DRM, q/km1BH	2)	max. 50 m	km1BB/DRM-Aquifer q/km1BH-Aquifer (C) + Nieder-schlag (D) + Bauwasser + Trinkwasser (bei Bedarf/ersatzweise	26,2 l/s ⁴⁾ C:64,7 + D:1,3 Tm ³	244 m ³ / 270,3 l/s	[2a]	1 Monat	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 1.2.1
Blatt 2

Streckenabschnitt *	Einleitungsstelle (Flurstücksnummer) ¹⁾	geologische Schichten, in die ein- geleitet wird	Höhe der Grundwasser- aufhöhung	Reichweite der Grundwasser- aufhöhung	Herkunft des Wassers (Im Streckenab- schnitt)	Bemes- sungs- wasser- menge (mit Angabe des Bemes- sungs- falles)	Nieder- schlags- menge/ rate bei r 15, n = 1 (Im Strecke- nabschnitt)	Beginn der Einlei- tung [Bau- schritt] ⁶⁾	Dauer der Einleitung	Fundstellen für: a) Schluckvermögen des Untergrundes b) baul. Gestaltung der Einleitungsstelle c) Wasserqualität des Einleitwassers mit Aufbereitungsmaßnahmen d) sonstige Pläne und Unterlagen e) Maßnahmen zur Beseitigung der Einleitstelle nach Ende der Benutzung
TB: 1, 1A, 16, 22 TBF: 4, 8.6c, H1, H2+MKK, H3, 16A, 16B, D1, D2, T1	VB: 1 - 5, 7 - 15, 17 - 32, 34 - 48 (WA 1 - 3)	km1BB/DRM, q/km1BH	²⁾	max. 70 m	km1BB/DRM- Aquifer q/km1BH- Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Bauwasser + Trinkwasser (ersatzweise/ bei Bedarf)	A: 24,2 l/s ⁴⁾ C: 311,7 +D: 6,7 Tm ³	243 m ³ / 270,3 l/s	[2b]	5 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 11 + S-B-Üb., 12, 17, 25 TBF: 4, 8.2c, 8.4c, H2, H3, H4, DC2, DC3, D4	VB: 1 - 9, 12, 13, 15, 17 - 32, 34 - 38 (WA 1 - 3) TB: 16, 22	km1BB/DRM, q/km1BH	²⁾ ³⁾	max. 60 m	km1BB/DRM- Aquifer q/km1BH- Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Bauwasser + Trinkwasser (ersatzweise/ bei Bedarf)	24,2 l/s ⁴⁾ C: 362,5 + D: 14,0 Tm ³	457,1 m ³ / 507,9 l/s	[3]	6 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 11 + S-B-Üb., 12, 17, 25 TBF: 8.2c, 8.4c, H2, H3, H4, DC2, DC3, D1 Bypass, D4 Bypass	VB: 1 - 9, 12, 13, 15, 17 - 21, 23 - 32, 35 - 38 (WA 1 - 3) TB: 16, 22	km1BB/DRM, q/km1BH	²⁾ ³⁾	max. 110 m	km1BB/DRM- Aquifer q/km1BH- Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Trinkwasser (E) + Bauwasser	16,9 l/s ⁴⁾ C: 167,6 + D: 14,0 + E: 38,4 Tm ³	445,8 m ³ / 495,3 l/s	[4]	6 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 1.2.1
Blatt 3

Streckenabschnitt *	Einleitungsstelle (Flurstücksnummer) ¹¹	geologische Schichten, In die ein-geleitet wird	Höhe der Grundwasser-aufhöhung	Reichweite der Grundwasser-aufhöhung	Herkunft des Wassers (Im Streckenabschnitt)	Bemes-sungswas-sernenge (mit Angabe des Bemes-sungsfalles)	Nieder-schlags-menge/ rate bei r 15, n = 1 (Im Strecke-nabschnitt)	Beginn der Einlei-tung [Bau-schritt] ⁶¹	Dauer der Einleitung	Fundstellen für: a) Schluckvermögen des Untergrundes b) bau. Gestaltung der Einleitungsstelle c) Wasserqualität des Einleitwassers mit Aufbereitungsmaßnahmen d) sonstige Pläne und Unterlagen e) Maßnahmen zur Beseitigung der Einleitstelle nach Ende der Benutzung
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 11 + S-B-Üb., 12, 19/20, 24 + Sp.-B. TBF: 8.1c, 8.3c	VB: 1 - 9, 12, 15 - 31, 35, 36 (WA 1 - 3) TB: 16, 17, 22, 25	km1BB/DRM, q/km1BH	²⁾ ³⁾	max. 180 m	km1BB/DRM-Aquifer q/km1BH-Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Trinkwasser (E) + Bauwasser	13,2 l/s ⁴⁾ C: 187,7 + D: 11,0 + E: 14,1 Tm ³	348,5 m ³ / 387,2 l/s	[5]	6 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 10, 11 + S-B-Üb., 13 + Vers.-Tun., 19/20, 24 + Sp.-B. TBF: 8.3c, 8.7c	VB: 1, 4 - 31, 36 (WA 1 - 3) TB: 12, 17, 22, 25	km1BB/DRM, q/km1BH	²⁾ ³⁾	max. 100 m	km1BB/DRM-Aquifer q/km1BH-Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Bauwasser + Trinkwasser (ersatzweise/bei Bedarf)	18,0 l/s ⁴⁾ C: 255,0 + D: 11,0 Tm ³	364,4 m ³ / 404,8 l/s	[6]	6 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 9, 10, 11 + S-B-Üb., 13, 15, 18, 24 + Sp.-B. TBF: 8.5c, 8.7c, 8.9c	VB: 1, 4 - 11, 13 - 19, 22 - 30, 36 (WA 1 - 3) TB: 12, 16, 17, 19/20, 22, 25	km1BB/DRM, q/km1BH	²⁾ ³⁾	max. 70 m	km1BB/DRM-Aquifer q/km1BH-Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Bauwasser + Trinkwasser (ersatzweise/bei Bedarf)	18,3 l/s ⁴⁾ C: 266,5 + D: 14,0 Tm ³	442,4 m ³ / 491,5 l/s	[7]	6 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)

Streckenabschnitt *	Einleistungsstelle (Flursüchksnummer) ¹⁾	geologische Schichten, In die einleitet wird	Höhe der Grundwasser-aufhöhung	Reichweite der Grundwasser-aufhöhung	Herkunft des Wassers (Im Streckenabschnitt)	Bemes-sungswas-sermenge (mit Angabe des Bemes-sungsfalles)	Nieder-schlags-menge/rale bei r 15, n = 1 (Im Strecke-nabschnitt)	Beginn der Einleisung [Bau-schritt] ⁵⁾	Dauer der Einleisung	Fundstellen für: a) Schluckvermögen des Untergrundes b) baul. Gestaltung der Einleistungsstelle c) Wasserqualität des Einleitwassers mit Aufbereitungsmaßnahmen d) sonstige Pläne und Unterlagen e) Maßnahmen zur Beseitigung der Einleitstelle nach Ende der Benutzung
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 18 TBf: 8.5c, 8.8c, 8.9c	VB: 1, 4 - 11, 13 - 32, 36 (WA 1 - 3) TB: 11, 12, 16, 17, 19/20, 24	km1BB/DRM, q/km1BH	²⁾ ³⁾	max. 120 m	km1BB/DRM-Aquifer q/km1BH-Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Trinkwasser (E) + Bauwasser	13,4 l/s ⁴⁾ C: 168,3 + D: 13,0 + E: 14,0 Tm ³	420,9 m ³ / 467,6 l/s	[8]	6 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 9, 14, 21, 23 + Sp.-B. TBf: 8.9c	VB: 1 - 32, 34 - 36 (WA 1 - 3) TB: 10, 13, 15, 19/20, 22, 24	km1BB/DRM, q/km1BH	²⁾ ³⁾	max. 180 m	km1BB/DRM-Aquifer q/km1BH-Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Bauwasser + Trinkwasser (ersatzweise/ bei Bedarf)	13,4 l/s ⁴⁾ C: 226,7 + D: 8,0 Tm ³	306,6 m ³ / 340,6 l/s	[9]	6 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)
TB: 1, 1A, 3, 8, 21, 23 + Sp.-B.	VB: 1 - 24, 26 - 32, 34 - 38 (WA 1 - 3) TB: 2, 9, 19/20, 22, 24	km1BB/DRM, q/km1BH	²⁾ ³⁾	max. 270 m	km1BB/DRM-Aquifer q/km1BH-Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Trinkwasser (E) + Bauwasser	13,2 l/s ⁴⁾ C: 164,6 + D: 6,0 + E: 24,9 Tm ³	186,6 m ³ / 207,3 l/s	[10]	6 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 1.2.1
Blatt 5

Streckenabschnitt *	Einleitungsstelle (Flurslücknummer) ¹⁾	geologische Schichten, in die ein-geleitet wird	Höhe der Grundwasser-aufhöhung	Reichweite der Grundwasser-aufhöhung	Herkunft des Wassers (Im Streckenabschnitt)	Bemes-sungswas-sermenge [mit Angabe des Bemes-sungsfalles)	Nieder-schlags-menge/ rate bei r 15, n = 1 (Im Strecke-nabschnitt)	Beginn der Einlei-tung [Bau-schritt] ⁵⁾	Dauer der Einleitung	Fundstellen für: a) Schluckvermögen des Untergrundes b) baui. Gestaltung der Einleitungsstelle c) Wasserqualität des Einleitwassers mit Aufbereitungsmaßnahmen d) sonstige Pläne und Unterlagen e) Maßnahmen zur Beseltigung der Ein-leitstelle nach Ende der Benutzung
TB: 1A	VB 1 - 32, 34 - 38	km1BB/DRM, q/km1BH	²⁾	max. 350 m	km1BB/DRM-Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Trinkwasser (E) + Bauwasser	9,0 l/s ⁴⁾ C: 12,2 + D: 0,0 + E: 93,3 Tm ³	9,1 m ³ / 10,1 l/s	[11]	6 Monate	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Herleitung Bemessungsniederschlag siehe Anhang 2 e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)
TB + TBf: alle	(N1 - N10)	km1GG/ ku2GD	max. MW+2,0	max. 30 m	Trinkwasser	max. 10,0 l/s max. 470 Tm ³	-	bei Bedarf (Notmaß-nahme) [1 - 11]	max. 1,5 Jahre	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Handlungskonzept Problemszenarien Stellungnahme (Teil 4) e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)
Tiefgarage Nördliches Bahnhofsgebäude	VB:7,9	km1BB/DRM q/km1BH	2)	max. 50 m	km1BB/DRM- + q/km1BM- Aquifer (C) + Niederschlag (D) + Bauwasser + Trinkwasser (ersatzweise/bei Bedarf)	7,9 l/s ⁴⁾ c: 160,2 + D: 10,5 Tm ³	128,9 m ³ / 143,4 l/s	nach Bauschritt [12]	ca. 1 Jahr	a) Erläuterungsbericht Anlage 20.1, Kap. 3.2 b) Anlage 11 PF-Unterlagen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) c) Einhaltung Einleitgrenzwerte, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3) d) Handlungskonzept Problemszenarien Stellungnahme (Teil 4) e) Rückbau Infiltrationsbrunnen, Anhang 2 der Stellungnahme (Teil 3)

Legende:

q = Quartär
km1 = Gipskeuper, ungegliedert
km1BH = Bochinger Horizont
km1DRM = Dunkelrotle Mergel
km1BB = Bleiglanzbankschichten

TB = Teilbaugrube DB-Tunnel (für Einleitungsstelle: Infiltration über Sohlfilter der teiltfertiggestellten Teilbaugruben)
TBf: = Teilbaugrube Folgebaumaßnahmen
(WA) = Vorhallefläche für weitere Infiltrationsbrunnen (mit Nr.)
VB = 12"-Infiltrationsbrunnen mit Nr. (N1 ... N10: optionale ku2GD-Infiltrationsbrunnen)
Dük. Cann. = Düker Cannstatter Straße
MKK = Fernheizkanal und Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz
MKS = Medienkanal Mittlerer Schloßgarten
S-B-Üb. = S-Bahn-Überbrückung

Sp.-B. = Speicherbecken
Vers.-Tun. = Versorgungstunnel
ZWS = Zielwasserstand (s. Anlage 2.1)

- 1) zur Flursücks-Nr. siehe gesonderte Anlage 2.3
- 2) ca. MW + 2,0 m (ca. 237 – 240 m NN) an Infiltrationsbrunnen, ca. ZWS +2,0 m bzw. max. MW in Teilbaugrube (TB, Infiltration über Sohlfilter)
- 3) GW-Aufhöhung in den TB 16 – 18 beschränkt auf MW - 1,5 m
- 4) als Bemessungsfall ist die maximal prognostizierte GW-Einnehmerale bzw. Infiltrationsmenge je Bauschritt (in l/s) angesetzt (vgl. Anlage 2.1, Blatt 9)
- 5) nach derzeitigem Planungsstand (nachrichtlich)
- *) nähere Angaben zur Streckenkilometrierung der einzelnen Bauabschnitte s. Anlage 2.1

C Gesamtfördermenge an Grundwasser über Dauer der Benutzung (in T m³)

D Niederschlagswassermenge aus Wasserhaltung offener Baugruben im Betrachtungszeitraum (in T m³, N = 700 mm/a)

E: Differenz zwischen Gesamtfördermenge an Grundwasser und prognostizierter Infiltrationswassermenge (= durch Trinkwasserleitung zu kompensierender Unterschuss) über Dauer der Benutzung (in Tm³)

Benutzung nach § 3, Abs. 1, Ziff. 5 WHG: Einleiten von Stoffen in das Grundwasser

b) Versickern von Grundwasser aus dem PFA 1.1 für die Standzeit der Bauwerke

Streckenabschnitt ^{a)}	Einleitungsstelle (Flursücksnummer) ³⁾	geologische Schichten, in die eingeleitet wird	Höhe der Grundwasseranhebung	Reichweite der Grundwasseranhebung	Herkunft des Wassers	Bemessungswassermenge (mit Angabe des Bemessungsfalles)	Fundstellen für: a) Schluckvermögen des Untergrundes b) baul. Gestaltung der Einleitungsstelle c) Wasserqualität des Einleitwassers mit Aufbereitungsmaßnahmen d) sonstige Pläne und Unterlagen e) Maßnahmen zur Beseitigung der Einleitstelle nach Ende der Benutzung
DB-Tunnel (km -0.4-42.0 bis +0.4 +32.0) einschl. Technikgebäude, Nördliches Bahnhofsgebäude	Sickerschacht ¹⁾ Unterer Schloßgarten (678)	q	²⁾	²⁾	aus Sicherheitsdrainage/ GwSpBgS (km1DRM/BB-Aquifer, q/km1BH-Aquifer)	Q ca. 0,1 l/s Ableitung und Versickern bei Wasserspiegeln > HW ₂₀₀ ³⁾	a) Anlage 20.1, Kap. 3.2 (PF-Unterlagen) b) Anlage 11 (PF-Unterlagen) c) Anlage 20.1, Kap. 3.5 (PF-Unterlagen) d) Anlage 9.2 (PF-Unterlagen) e) -

Legende:

- q = Quartär
- km1 = Gipskeuper, ungeschichtet
- km1BB = Bleiglanzbankschichten
- km1DRM = Dunkelrote Mergel
- km1BH = Bochinger Horizont
- ¹⁾ = bei Kapazitätsüberschreitung (Überlauf) flächenhafte Versickerung im Unterem Schloßgarten
- ²⁾ = nicht angebar, da Schluckvermögen des Untergrundes im Versickerungsbereich nicht ausreichend
- ³⁾ = Wassermenge abhängig vom HW-Stand (hier angesetzt: HW₁₀₀₀, vgl. Anlage 1.1.2)
- ^{a)} = Sicherheitsdrainage Stadtbahnbauwerke entfällt gemäß aktueller Planung
- GwSpBgS = Grundwasserspiegelbegrenzungssystem

Benutzung nach § 3, Abs. 1, Ziff. 5 WHG: Einleiten von Stoffen in das Grundwasser

a) Abschätzung des Eintrags an Verpressmitteln in den Untergrund (PFA 1.1)

DB-Tunnel und sonstige Bauwerke in offener Bauweise

Tunnelabschnitt		Geologische Formation	Einbringung von Verpressmitteln				Bemerkungen
von [km]	bis [km]		Zweck / Art	Menge Gesamt [m ³]	Davon unterhalb GW-Spiegel [%]	Reichweite	
		Ausgelaugter Gipskeuper	Anker / Verpressmörtel	ca. 1.800	ca. 1.200	0 - 0,3	

Düker Nesenbach

Tunnelabschnitt		Geologische Formation	Einbringung von Verpressmitteln				Bemerkungen
von [km]	bis [km]		Zweck / Art	Menge Gesamt [m ³]	Davon unterhalb GW-Spiegel [%]	Reichweite	
0+000	0+199	Ausgelaugter Gipskeuper (km1BH, km1GG)	Anker / Verpressmörtel	84	100	0 - 0,3	
			IBO-Spieße / Verpressmörtel	106	100	0 - 0,3	
			Rohrschirme / Verpressmörtel	37	100	0 - 0,3	
			Spritzbeton	2.125	100	-	

Stadtbahnlinie Heilbronner Straße U12

Tunnelabschnitt		Geologische Formation	Einbringung von Verpressmitteln				Bemerkungen
von [km]	bis [km]		Zweck / Art	Menge Gesamt [m ³]	Davon unterhalb GW-Spiegel [%]	Reichweite	
1+250	1+751	Ausgelaugter Gipskeuper (km1MGH, km1DRM, km1BH)	Anker / Verpressmörtel	326	80	0 - 0,3	
			IBO-Spieße / Verpressmörtel	177	85	0 - 0,3	
			Rohrschirme / Verpressmörtel	283	85	0 - 0,3	
			Spritzbeton	4.200	80	-	
1+248	1+760	Ausgelaugter Gipskeuper	Anker / Verpressmörtel	343	70	0 - 0,3	
			IBO-Spieße / Verpressmörtel	176	70	0 - 0,3	
			Rohrschirme / Verpressmörtel	315	85	0 - 0,3	
			Spritzbeton	4.425	70	-	
0+025	0+264	Ausgelaugter Gipskeuper	Anker / Verpressmörtel	129	10	0 - 0,3	
			IBO-Spieße / Verpressmörtel	57	0	0 - 0,3	
			Rohrschirme / Verpressmörtel	118	15	0 - 0,3	
			Spritzbeton	1.664	10	-	

Benutzung nach § 3, Abs. 1, Ziff. 4 WHG: Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer

a) bauzeitliches Einleiten von Grund- und Niederschlagswasser aus den Teilbaugruben/bergmännischen Bauabschnitten im PFA 1.1 in oberirdische Gewässer

Streckenabschnitt	Gewässer, in das eingeleitet wird	Einleitungsstelle [Flusskilometernummer]	Herkunft des Wassers	Bemessungswassermenge (mit Angabe des Bemessungsfalles)	Wassermenge bei r_{15} , $n = 1$	Beginn der Einleitung [Bauschritt] ¹⁾	Dauer der Einleitung	Fundstellen für: a) Leistungsfähigkeit des Vorfluters b) baul. Gestaltung der Einleitungsstelle c) Wasserqualität des Einleitwassers mit Aufbereitungsmaßnahmen d) sonstige Pläne und Unterlagen e) Maßnahmen zur Beseitigung der Einleitstelle nach Ende der Benutzung
TB: 16 + Dük. Cann. + MKS, 22 TBf: 4, 5, 8.6c, H1, 16A, 16B, D3, T1	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwasserhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: 220,0 Tm ³ (14,0 l/s) D: 6,0 Tm ³ (0,4 l/s)	196,1 l/s	[1]	6 Monate	a) - ³⁾ b) lemp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU
TB: 1, 1A, 16, 22 TBf: 4, 5, 8.6c, H1, H2+ MKK, H3, 16A, 16B, D1, T1	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwasserhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: 114,8 Tm ³ (7,3 l/s) D: 8,0 Tm ³ (0,5 l/s)	270,3 l/s	[2]	6 Monate	a) - ³⁾ b) lemp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 11 + S-B-Üb., 12, 17, 25 TBf: 4, 5, 8.2c, 8.4c, H2, H3, H4, DC2, DC3, D4	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwasserhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: 78,2 Tm ³ (5,0 l/s) D: 14,0 Tm ³ (0,9 l/s)	507,9 l/s	[3]	6 Monate	a) - ³⁾ b) lemp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 1.3
Blatt 2

Sireckenabschnitt	Gewässer, in das eingeleitet wird	Einleitungsstelle (Flurslücknummer)	Herkunft des Wassers	Bemessungswassermenge (mit Angabe des Bemessungsfalles)	Wassermenge bei r_{15} , $n = 1$	Beginn der Einleitung [Bauschritt] ¹⁾	Dauer der Einleitung	Fundstellen für: a) Leistungsfähigkeit des Vorflülers b) baul. Gestaltung der Einleitungsstelle c) Wasserqualität des Einleitwassers mit Aufbereitungsmaßnahmen d) sonstige Pläne und Unterlagen e) Maßnahmen zur Beseitigung der Einleitstelle nach Ende der Benutzung
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 11 + S-B-Üb., 12, 17, 25 TBf: 5, 8.2c, 8.4c, H2, H3, H4, DC2, DC3, D1 (Bypass), D4 (Bypass)	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwassererhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: - D: 14,0 Tm ³ (0,9 l/s)	495,3 l/s	[4]	6 Monate	a) - ³⁾ b) lemp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 11 + S-B-Üb., 12, 19/20, 24 + Sp.-B. TBf: 8.1c, 8.3c	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwassererhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: - D: 11,0 Tm ³ (0,7 l/s)	387,2 l/s	[5]	6 Monate	a) - ³⁾ b) lemp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 10, 11 + S-B-Üb., 13 + Vers.-Tun., 19/20, 24 + Sp.-B. TBf: 8.3c, 8.7c	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwassererhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: 46,2 Tm ³ (2,9 l/s) D: 11,0 Tm ³ (0,7 l/s)	404,8 l/s	[6]	6 Monate	a) - ³⁾ b) lemp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 9, 10, 11 + S-B-Üb., 13, 15, 18, 24 + Sp.-B. TBf: 8.5c, 8.7c, 8.9c	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwassererhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: 58,1 Tm ³ (3,7 l/s) D: 14,0 Tm ³ (0,9 l/s)	491,5 l/s	[7]	6 Monate	a) - ³⁾ b) lemp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Rückbau lemp. Leitung/Anlage 13.2 PFU

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 1.3
Blatt 3

Streckenabschnitt	Gewässer, in das eingeleitet wird	Einleitungsstelle (Flurstücksnummer)	Herkunft des Wassers	Bemessungswassermenge (mit Angabe des Bemessungsfalles)	Wassermenge bei $r = 15$, $n = 1$	Beginn der Einleitung [Bauschritt] "	Dauer der Einleitung	Fundstellen f0: a) Leistungsfähigkeit des Vorfluters b) baul. Gestaltung der Einleitungsstelle c) Wasserqualität des Einleitwassers mit Aufbereitungsmaßnahmen d) sonstige Pläne und Unterlagen e) Maßnahmen zur Beseitigung der Einleitungsstelle nach Ende der Benutzung
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 18 TBf: 8.5c, 8.8c, 8.9c	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwasserhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: - D: 13,0 Tm ³ (0,8 l/s)	467,6 l/s	[8]	6 Monate	a) - ³⁾ b) temp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU
TB: 1, 1A, 2, 3, 8, 9, 14, 21, 23 + Sp.-B. TBf: 8.9c	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwasserhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: 31,6 Tm ³ (2,0 l/s) D: 8,0 Tm ³ (0,5 l/s)	340,6 l/s	[9]	6 Monate	a) - ³⁾ b) temp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU
TB: 1, 1A, 3, 8, 21, 23 + Sp.-B.	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwasserhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: - D: 6,0 Tm ³ (0,4 l/s)	207,3 l/s	[10]	6 Monate	a) - ³⁾ b) temp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU
TB: 1A	Neckar	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswasser aus der Grundwasserhaltung, Bauwasser und Niederschlagswasser aus den offenen Teilbaugruben	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: - D: < 0,1 l/s	10,1 l/s	[11]	12 Monate	a) - ³⁾ b) temp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 1.3
Blatt 4

Streckenabschnitt	Gewässer, in das eingeleitet wird	Einleitungsstelle (Flurstücksnummer)	Herkunft des Wassers	Bemessungswassermenge (mit Angabe des Bemessungsfalles)	Wassermenge bei r_{15} , $n = 1$	Beginn der Einleitung [Bauschritt] ¹⁾	Dauer der Einleitung	Fundstellen für: a) Leistungsfähigkeit des Vorfluters b) baul. Gestaltung der Einleitungsstelle c) Wasserqualität des Einleitwassers mit Aufbereitungsmaßnahmen d) sonstige Pläne und Unterlagen e) Maßnahmen zur Beseitigung der Einleitungsstelle nach Ende der Benutzung
Tiefgarage Nördl. Bahnhofsgebäude	Neckar (bzw. alternativ Kanalsalination)	ca. km 182,5 (2900)	Überschusswässer aus der Grundwasserhaltung, Bauwässer und Niederschlagswässer aus den offenen Teilbaugrube	50 l/s (r_{15} , $n = 1$) ²⁾ C: 109,7 Tm ³ D: 10,5 Tm ³	143,3 l/s	im Anschluss an [12]	ca. 1 Jahr	a) - ³⁾ b) temp. Leitung DN 200 (oberirdisch)/Anlage 13.2 PFU c) Anhang 2, Teil 3 der Stellungnahme d) - e) Anlage 13.2 PFU

Legende:

- TB = Teilbaugrube DB-Tunnel
- TB₁ = Teilbaugrube Folgebaumaßnahmen (Stadtbahn, Entwässerungsleitungen, etc.)
- D0k. Cann. = D0ker Cannstatter Straße
- MKS = Medienkanal Mittlerer Schloßgarten
- MKK = Femheizkanal und Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz
- S-B-Üb. = S-Bahn-Überbrückung
- Sp.-B. = Speicherbecken
- Vers.-Tun. = Versorgungstunnel
- ¹⁾ = nach derzeitigem Planungsstand (nachrichtlich)
- ²⁾ = Kapazität der Absetzbecken (am Ablauf) und Entwässerungsleitung auf max. 50 l/s beschränkt, bei Dimensionierung auf ausreichende Retention von Niederschlagswasser im Bemessungsfall r_{15} , $n = 1$ (Angegebene Einleitungsmenge stellt max. zeitweilige Momentanableitung über einen Zeitraum von wenigen Minuten bis wenigen Tagen dar)
- ³⁾ = Abflusskennwerte und Angaben zur hydraulischen Leistungsfähigkeit des Vorfluters liegen nicht vor.
Aufgrund der Gewässergüte des Neckars sind die geplanten Einleitungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Vorfluter vertretbar. Die bauzeitlich anfallenden Wassermengen werden in vorflutverträglicher Form über ausreichend dimensionierte Absetzbecken in die Gewässer geleitet.
- C = überschüssige Grundwassermenge zur Ableitung im Betrachtungszeitraum (gemäß Anlage 2.1)
- D = Niederschlagswassermenge aus der Wasserhaltung in den offenen Baugruben im Betrachtungszeitraum ($N = 700 \text{ mm/a}$)

Benutzung nach § 3, Abs. 2, Ziffer 1 WHG: Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser

a) Bauzeitliches Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser durch bauliche Maßnahmen im PFA 1.1

Streckenabschnitt (km)	Verursachende Anlagen	Betroffene geologische Schichten	Vorhandener Grundwasserstand (min. und max.)	Reichweite	Höhe des Grundwasseraufstaus	Tiefe der Grundwasserabsenkung	Umleitungswassermenge (mit Angabe des Bemessungswasserstandes)	Beginn der Nutzung	Dauer der Nutzung	Fundstelle für Pläne und Unterlagen
D 1	Spundwand	q + km1BH-GG + ku2GM	ca. 235,5 - 236,0 ¹⁾	³⁾	²⁾	max. 5 m ³⁾	keine Umleitung vorgesehen	Bauschritt 2 (6 Monate nach Baubeginn PFA 1.1)	6 Monate ⁴⁾	Anlage 20.1 PFU Anhang wasserrechtliche Tatbestände (Kap. 7), Anlage 19.24 (ing.-hydrogeol. Längsschnitte), Anlage 1 PFU, Kap. 6.5.5
D 2	Spundwand	q + km1BH/ DRM	ca. 235,0 - 235,5 ¹⁾	³⁾	²⁾	max. 17,5 m ³⁾	keine Umleitung vorgesehen	Bauschritt 1 (Baubeginn PFA 1.1)	3 Monate ⁴⁾	Anlage 20.1 PFU Anhang wasserrechtliche Tatbestände (Kap. 7), Anlage 19.24 (ing.-hydrogeol. Längsschnitte), Anlage 1 PFU, Kap. 6.5.5

Legende:

q	=	Quartär
ku1	=	Gipskeuper, ungegliedert
km1DRM	=	Dunkelrote Mergel
km1GG	=	Grundgipsschichten
ku	=	Lettenkeuper, ungegliedert
ku2GM	=	Grüne Mergel

- 1) Grundwasserstand bezogen auf q/km1BH-Aquifer (oberstes GwStockwerk)
- 2) es erfolgt kein bauzeitlicher GwAufstau, da Streckenabschnitt im bauzeitlichen Absenkungsfeld der PFA 1.1-Wasserhaltungen liegt
- 3) Grundwasserabsenkung im Streckenabschnitt ist auf bauzeitliches Absenkungsfeld der PFA 1.1-Wasserhaltungen zurückzuführen; Angaben zur Reichweite können Anlage 1.2.1 entnommen werden
- 4) Dauer der Nutzung bezogen auf Herstellungszeitraum für das Bauwerk, Spundwände verbleiben nach Ende der Baumaßnahme im Untergrund

Benutzung nach § 3, Abs. 2, Ziffer 1 WHG: Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser

a) Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser für die Standzeit der Bauwerke

Streckenabschnitt (km)	Verursachende Anlagen	Betroffene geologische Schichten	Vorhandener Grundwasserstand ¹⁾ (min. und max.)	Reichweite	Höhe des Grundwasser-aufstaus	Tiefe der Grundwasser-absenkung	Umleitungswassermenge (mit Angabe des Bemessungswasserstandes)	Fundstelle für Pläne und Unterlagen
DB-Tunnel (km -0,442 bis km +0,430)	Grundwasserumleitungssystem Tunnel-/Trogbauwerk (offene Bauweise)	q + km1DRM/BH	ca. 235,0 - 243,0	q-Aquifer ≤ 500 m ² km1EH-Aquifer ≤ 800 m ²	+0,2 m ³ ¹	-0,2 m ³ ¹	ca. 2 l/s ⁴⁾	Anlage 11, PFU Anlage 20.1, PFU (Anhang wasserrechtliche Tatbestände, Kap. 2)
Stadtbahn Heilbronner Str. (km 1,185 - km 1,250)	Grundwasserumleitungssystem Tunnel (offene Bauweise)	km1DRM/BH	ca. 236,5 - 237,5	q-Aquifer ≤ 500 m ² km1EH-Aquifer ≤ 800 m ²	≤ +0,1 m ³ ¹	≤ -0,1 m ³ ¹	ca. 0,5 l/s ⁴⁾	Anlage 11, PFU Anlage 20.1, PFU (Anhang wasserrechtliche Tatbestände, Kap. 3)
Stadtbahn Heilbronner Str. (km 1,250 - km 1,590)	Tunnel (bergmännische Bauweise), kein Umleitungssystem	km1DRM/BH	ca. 237,0 - 240,0	q-Aquifer ≤ 500 m ² km1EH-Aquifer ≤ 800 m ²	≤ +0,5 m ⁵⁾	≤ -0,5 m ⁵⁾	keine Umleitung vorgesehen	Anlage 11, PFU Anlage 20.1, PFU (Anhang wasserrechtliche Tatbestände, Kap. 3)
Stadtbahn Heilbronner Str. (Achse 633-3, km 0,087 - km 0,265)	Tunnel (bergmännische Bauweise), kein Umleitungssystem	km1DRM/BH	ca. 239,5 - 240,5	q-Aquifer ≤ 500 m ² km1EH-Aquifer ≤ 800 m ²	≤ +0,1 m ⁵⁾	≤ -0,1 m ⁵⁾	keine Umleitung vorgesehen	Anlage 11, PFU Anlage 20.1, PFU (Anhang wasserrechtliche Tatbestände, Kap. 4)
Stadtbahn Haltestelle Staatsgalerie	Grundwasserumleitungssystem Tunnel (offene Bauweise)	q + km1MGH/BB	ca. 234,5 - 237,5	q-Aquifer ≤ 500 m ² km19H-Aquifer ≤ 800 m ²	≤ +0,1 m ³ ¹	≤ -0,1 m ³ ¹	ca. 2 l/s ⁴⁾	Anlage 11, PFU Anlage 20.1, PFU (Anhang wasserrechtliche Tatbestände, Kap. 4)
Döcker Nesenbach	Spundwände Ober-/Unterhaupt, Döckerleitungen	q km1BH + km1GG/ku2GD	ca. 235,0 - 236,0	q-Aquifer ≤ 500 m ² km1EH-Aquifer ≤ 800 m ²	≤ +0,1 m ⁵⁾	≤ -0,1 m ⁵⁾	keine Umleitung vorgesehen	Anlage 11, PFU Anlage 20.1, PFU (Anhang wasserrechtliche Tatbestände, Kap. 7)

Legende:

q = Quartär
km1 = Gipskeuper, ungegliedert
km1MGH = Mittlerer Gipshorizont

km1DRM = Dunkelrote Mergel
km1DRM = Bochinger Horizont

- 1) = GwStand angegeben als Min-Max-Spanne bezogen auf gesamten Bauwerksbereich
- 2) = Reichweitenermittlung nach Ergebnissen der GW-Modellierung unter Berücksichtigung aller Bauwerke
- 3) = Druckausgleich im Umleitungssystem (erhöhte Durchlässigkeit) bewirkt oberstromig Absenkung / unterstromig Aufstau (Größenordnungsabhängig vom GwGefälle und Bauwerksbreite)
- 4) = Oberschlägige Ermittlung der Umleitungsmenge nach dem DARCY-Ansatz ($k_1 = 10^{-4}$ m/s, $l = 0,005 - 0,01$)
- 5) = Berechnung nach SCHNEIDER (Ansatz ohne Unterströmungsmöglichkeit)

Sonstige Benutzungen nach § 3 WHG

Benutzung nach § 3, Abs. 1, Ziff. 1 WHG:	Entnehmen und Ableiten von Wasser aus oberirdischen Gewässern
Benutzung nach § 3, Abs. 1, Ziff. 2 WHG:	Aufstauen und Absenken von oberirdischen Gewässern
Benutzung nach § 3, Abs. 1, Ziff. 3 WHG:	Entnehmen fester Stoffe aus oberirdischen Gewässern
Genehmigung nach § 31 WHG:	Verlegen oder wesentliche Veränderung von oberirdischen Gewässern
Befreiung nach § 45e, Teil 3 WG:	Regenwasserbehandlungsanlagen
Genehmigung nach § 68b, Teil 4 WG:	Anlagen in Gewässerrandstreifen
Genehmigung nach § 76, Teil 5 WG:	Anlagen in, über und an oberirdischen Gewässern
Genehmigung nach § 78, Teil 5 WG:	Maßnahmen in Überschwemmungsgebieten

Die o. a. wasserrechtlichen Tatbestände, die Benutzungen nach § 3 WHG darstellen, treten im Bereich des PFA 1.1 (Talquerung mit Hauptbahnhof) nicht auf.

Zusätzliche Erläuterungen und Angaben zu Anlage 1 (Tabelle, nachrichtlich)

Geschätzter Wasserandrang in den Teilbaugruben/bergmännischen Bauabschnitten des PFA 1.1 für die Bauschritte 1 bis 12 für Mittelwasserverhältnisse (Stand: 10.08.2001)

Teilbaugrube / Abbauraum Nr.	Zielwasser- stand II (m NN) [m u. MW]	Geschätzter Wasserandrang (mit Infiltration) II														
		Bauschritte (Dauer in Tagen)														
		1a	1b	1c	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
[Strecken- kilometer]II		(91d)	(30d)	(62d)	(30d)	(153d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(365d)	
DB-Tunnel (Nordkopf, Bahnhofshalle, Südkopf)																
1 [von -0,442 bis -0,378]	236,5 [14,5]	-	-	-	A: 2,3 B: 1,2 C: 4,3	A: 1,2 B: 0,7 C: 11,9	A: 0,7 B: 0,8 C: 10,0	A: 0,8 B: 0,8 C: 11,2	A: 0,8 B: 0,9 C: 13,4	A: 0,8 B: 0,8 C: 14,0	A: 0,9 B: 0,9 C: 14,0	A: 0,9 B: 0,9 C: 14,0	A: 1,0 B: 0,9 C: 14,7	A: 1,4 B: 1,5 C: 23,1	x	x
1A (Reit. N)	235,8 - 235,2 [2,5]	-	-	-	A: 0,1 B: 0,1 C: 0,3	A: 0,1 B: - C: 0,8	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: 0,1 C: 1,0	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,6	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,6	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,6	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,6	A: 0,8 B: 0,8 C: 12,5	A: 0,8 B: 0,9 C: 12,2	x
2 [von -0,378 bis -0,323]	235,8 [4,0]	-	-	-	-	-	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: 0,1 C: 1,0	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,6	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,6	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,6	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,6	x	x	x
3 (von -0,323 bis -0,274]	235,1 (4,0]	-	-	-	-	-	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: 0,4 C: 3,8	A: 0,4 B: 0,4 C: 8,3	A: 0,4 B: 0,3 C: 5,4	A: 0,4 B: 0,4 C: 8,3	A: 0,5 B: 0,4 C: 8,9	A: 1,3 B: 1,4 C: 1,2	x	x
8 [von -0,274 bis -0,208]	234,9 [3,5]	-	-	-	-	-	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: 0,2 C: 1,9	A: 0,2 B: 0,2 C: 3,1	A: 0,2 B: 0,1 C: 2,2	A: 0,1 B: 0,2 C: 2,5	A: 0,3 B: 0,2 C: 3,8	A: 0,9 B: 1,1 C: 15,9	x	x
9 (von -0,208 bis -0,169]	233,8 ⁴¹ (4,0]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A: 0,5 B: 0,2 C: 5,0	A: 0,4 B: 0,7 C: 9,1	A: 1,4 B: 1,3 C: 20,9	x	x	x
10 (von -0,169 bis -0,148]	233,3 ⁴¹ (4,0]	-	-	-	-	-	-	-	-	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: 0,3 B: 0,8 C: 9,4	x	x	x	x

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 2.1 (nachrichtlich)
Blatt 2

Teilbaugrube / Abbauraum Nr.	Zielwasser- stand ²¹ (m NN) [m u. MW]	Geschätzter Wasserandrang (mit Infiltration) ¹¹														
		Bauschritte (Dauer in Tagen)														
		1a	1b	1c	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
[Strecken- kilometer] ²¹		(91d)	(30d)	(62d)	(30d)	(150d)	(160d)	(160d)	(160d)	(160d)	(160d)	(160d)	(160d)	(160d)	(160d)	(365d)
11 + S-B-Üb. [von -0,146 bis -0,106]	233,0 + 230,0 [6,9]	-		-	-		A: 1,4 B: 1,3 C: 20,9	A: 1,3 B: 1,5 C: 22,1	A: 1,6 B: 2,2 C: 30,5	A: 2,3 B: 2,5 C: 37,7	A: 2,5 B: 2,4 C: 36,0	x	x	x	x	x
12 [von -0,106 bis -0,046]	232,6 [3,6]	-		-	-		A: 0,2 B: 0,2 C: 3,2	A: 0,2 B: 0,3 C: 4,1	A: 0,3 B: 0,4 C: 5,6	x	x	x	x	x	x	x
13 Vers.-Tun. [von -0,046 bis +0,002]	232,0 und 226,7 ⁵¹ (7,7)	-		-	-		-	-	-	A: 3,9 B: 2,4 C: 46,7	nur 13 A: 0,2 B: 1,2 C: 12,5	nur 13 A: 1,0 B: 1,0 C: 15,6	x	x	x	x
14 (von +0,002 bis +0,046]	231,3 [4,9]	-		-	-		-	-	-	-	-	A: 0,5 B: 0,5 C: 7,6	A: 1,6 B: 1,4 C: 23,1	x	x	x
15 (von +0,046 bis +0,090]	230,3 [5,6]	-		-	-		-	-	-	-	-	A: 2,7 B: 1,5 C: 30,6	A: 1,4 B: 1,4 C: 21,9	x	x	x
16 + DÜk.Cann. + MKS [von +0,090 bis +0,135]	229,7 + 226,1 (9,6)	A: 3,2 B: 2,3 C: 21,0	A: 2,2 B: 2,0 C: 5,4	A: 2,0 B: 2,2 C: 11,4	ohne MKS A: 0,1 B: 0,6 C: 1,1	ohne MKS A: 0,7 B: 0,6 C: 10,0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17 [von +0,135 bis +0,160]	229,0 (6,6)	-		-	-		A: 2,6 B: 2,2 C: 36,7	A: 2,2 B: 2,5 C: 37,0	x	x	x	x	x	x	x	x
18 [von +0,160 bis +0,225]	226,1 (7,4)	-		-	-		-	-	-	-	-	A: 2,3 B: 2,2 C: 34,9	A: 2,2 B: 2,2 C: 34,3	x	x	x

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 2.1 (nachrichtlich)
Blatt 3

Teilbaugrube / Abbaubereich Nr.	Zielwasser- stand ²⁾ (m NN) [m u. MW]	Geschätzter Wasserandrang (mit Infiltration) ¹⁾														
		Bauschritte (Dauer in Tagen)														
		1a	1b	1c	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
[Strecken- kilometer] ²⁾		(91d)	(30d)	(62d)	(30d)	(190d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(365d)
19/20 [von +0,225 bis +0,270]	227,0 [8,6]	-	-	-	-		-	-	A: 3,7 B: 2,9 C: 50,1	A: 2,9 B: 2,9 C: 45,1	x	x	x	x	x	x
21 [von +0,270 bis +0,303]	226,4 [9,2]	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	A: 2,4 B: 3,3 C: 45,8	A: 2,4 B: 2,4 C: 37,4	x	x
22 [von +0,303 bis +0,331]	225,9 [9,7]	A: 6,4 B: 3,6 C: 37,2	A: 3,0 B: 2,6 C: 7,2	A: 2,6 B: 3,4 C: 17,0	A: 3,4 B: 3,4 C: 8,9	A: 3,4 B: 3,5 C: 45,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23 + Sp. B. [von +0,331 bis +0,369]	225,5 + 223,3 [12,3]	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	A: 3,5 B: 5,2 C: 70,3	A: 3,5 B: 3,5 C: 54,5	x	x
24 + Sp. B. [von +0,369 bis +0,394]	225,7 + 223,3 [12,2]	-	-	-	-		-	-	A: 4,2 B: 3,6 C: 59,6	A: 3,6 B: 3,6 C: 56,0	A: 3,6 B: 3,6 C: 56,0	x	x	x	x	x
25 [von +0,39 bis +0,430]	224,9 [12,5]	-	-	-	-		A: 3,5 B: 3,3 C: 52,8	A: 3,3 B: 3,2 C: 50,4	x	x	x	x	x	x	x	x
Summe Wasserandrang (Vs) Teilbaugruben DB-Tunnel		A: 9,8 B: 5,9 C: 56,2	A: 5,2 B: 4,6 C: 12,8	A: 4,8 B: 5,6 C: 29,4	A: 5,9 B: 5,3 C: 14,6	A: 5,4 B: 5,0 C: 66,3	A: 6,4 B: 7,4 C: 123,4	A: 7,8 B: 6,0 C: 124,6	A: 10,8 B: 10,6 C: 167,1	A: 14,4 B: 13,1 C: 212,1	A: 13,5 B: 12,6 C: 202,0	A: 7,4 B: 6,3 C: 124,0	A: 10,9 B: 12,9 C: 166,7	A: 10,3 B: 10,7 C: 164,6	A: 0,8 B: 0,9 C: 12,2	-

Teilbaugrube / Abbauraum Nr.	Zielwasser- stand ¹⁾ (m NN) [m u. MW]	Geschätzter Wasserandrang (mit Infiltration) ¹⁾														
		Bauschritte (Dauer in Tagen)														
		1a	1b	1c	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		(91d)	(30d)	(62d)	(30d)	(153d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(365d)
Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße																
4 [von 1,185 bis 1,250/ Achse 301]	227,0 (11,8)	A: 10,6 B: 7,2 C: 67,3	A: 7,2 B: 7,0 C: 16,4	A: 7,0 B: 6,9 C: 37,2	A: 6,3 B: 6,1 C: 16,2	A: 6,1 B: 6,0 C: 79,9	A: 6,8 B: 6,7 C: 103,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5 [von 1,760 bis 1,930/ Achse 301]	248,5 (0)	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	x	x	x	x	x	x	x	x
6-1 [von 1,591 bis 1,760/ Achse 301]	238,7 - 248,5 (0)	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6-2 [km 1,479 km 1,591/ Achse 301]	232,2 - 238,7 [5,6]	A: 0,7 B: 0,5 C: 4,6	A: 0,5 B: 0,5 C: 1,3	A: 0,5 B: 0,5 C: 2,7	A: 0,4 B: 0,4 C: 1,1	A: 0,4 B: 0,4 C: 5,3	A: 0,4 B: 0,4 C: 6,4	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6-3 (von 1,250 bis 1,479/ Achse 301)	227,0 - 232,0 [11,8]	-	-	-	A: 1,2 B: 1,2 C: 3,2	A: 1,1 B: 1,1 C: 14,6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7-1 [von 1,591 bis 1,781/ Achse 302]	239,7 - 244,7 [0]	-	-	-	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7-2 [km 1,461 bis 1,591/ Achse 302]	231,2 - 236,7 [6,4]	-	-	-	A: 0,1 B: 0,1 C: 0,3	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Teilbaugrube / Abbaubereich Nr.	Zielwasser- stand ³⁾ (m NN) [m u. MW]	Geschätzter Wasserandrang (mit Infiltration) ¹⁾													
		Bauschritte (Dauer in Tagen)													
		1a	1b	1c	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11
[Strecken- kilometer] ²⁾		(91d)	(30d)	(62d)	(30d)	(153d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(365d)
7-3 [km 1,248 bis 1,481/ Achse 302]	227,0 - 231,2 [4,6]	-	-	-	A: 0,8 B: 0,8 C: 2,2	A: 0,8 B: 0,6 C: 10,6 -	x	x	x	x	x	x	x	x	x
633-3/U 12 [von 0,067 bis 0,265]	235,0 - 238,5 [0,8]	A: 1,8 B: 0,9 C: 9,9	A: 0,9 B: 0,9 C: 2,4	A: 0,9 B: 0,7 C: 4,2	A: 0,7 B: 0,6 C: 1,7	A: 0,8 B: 0,4 C: 6,4	A: 0,4 B: 0,4 C: 6,3	x	x	x	x	x	x	x	x
Summe Wasserandrang (Us) Teilbaugr./bergm. Abschnitte Stadtbahn Heilbronner Straße		A: 13,1 B: 8,8 C: 81,8	A: 8,8 B: 8,4 C: 22,1	A: 8,4 B: 8,1 C: 44,1	A: 9,8 B: 9,1 C: 24,7	A: 9,1 B: 8,8 C: 118,2	A: 7,4 B: 7,5 C: 116,3	A: - B: - C: -	-	-	-	-	-	-	-
Verlegung Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie															
6.1c [von 0,142 bis 0,191/ Achse 31]	230,0 (7,5]	-	-	-	-	-	-	-	A: 1,5 B: 1,2 C: 20,6	x	x	x	x	x	x
6.2c (von 0,039 bis 0,142/ Achse 31]	234,8 [3,5]	-	-	-	-	-	A: - B: 0,1 C: 1,5	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,6	x	x	x	x	x	x	x
6.3c [von 0,567 bis 0,756/ Achse 32]	238,5 (2,5]	-	-	-	-	-	-	-	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	x	x	x	x	x
6.4c [von 0,758 bis 0,908/ Achse 32]	234,5 [1,5]	-	-	-	-	-	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	x	x	x	x	x	x	x

Teilbaugrube / Abbauraum Nr. (Strecken- kilometer) ²⁾	Zielwasser- stand ³⁾ (m NN) (m u. MW)	Geschützter Wasserandrang (mit Infiltration) ¹⁾														
		Bauechritte (Dauer in Tagen)														
		1a	1b	1c	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		(91d)	(30d)	(62d)	(30d)	(153d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(365d)
8.5c (von 0,234 bis 0,400/ Achse 34)	231,8 - 235,3 (4,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A: - B: - C: -	A: 0,1 B: 0,4 C: 4,4	x	x	x	x
8.6c (von 0,908 bis 0,117/ Achse 32)	227,8 - 232,8 (7,5)	A: 7,7 B: 3,4 C: 40,3	A: 3,5 B: 3,0 C: 8,3	A: 3,0 B: 3,1 C: 18,4	A: 3,0 B: 3,0 C: 7,8	A: 3,0 B: 3,0 C: 38,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8.7c (von 0,428 bis 0,578/ Achse 34)	227,8 - 230,3 (8,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	A: 3,8 B: 2,2 C: 42,8	A: 1,8 B: 1,7 C: 27,1	x	x	x	x	x
8.8c (von 0,400 bis 0,426/ Achse 34)	231,7 (8,0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A: - B: 0,2 C: 3,2	x	x	x	x	x
8.8c (von 0,181 bis 0,251/ Achse 31)	228,0 (8,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A: 3,0 B: 2,0 C: 37,4	A: 2,3 B: 2,4 C: 38,7	A: 2,5 B: 2,4 C: 38,0	x	x	x
Summe Wasserandrang (l/s) Teilbaugruben Hst. Staatsgalerie		A: 7,7 B: 3,4 C: 40,3	A: 3,5 B: 3,0 C: 8,3	A: 3,0 B: 3,1 C: 18,4	A: 3,0 B: 3,0 C: 7,8	A: 3,0 B: 2,8 C: 38,8	A: - B: 0,1 C: 1,5	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,8	A: 1,5 B: 1,2 C: 20,8	A: 3,8 B: 2,2 C: 42,8	A: 4,8 B: 3,7 C: 64,5	A: 2,4 B: 3,0 C: 44,3	A: 2,5 B: 2,4 C: 38,0	-	-	-

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 2.1 (nachrichtlich)
Blatt 7

Teilbaugrube / Abbaubereich Nr. (Strecken- kilometer) ²⁾	Zielwasser- stand ¹⁾ (m NN) (m u. MW)	Geschätzter Wasserandrang (mit Infiltration) ¹⁾														
		Bauschritte (Dauer in Tagen)														
		1a	1b	1c	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		(91d)	(30d)	(62d)	(30d)	(153d)	(160d)	(160d)	(180d)	(160d)	(160d)	(160d)	(160d)	(160d)	(160d)	(365d)
DÖker Hauptsammler West																
H1	227,4 (10,5]	A: 6,7 B: 4,0 C: 40,0	A: 4,0 B: 3,7 C: 6,6	A: 3,7 B: 3,5 C: 19,2	A: 3,4 B: 3,1 C: 6,4	A: 3,1 B: 2,8 C: 39,4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
H 2 + MKK	229,5 + 232,4 (8,4]	-	-	-	A: 0,8 B: 0,3 C: 1,4	A: 0,3 B: 0,2 C: 3,2	A: 1,3 B: 1,5 C: 22,1	A: 1,5 B: 2,1 C: 26,0	x	x	x	x	x	x	x	x
H3	228,5 - 236,0 (6,4]	-	-	-	A: 0,5 B: 0,3 C: 1,0	A: 0,3 B: 0,3 C: 4,0	A: 0,3 B: 0,3 C: 4,7	A: 0,3 B: 0,8 C: 7,5	x	x	x	x	x	x	x	x
H4	236,0 - 236,5 (1,0]	-	-	-	-	-	A:- B:- C:-	A:- B:- C:-	x	x	x	x	x	x	x	x
Summe Wasserandrang (l/s) Teilbaugruben Hauptsammler West		A: 6,7 B: 4,0 C: 40,0	A: 4,0 B: 3,7 C: 9,6	A: 3,7 B: 3,5 C: 19,2	A: 4,6 B: 3,7 C: 10,6	A: 3,7 B: 3,4 C: 48,8	A: 1,4 B: 1,6 C: 26,8	A: 1,8 B: 2,7 C: 36,5	-	-	-	-	-	-	-	-

Teilbaugrube / Abbauraum Nr. (Strecksn- kilometer) ¹⁾	Zielwasser- stand ¹⁾ (m NN) (m u. MW)	Geschätzter Wasserandrang (mit Infiltration) ¹⁾														
		Bauschritte (Dauer in Tagen)														
		1a	1b	1c	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		(91d)	(30d)	(62d)	(30d)	(153d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(365d)
Döker Cannstätter Str.																
DC 3	233,5 (2,0)	-			-	-	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,8	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,8	x	x	x	x	x	x	x	x
18B	224,8 - 233,1 (10,8)	A: 1,8 B: 1,3 C: 11,2	A: 1,3 B: 1,3 C: 3,4	A: 1,3 B: 1,3 C: 7,0	A: 1,4 B: 1,8 C: 2,5	A: 1,6 B: 1,8 C: 21,2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16A	228,1 (10,0)	A: 1,4 B: 1,2 C: 10,1	A: 1,2 B: 1,2 C: 3,2	A: 1,2 B: 1,2 C: 8,5	A: 1,0 B: 1,4 C: 3,3	A: 1,4 B: 1,4 C: 18,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DC 2	234,5 (1,7)	-			-	-	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	x	x	x	x	x	x	x	x
Summe Wasserandrang /Vs Teilbaugruben Döker Cannst. Straße		A: 3,0 B: 2,5 C: 21,3	A: 2,5 B: 2,5 C: 8,8	A: 2,5 B: 2,5 C: 13,5	A: 2,4 B: 3,0 C: 5,8	A: 3,0 B: 3,0 C: 38,7	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,8	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Döker Nesenbach																
D4 Bypass	233,4 (1,8)	-	-	-	-	-	-	A: - B: 0,1 C: 1,5	x	x	x	x	x	x	x	
O4	218,7 - 233,6 (15,75]	-	-	-	-	-	A: 8,9 B: 5,3 C: 62,4	x	x	x	x	x	x	x	x	x
O3 (mit Spund- wand)	217,4 (18,3)	A: 0,8 B: 0,3 C: 4,3	x	x	x	x	x	3x	x	x	x	x	x	x	x	x

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 2.1 (nachrichtlich)
Blatt 9

Teilbaugrube / Abbauraum Nr.	Zielwasser- stand ³¹ (m NN) (m u. MW)	Geschätzter Wasserandrang (mit Infiltration) ¹¹														
		Bauschritte (Dauer in Tagen)														
		1a	1b	1c	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(91d)	(30d)	(62d)	(30d)	(153d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(365d)	
D2 (berg- männ.)	217,4 - 217,9 (20m atmosph.)	-	A: 6,3 B: 6,1 C: 18,1	+	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
D1 (mit Spundwand)	ca. 228,0 (12,5)	-	-	-	A: 0,5 B: 0,1 C: 0,7	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
D1 Bypass	235,7 (1,0)	-	-	-	-	-	-	A: 0,1 B: 0,1 C: 1,6	x	x	x	x	x	x	x	
Summe Wasserandrang (Vs) Teilbaugr./bergm. Abschnitt D0- ker Nesenbach		A: 0,8 B: 0,3 C: 4,3	A: 6,3 B: 6,1 C: 18,1	A: - B: - C: -	A: 0,5 B: 0,1 C: 0,7	A: - B: - C: -	A: 6,8 B: 5,3 C: 92,4	A: 0,1 B: 0,2 C: 3,1	-	-	-	-	-	-	-	
Gebäude																
T1	236,7 (0,5)	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	A: - B: - C: -	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Nördliches Bahnhofsge- bäude (Tiefgarage)</i>	232,5 (4,0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	nach 12: (365 d) A: 7,9 B: 3,2 C: 160,2	

Bauwerkseinheit	Geschätzter Grundwasserandrang (mit Infiltration)														
	Bauschritte														Summe Bauschritte
	1a	1b	1c	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
(91d)	(30d)	(62d)	(30d)	(153d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	(180d)	
Summe Wasserandrang in allen Teilbaugruben/ Bauabschnitten des PFA 1.1	A: 41,0 B: 24,7 C: 245,9	A: 30,1 B: 28,3 C: 75,6	A: 22,4 B: 22,8 C: 121,6	A: 26,2 B: 24,1 C: 64,7	A: 24,2 B: 23,1 C: 311,7	A: 24,2 B: 22,2 C: 362,5	A: 9,7 B: 11,1 C: 167,6	A: 12,1 B: 12,0 C: 187,7	A: 18,0 B: 15,3 C: 255,0	A: 18,3 B: 16,3 C: 266,5	A: 9,8 B: 11,3 C: 168,3	A: 13,4 B: 15,3 C: 226,7	A: 10,3 B: 10,7 C: 164,6	A: 0,6 B: 0,9 C: 12,2	C: 2.631 2.791*
prognostizierte infiltrationswassermenge in Brunnen/Sohlfiler	A: 10,3 B: 13,5 C: 96,1	A: 14,7 B: 15,5 C: 39,4	A: 16,7 B: 16,1 C: 87,6	A: 16,8 B: 16,6 C: 43,2	A: 16,7 B: 16,4 C: 218,4	A: 18,7 B: 18,0 C: 284,3	A: 16,9 B: 10,8 C: 206,0	A: 13,2 B: 12,0 C: 194,1	A: 13,6 B: 13,3 C: 208,8	A: 13,4 B: 13,4 C: 208,4	A: 13,4 B: 10,6 C: 182,3	A: 13,2 B: 12,1 C: 195,1	A: 13,2 B: 11,5 C: 189,5	A: 9,0 B: 5,3 C: 105,5	C: 2.259 2.310*
Differenz Wasserandrang/infiltrationswassermenge (= effektive GW-Entnahme)	A: 30,7 B: 11,2 C: 149,8	A: 15,4 B: 12,8 C: 36,2	A: 5,7 B: 6,7 C: 34,0	A: 9,4 B: 7,5 C: 21,5	A: 7,5 B: 6,7 C: 93,3	A: 5,5 B: 4,2 C: 78,2	A: -7,2 B: 0,3 C: -38,4	A: -1,1 B: 0,0 C: -6,4	A: 4,4 B: 2,0 C: 46,2	A: 4,9 B: 2,9 C: 58,1	A: -3,6 B: 0,7 C: -14,0	A: 0,2 B: 3,2 C: 31,6	A: -2,9 B: -0,8 C: -24,9	A: -8,4 B: -4,4 C: -93,3	C: 373 483*
Überschüssige Grundwassermenge zur Ableitung	A: 30,7 B: 11,2 C: 149,8	A: 15,4 B: 12,8 C: 36,2	A: 5,7 B: 6,7 C: 34,0	A: 9,4 B: 7,5 C: 21,5	A: 7,5 B: 6,7 C: 93,3	A: 5,5 B: 4,2 C: 78,2	C: 0,0	C: 0,0	A: 4,4 B: 2,0 C: 46,2	A: 4,9 B: 2,9 C: 58,1	C: 0,0	A: 0,2 B: 3,2 C: 31,6	C: 0,0	C: 0,0	C: 550 660*

Legende:

- 11 = auf Grundlage der Prognoseberechnungen mit dem Grundwasserströmungsmodell Stuttgarter Bucht (4. EKP, 2. Optimierung Infiltrationskonzept), Werte aufgerundet (1. Nachkommastelle)
- 21 = Streckenkilometerangaben für DB-Tunnel und Stadtbahn (mit Achsenbezug), für Dükerbauwerke nicht angebar.
- 31 = Zielwasserstand i.d.R. 0,5 m unter mittlerer Baugrubensohle, für längere Tunnelabschnitte mit stark unterschiedlicher Gradientenlage sind Spannweiten angegeben
- 4/ = Die Spannböcke, die zwischen 1,8 - 2,3 m tiefer eingreifen, sind nicht berücksichtigt, da die zur Erstellung erforderliche tiefere Baugrube nur sehr kurzzeitig offen ist
- 51 = Ohne Berücksichtigung des ca. 3 m tiefer reichenden Aufzugsschachtes, da die zur Erstellung erforderliche tiefere Baugrube nur sehr kurzzeitig offen ist
- = Baugrube nicht im Bau
- x = Baugrube fertiggestellt
- + = Vortrieb unter Druckluft
- Rett.-N = Rettungszufahrt Nord
- S-B-Üb. = S-Bahn-Überbrückung
- Vers.-Tun. = Versorgungstunnel
- Dük. Cann. = Düker Cannstatter Str.
- MKS = Medienkanal Schloßgarten
- Sp.-B. = Speicherbecken
- MKK = Fernheizkanal und Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz

- A = instationärer Erstwasserandrang bzw. Erstinfiltrationsrate (in l/s)
- B = mittelfristiger (quasi-)stationärer Wasserandrang bzw. Infiltrationsrate (in l/s)
- C = Gesamtförder- bzw. Infiltrationswassermenge im Beobachtungszeitraum (in T m³), Ansatz: $C = (0,4 \cdot A + 0,6 \cdot B) \cdot 0,0864 \cdot D$, D = Anzahl Tage
- m u. MW = max. Grundwasserabsenkung im tiefsten Bauwerksbereich unter Mittelwasser (bezogen auf das obere Grundwasserstockwerk)

- * = *Summenwert aus Bauschritt 1 - 11 zzgl. Tiefgarage Nördliches Behnhofogebäude (nach Bauschritt 12)*

Zusätzliche Erläuterungen und Angaben zu Anlage 1 (Tabelle, nachrichtlich)

Berechnete Regenabflüsse in den offenen Teilbaugruben des PFA 1.1 für die Bauschritte 1 bis 12

Teilbaugrube / Abbauraum (Nr.)	Fläche A_E (ha)	Berechneter Regenabfluss $Q_{r,180d}$ (l/s) ¹⁾												
		Bauschritte (Dauer)												
		1 (180 d)	2 (180 d)	3 (80 d)	4 (180 d)	5 (180 d)	6 (180 d)	7 (180 d)	8 (180 d)	9 (180 d)	10 (180 d)	11 (180 d)	12 (180 d)	
DB-Tunnel (Nordkopf, Bahnhofshalle, Südkopf)														
1	0,32	-	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	x	x
1A (Rett.-N)	0,08	-	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	x
2	0,33	-	-	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5	x	x	x
3	0,32	-	-	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	x	x
8	0,49	-	-	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	x	x
9	0,30	-	-	-	-	-	-	-	37,7	37,7	37,7	x	x	x
10	0,18	-	-	-	-	-	-	22,6	22,6	22,6	x	x	x	x
11 + Sp.-8.	0,33	-	-	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5	x	x	x	x	x
12	0,50	-	-	62,9	62,9	62,9	62,9	x	x	x	x	x	x	x
13 + Vers.-Tun.	0,40	-	-	-	-	-	-	50,3	50,3	50,3	x	x	x	x

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 2.2 (nachrichtlich)
Blatt 2

Teilbaugrube / Abbauraum	Fläche A_E	Berechneter Regenabfluss $Q_{r(181)}$ (l/s) ¹⁾											
		Bauschritte (Dauer)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(Nr.)	(ha)	(180 d)	(180 d)	(80 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)
14	0,36	-	-	-	-	-	-	-	45,3	45,3	x	x	x
15	0,37	-	-	-	-	-	-	46,5	46,5	x	x	x	x
16 + MKS	0,38	47,8	47,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	0,38	-	-	47,8	47,8	x	x	x	x	x	x	x	x
18	0,37	-	-	-	-	-	-	46,5	46,5	x	x	x	x
19/20	0,33	-	-	-	-	41,5	41,5	x	x	x	x	x	x
21	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	27,6	27,6	x	x
22	0,17	21,4	21,4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	27,6	27,6	x	x
24	0,14	-	-	-	-	17,6	17,6	17,6	x	x	x	x	x
25	0,18	-	-	22,6	22,6	x	x	x	x	x	x	x	x

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 2.2 (nachrichtlich)
Blatt 3

Teilbaugrube / Abbauraum (Nr.)	Fläche A_E (ha)	Berechneter Regenabfluss $Q_{r15;11}$ (l/s) ¹⁾											
		Bauschritte (Dauer)											
		1 (180 d)	2 (180 d)	3 (80 d)	4 (180 d)	5 (180 d)	6 (180 d)	7 (180 d)	8 (180 d)	9 (180 d)	10 (180 d)	11 (180 d)	12 (180 d)
Verlegung Stadtbahn Heilbronner Str.													
4	0,11	13,8	13,8	13,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	0,26	32,7	32,7	32,7	32,7	x	x	x	x	x	x	x	x
Verlegung Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie													
B.1c	0,04	-	-	-	-	5,0	x	x	x	x	x	x	x
B.2c	0,06	-	-	7,5	7,5	x	x	x	x	x	x	x	x
B.3c	0,20	-	-	-	-	25,1	25,1	x	x	x	x	x	x
B.4c	0,35	-	-	44,0	44,0	x	x	x	x	x	x	x	x
B.5c	0,11	-	-	-	-	-	-	13,8	13,8	x	x	x	x
B.6c	0,35	44,0	44,0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände, Anlage 2.2 (nachrichtlich)
Blatt 4

Teilbau- grube / Ab- bauraum	Fläche A _E (ha)	Berechneter Regenabfluss Q _{reg(t)} (l/s) ¹⁾											
		Bauschritte											
		5/2001 -8/2001 {91d}	8/2001 -8/2001 {30d}	9/2001 -11/2001 {82d}	11/2001- 12/2201	12/2001 -5/2002 {153d}	5/2002 -11/2002	11/2002 -8/2003 02-03	5/2003 -11/2003	11/2003 -05/2004	6/2004 11/2004	11/2004 -05/2005	5/2005 -11/2005
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
8.7c	0,10	-	-	-	-	-	12,6	12,6	x	x	x	x	x
8.8c	0,02	-	-	-	-	-	-	-	2,5	x	x	x	x
8.9c	0,07	-	-	-	-	-	-	8,8	8,8	8,8	x	x	x
Düker Hauptsammler West													
H1	0,02	2,5	2,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
H2 + MKK	0,16	-	20,1	20,1	20,1	x	x	x	x	x	x	x	x
H3	0,03	-	3,8	3,8	3,8	x	x	x	x	x	x	x	x
H4	0,03	-	-	3,8	3,8	x	x	x	x	x	x	x	x
Düker Cannstätter Str.													
DC3	0,02	-	-	2,5	2,5	x	x	x	x	x	x	x	x
168	0,04	5,0	5,0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16A	0,02	2,5	2,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Teilbau- grube / Ab- bauraum (Nr.)	Fläche A_E (ha)	Berechneter Regenabfluss Q_{12121} (l/s) ¹⁾												
		Bauschritte												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	nach 12
		(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(180 d)	(ca. 1 Jahr)
DC2	0,02	-	-	2,5	2,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Düker Nesenbach														
D4 Bypass	0,04	-	-	-	5,0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
D4	0,07	-	-	8,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
O3	0,02	2,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
O1	0,02	-	2,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
O1 Bypass	0,04	-	-	-	5,0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gebäude/Sonstige Baumaßnahmen														
T1	0,19	23,9	23,9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tiefgarage Nörd- liches Bahnho- fgebäude*	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	143,3
Verlängerung Un- terführung Gebh.- Müller-Platz*	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59,1
Summe Regenabfluss in allen offe- nen Teilbaugruben des PFA 1.1 (l/s)		198,1	270,3	507,9	495,3	387,2	404,8	491,5	467,6	340,6	207,3	10,1	x	202,4

Legende:

- 1) = Berechnungen bezogen auf den Bauzustand mit Grundwasserhaltung, vor Fertigstellung des jeweiligen Bauabschnittes
- = Baugrube nicht im Bau
- x = Baugrube fertiggestellt
- + = Vortrieb unter Druckluft

- Rett.-N = Rettungszufahrt Nord
- S-B-Üb. = S-Bahn-Überbrückung
- Vers.-Tun. = Versorgungstunnel
- Dük. Cann = Düker Cannstatter Str.
- MKS = Medienkanal Mittlerer Schloßgarten
- Sp.-B. = Speicherbecken
- MKK = Fernheizkanal und Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz
- * = *Baumaßnahmen nicht in aktueller Bautaktplanung (Stand: 26.02.1999) enthalten*

Berechnungsgrundlage:

- $r_{15(1)}$ = 125,7 l/(s · ha)
- ψ_0 = 1
- $Q_{r15(1)}$ = $r_{15(1)} \cdot \psi_0 \cdot A_E$

Zusätzliche Erläuterungen und Angaben zu Anlage 1 (Tabelle, nachrichtlich)

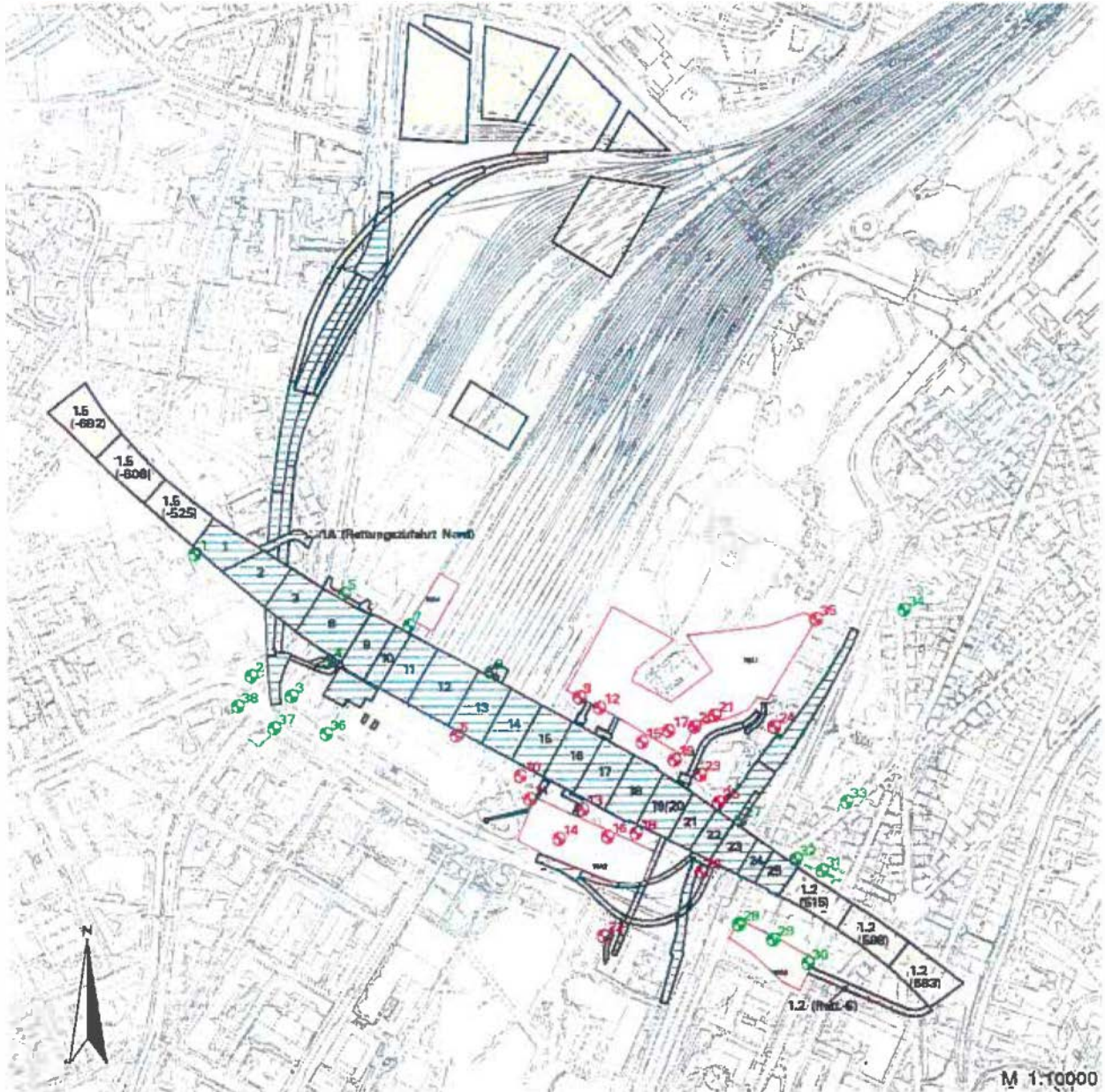
Nähere Angaben zu den Infiltrationsbrunnen und -flächen im PFA 1.1 (Bauschritte 1 bis 11)

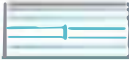

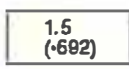

Art der Einleitungsstelle	Bezeichnung	DB-Tunnel-Bereich	Flurstücksnummer	vorgesehen in Bauschritten *
Infiltrationsbrunnen (VB)	1	Nordkopf	8654/1, 8655/1	2 – 11
	2, (N1)	Nordkopf	454 S	1 – 5, 9 – 11
	3, (N2)	Nordkopf	397 S	1 – 5, 9 – 11
	4	Nordkopf	436/1	1 – 11
	5	Nordkopf	9079/3	1 – 11
	6	Bahnhofshalle	9078	3 – 11
	7	Nordkopf	9079/7, 9079/8	1 – 11
	8	Nordkopf	9078	1c – 11
	9, (N10)	Bahnhofshalle	673	1 – 11
	10	Bahnhofshalle	674 S	1, 2, 6 – 11
	11, (N3)	Bahnhofshalle	674 S	1, 2, 6 – 11
	12	Bahnhofshalle	673	1 – 6, 9 – 11
	13	Bahnhofshalle	673	1 – 4, 6 – 11
	14	Bahnhofshalle	673	1, 2, 5 – 11
	15, (N9)	Bahnhofshalle	673	1c – 11
	16	Bahnhofshalle	673	5 – 11
	17	Bahnhofshalle	673	1c – 11
	18, (N4)	Bahnhofshalle	673	1 – 11
	19	Bahnhofshalle	673	1c – 11
	20	Bahnhofshalle	673	1c – 6, 8 – 11
	21	Bahnhofshalle	673	1c – 6, 8 – 11
	22	Bahnhofshalle	672	2 a – 11
	23, (N8)	Bahnhofshalle	673	1 – 11
	24	Bahnhofshalle	671/15	1 – 11
	25	Bahnhofshalle	671/10	1 – 9, 11
	26, (N5)	Bahnhofshalle	673/7	1 – 11
	27, (N7)	Südkopf	1315/2	1 – 9, 11
	28	Südkopf	1325/4	1c – 11
	29	Südkopf	1325/4	1c – 11
	30	Südkopf	1328 S	1 – 11
	31	Südkopf	1340/1 S	1c – 6, 8 – 11

Art der Einleitungsstelle	Bezeichnung	DB-Tunnel-Bereich	Flurstücksnummer	vorgesehen in Bauschritten *
Infiltrationsbrunnen (VB)	32, (N6)	Südkopf	1340/1 S	1c – 4, 8 – 11
	34	Südkopf	1314/3 S	1 – 3, 9 – 11
	35	Bahnhofshalle	673	1 – 5, 9 – 11
	36	Nordkopf	436 S	2 – 11
	37	Nordkopf	397 S, 436 S	1 – 5, 9 – 11
	38	Nordkopf	397-s	1 – 5, 9 – 11
vorgehaltene Wiederversickerungsrate für weitere Infiltrationsbrunnen	1	Bahnhofshalle	673	(1 – 11)
	2	Bahnhofshalle	673	(1 – 11)
	3	Südkopf	1325/4	(1 – 11)
Sohlfiler fertiggestellter Teilbaugruben des DB-Tunnels (TB)	1	Nordkopf	8648 S, 8650/2, 8653/3, 8654/1	-
	2	Nordkopf	8639	10
	3	Nordkopf	8639, 8642 S	-
	8	Nordkopf	436/1, 8642 S, 9079/3	-
	9	Nordkopf	436/1, 9079/2, 9079/3, 9079/7	10
	10	Bahnhofshalle	436/1, 9078, 9079/2, 9079/7, 9079/8	9
	11	Bahnhofshalle	9078	8
	12	Bahnhofshalle	9078	6 – 8
	13	Bahnhofshalle	9078	9
	14	Bahnhofshalle	9078/674 S	-
	15	Bahnhofshalle	673, 674 S	9
	16	Bahnhofshalle	673	3 – 5, 7, 8
	17	Bahnhofshalle	673	5 – 8
	18	Bahnhofshalle	673	-
	19/20	Südkopf	673	7 – 10
	21	Südkopf	671/9, 671/10, 673	-
	22	Südkopf	671/9, 671/10, 673, 673/6	3 – 7, 9, 10
	23	Südkopf	1315/2	-
	24	Südkopf	1315/2, 1326, 1340/1 S	8 – 10
	25	Südkopf	1322, 1326, 1340/1 S	5 – 7

Legende:

- () = Angaben in Klammer: ku2GD-Infiltrationsbrunnen als Notmaßnahme gemäß Handlungskonzept Problemszenarien
*) = Zuordnung der Bauschritte zu einzelnen Infiltrationsbrunnen und Teilbaugruben (Sohlfiler) nachzeitigem Planungsstand; bei Bedarf sind die Einleitungsstellen für sämtliche Bauschritte heranzuziehen.



-  Teilbaugruben des DB-Tunnels
-  WA1 Versickerungsflächen mit Bezeichnung
-  1.5 (-692) benachbarte Teilbaugruben außerhalb PFA 1.1
-  1 / 5 Versickerungsbrunnen mit Bezeichnung

Plangrundlage Digitale Stadtkarte des Stadtmessungsamtes Stuttgart
Thematisch ergänzt durch Igl Niedermeyer Institute

Lageplan mit Bezeichnung der Teilgruben/bergmännische Bauabschnitte des DB-Tunnels einschließlich Folgebaumaßnahmen und der Infiltrationsbrunnen und –flächen im PFA 1.1

Beilage

Quantitative und qualitative Warn- und Einstellwerte

Quantitative und qualitative Warnwerte und Einstellwerte

1. Verknüpfung der Warn- und Einstellwerte mit der Beweissicherung Wasser und dem baubegleitenden Grundwassermanagement

1.1 Darstellung des Grundwassermanagements und der Beweissicherung Wasser

Um die Auswirkungen der Baumaßnahmen des Projektes Stuttgart 21 auf die Grund-, Heil- und Mineralwasservorkommen zu reduzieren, ist im Bereich der Nesenbachtalquerung die Stützung des oberen Grundwasserleiters durch die Wiederversickerung (Infiltration) von entsprechend vorgereinigtem, schadstofffreiem Wasser, das in den Baugruben anfällt, für die Dauer der Baumaßnahmen vorgesehen. Durch ein baubegleitendes Grundwassermanagement soll ein ordnungsgemäßer und störungsfreier Bauablauf unter Beachtung der Auflagen aus der Planfeststellung und unter Berücksichtigung des Schutzbedürfnisses von bestehenden Nutzungen und der Anlieger erreicht werden. Die Maßnahmen zur bauzeitlichen Fassung, Reinigung/Behandlung, Infiltration und Ableitung von Grund- und Niederschlagswasser aus den Baugruben sind in ein gesamtheitliches Grund- und Niederschlagswassermanagement eingebunden, dessen Aufgaben zum einen die rechnergestützte Prognose der Auswirkungen der Wasserhaltungen mittels des dreidimensionalen Grundwasserströmungsmodells Stuttgarter Talkessel, sowie die Ermittlung und Steuerung der Auswirkungen der erforderlichen Maßnahmen zur Minimierung der Eingriffe und Auswirkungen umfasst.

Zum anderen ist die Durchführung und Auswertung der Maßnahmen für die Beweissicherung Wasser erforderlich (siehe Abb. 1 bis 3), deren Ergebnisse in die Steuerung des Grundwassermanagementsystems sowie in die Bauausführung einfließen. Zu letztgenannten Maßnahmen gehören insbesondere die Erfassung und Überwachung der im Rahmen der Planfeststellung festgelegten Warn- und Einstellwerte bzgl. Grundwasserständen, Fördermengen und Wasserqualität.

Phase	Zeitraum	Zweck und Ziele der Beweissicherung
Phase 2 Während der Bauzeit	Während der Bauzeit (dynamisch angepasst an Bauabläufe)	<p>Beleg für die Einhaltung der Auflagen aus der Planfeststellung und Erfassung der maßnahmenbedingten Auswirkungen auf die Grund-, Heil- und Mineralwasservorkommen sowie auf die Gewässer</p> <p>Überwachung, Steuerung und Optimierung der Baumaßnahmen im Hinblick auf den Schutz der Grund-, Heil- und Mineralwasservorkommen sowie der Gewässer</p> <p>Abwehr von unberechtigten Ansprüchen Dritter</p>
Phase 3 Nach Fertigstellung	Nach Fertigstellung der baulichen Anlagen bis zur Erreichung der Ausgangsverhältnisse bzw. der prognostizierten stationären Verhältnisse	<p>Beleg für die Einhaltung der Auflagen aus der Planfeststellung bzgl. Grund-, Heil- und Mineralwasser- sowie Gewässerschutz</p> <p>Kontrolle der prognostizierten verbleibenden dauerhaften Auswirkungen der realisierten Baumaßnahmen</p> <p>Kontrolle der Funktionstüchtigkeit und Gebrauchstauglichkeit der errichteten baulichen Anlagen</p> <p>Abwehr von unberechtigten Ansprüchen Dritter</p>

2. Quantitative und qualitative Warnwerte

2.1 Präambel

Warnwerte sind festgelegte Größen quantitativer und qualitativer Meßparameter im Rahmen der Beweissicherung Wasser, die noch unter den wasserrechtlichen genehmigten Grenz- bzw. Einstellwerten liegen. Beim Überschreiten von Warnwerten hat eine Information der überwachenden Behörde zu erfolgen. D. h., dass bei Überschreiten von einem oder mehrerer Warnwerten noch keine behördlichen Direktiven bzgl. des Bauablaufes und der Bauverfahren erfolgt, da die Baumaßnahmen sich noch innerhalb des wasserrechtlich genehmigten Rahmens bewegen. Die Festlegung von Warnwerten dient insbesondere dazu, frühzeitig die Annäherung der baubedingten Auswirkungen auf die Gewässer (i.S. des § 1 WHG) an die im Rahmen der Planfeststellung festgelegten wasserrechtlichen Grenzwerte (Fördermenge der Bauwasserhaltung der einzelnen Bauschritte sowie Infiltrations- und Ableitungsmenge) sowie Einstellwerte zu erkennen und die überwachende Behörde darüber in Kenntnis zu setzen. Dadurch wird sichergestellt, dass zwischen dem Überschreiten von einem oder mehrerer Warnwerten und dem Erreichen eines wasserrechtlich genehmigten Grenzwertes oder eines Einstellwertes ein gewisser Zeitraum für die Prüfung, Konzeption, Wirksamkeitsanalyse und Umsetzung von Gegenmaßnahmen geschaffen wird.

2.2 Herleitung der quantitativen Warnwerte

2.2.1 Herleitung des Warnwertes Schüttung der Mineral- und Heilquellen

Die langfristigen Schüttungsschwankungen der Mineral- und Heilquellen betragen bis zu rd. 300 % der im Zeitraum ab 1957 bis Ende 1997 / Anfang 1998 gemessenen NNQ-Werte. Der Betrachtungszeitraum beinhaltet dabei größere Baumaßnahmen, wie z. B. Stadtbahnbau, SüdwestLB u. a., bei denen jedoch keine signifikanten Auswirkungen an den Mineral- und Heilquellen nachgewiesen werden konnten.

Aufgrund der natürlich bedingten, starken Schüttungsschwankungen, wie sie die Untersuchungen von HANAUER & SÖLL (1994) belegen, und der relativ langen Bauzeit von rd. 6 Jahren für die Realisierung des Projektes ist die Wahl einer definierten Quellschüttungsmenge als Warnwert nicht zielführend. Es wird daher ein dynamischer Warnwert als prozentuale Abweichung der Quellschüttung von einer mittleren Quellschüttung eines definierten Zeitraumes vorgesehen, um schlagartige Quellschüttungsminderungen zu erfassen. Dieser Wert entspricht der prognostizierten Quellschüttungsminderung im Vergleich zum Schüttungsmittel der vorherigen 7 Tage. Langsame und kontinuierliche (schleichende), baubedingte Einflüsse werden durch die baubegleitend vorgesehenen Korrelationsanalysen mit unbeeinflussten Ganglinien von Muschelkalkmessstellen im Neubildungsgebiet und der Berechnung von synthetischen Ganglinien erfasst. Zudem werden bauzeitlich zum einen Prognoseberechnungen unter Ansatz der jeweiligen hydrologischen Zustände und des jeweiligen Bauzustandes zur Ermittlung der Quellschüttungen durchgeführt; zum anderen werden parallel die Berechnungen ohne Berücksichtigung von Baumaßnahmen durchgeführt. Die berechneten Schüttungsmengen werden untereinander und mit den tatsächlich gemessenen Schüttungsmengen verglichen.

Hinsichtlich der Beurteilung der Schüttungsminderung der Heil- und Mineralquellen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Die Gesamtschüttung der Berger Quellen korreliert mit den hydrologischen Verhältnissen bzw. Grundwasserständen im Neubildungsgebiet des mo-Aquifers und kann als signifikant für die Erfassung der bauzeitlichen Auswirkungen gelten. Nach Auswertung der Schüttungsganglinien der Berger Quellen und der Berger Urquelle, die im direkten Abstrom der geplanten Baumaßnahmen liegen, beträgt die kurzfristige Schüttungsschwankung rd. 6 - 8 %. Zur Herleitung dieses Wertes wurden die in engem Messrhythmus gemessenen Abschnitte der Ganglinien im Zeitraum 1967 - 1977 herangezogen.
- Die durch die Baumaßnahmen bedingten Minderungen des Grundwasserumsatzes im Muschelkalkaquifer betragen nach den Modellrechnungen rd. 5 l/s bei Infiltration in den q/km1BH-Aquifer. Bei einer im Grundwasserströmungsmodell erfassten Schüttung der Heil- und Mineralquellen von rd. 226 l/s beträgt die baubedingte Minderung der Quellschüttung rd. 1,5 %.
- Die Schüttung der Berger Quellen wird insgesamt kontinuierlich erfasst. Daneben werden ausgewählte Einzelquellen kontinuierlich gemessen.

2.2.2 Herleitung der Warnwerte Grundwasserstand/-potential im ku2GD, ku und mo

Als Warnwerte für die Grundwasserstände/-potentiale im ku2GD, ku und mo werden die für den jeweiligen Aquifer mit dem Grundwasserströmungsmodell berechneten Absenkungen herangezogen. Diese Warnwerte entsprechen dem derzeitigen aktuellen Stand der

Prognoseberechnungen mit dem Grundwasserströmungsmodell und werden darauf aufbauend vor Baubeginn mit den zukünftigen Erkenntnissen aus dem 5. EKP mittels des ggf. angepassten Modell überprüft.

2.2.3 Herleitung der Warnwerte Grundwasserstand/-potential im obersten Grundwasservorkommen außerhalb des prognostizierten Absenktrichters

Als Warnwerte für die Grundwasserstände/-potentiale im obersten Grundwasservorkommen außerhalb des prognostizierten Absenktrichters werden die Grundwasserabsenkungen unter dem natürlichem Grundwasserstand bei NW5-Verhältnissen (statistisch ermittelt für jede Messstelle) herangezogen. Bei Grundwasseraufhöhungen ist als Warnwert der natürliche Grundwasserstand bei etwa HW₁-Verhältnissen (statistisch ermittelt für jede Messstelle) heranzuziehen.

Durch diese Warnwerte ist sichergestellt, dass die Grundwasserspiegelveränderungen außerhalb des prognostizierten Absenktrichters im Bereich der natürlichen Schwankungsbreite liegen.

2.2.4 Herleitung des Warnwertes Fördermenge und -rate der Bauwasserhaltung

Die Ermittlung der wasserrechtlich beantragten Fördermengen und -raten basiert auf den Berechnungen mit einem Grundwasserströmungsmodell, das für MW-Verhältnisse geeicht ist. Die damit prognostizierten bauschrittspezifischen Wasserandrangsraten (Erstwasserandrang und mittlerer Andrang gegen Ende der Bauphase) in den einzelnen Teilbaugruben werden u. a. unter Berücksichtigung einer leichten Erhöhung der Wasserandrangsraten bei HW-Verhältnisse sowie möglicher Schicht-/Sickerwasserzutritte aufgerundet und wasserrechtlich beantragt.

Die wasserrechtlich beantragte Fördermenge wird wie folgt ermittelt:

$$(\text{Beantragte Erstwasserandrangsrate} * 0,4 + \text{Beantragte mittelfristige Andrangsrate} * 0,6) * \text{Bauzeit}$$

Als Warnwert bzgl. der bauzeitlichen Fördermenge und -rate der Bauwasserhaltung für die einzelnen Teilbaugruben und Bauschritte wird ein Wert unterhalb der prognostizierten Fördermengen und -raten definiert. Damit wird sichergestellt, dass eine gewisse Zeitspanne zwischen dem Erreichen des Warnwertes und dem Erreichen des wasserrechtlich genehmigten Wertes für die Fördermenge und -rate zur Abstimmung sowie ggf. Planung und Durchführung von Maßnahmen zur Minimierung der Wasserandrangsmengen verbleibt. Als Warnwert werden 90 % der prognostizierten Fördermengen und -raten angesetzt.

2.3 Herleitung der qualitativen Warnwerte

2.3.1 Hydrochemie Heil- und Mineralquellen

Die Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg sind in nieder- und hochkonzentrierte Wässer sowie Solen zu differenzieren. Die niederkonzentrierten Wässer werden vom Calciumhydrogenkarbonat und Sulfat geprägt. Bei den hochkonzentrierten Wässern ist neben dem Sulfat ein zunehmender Anstieg an Natrium und Chlorid vorhanden. Diese dominierenden Komponenten Natrium, Chlorid und Sulfat sind auf die Zuführung hochmineralisierter Lösungen aus dem Hangenden (Gipskeuper = Sulfat) sowie dem Liegenden (Mittlerer Muschelkalk, Buntsandstein = Natrium, Chlorid und Sulfat) zurückzuführen.

Neben der Gesamtmineralisation bestimmen die o. g. Parameter damit die Charakteristik der Mineralwässer und stellen dementsprechend sinnvolle qualitative Leitparameter im Rahmen der Beweissicherung sowie bei der Festsetzung von Warnwerten dar. Da der Natriumgehalt eng mit dem Chloridgehalt korreliert, reicht im Rahmen der Beweissicherung bei den in kurzen Abständen durchzuführenden Untersuchungen die Bestimmung des Chloridgehaltes.

Im Hinblick auf die geplante Baumaßnahme Stuttgart 21 - insbesondere im PFA 1.1 - liegen der Brunnen Maurischer Garten, die Berger Quellen sowie die Insel- und die Leuzequelle im direkten Abstrombereich, wobei diese Quellen mehr als 50% der Gesamtschüttung aller gefassten Quellen (ca. 225 l/s) umfassen.

Die bisherigen hydrochemischen Messungen an den o. g. Quellen (Berger-, Insel- und Leuzequelle) zeigen, dass die CO₂-Werte kurzfristig zwischen 8 und 18 % schwanken. Der Chloridgehalt korreliert mit dem jeweiligen CO₂-Gehalt, wobei er jedoch deutlich tiefer ist und mit 4 - 13 % geringere Schwankungen gegenüber dem CO₂ aufweist. Wesentlich höhere Schwankungen weist mit 50 % (CO₂) bzw. 15 % (Cl) der Brunnen Maurischer Garten auf.

Als qualitativer Warnwert für die Heil- und Mineralquellen von Stuttgart Bad Cannstatt und -Berg wird eine Änderung des CO₂-Gehaltes um jeweils 20 %, des Cl-Gehaltes sowie der Leitfähigkeit um jeweils 10 % im Vergleich zum Parametermittel der vorliegenden Vollanalysen der letzten vier Jahre vor Baubeginn angesetzt. Die hydrochemischen Untersuchungen werden durch ein von den Betreibern der Heil- und Mineralquellen und dem Vorhabensträger einvernehmlich festzulegendes Institut ausgeführt. Ein qualitativer Warnwert für den Sulfat-Gehalt ist im Zusammenhang mit den Mineral- und Heilquellen nicht sinnvoll, da der Sulfatgehalt wie oben beschreiben sowohl eine Gipskeuper- als auch eine tiefe Komponente aufweist.

Die o. g. dynamischen qualitativen Warnwerte gelten für jede einzelne Quelle auf Grundlage der jeweils spezifischen Ausgangsparameter und für alle Planfeststellungsabschnitte (PFA 1.1 - 1.6). Für die Quelle Maurischer Garten wird CO₂ jedoch nicht als Warnwert herangezogen, da die Konzentration starken Schwankungen unterworfen ist (> 300 %).

Parallel zu den kurzzeitigen Parametermitteln der vorliegenden Vollanalysen der letzten vier Jahre vor Baubeginn wird eine Trendanalyse der ermittelten Parameter durchgeführt, um bauzeitlich ggf. auftretende langsame (schleichende) Änderungen der Parameter zu erfassen. Daneben erfolgt eine Überprüfung der Einhaltung des Sauerling-Kriteriums.

2.3.2 Qualitative Warnwerte, erfasst in Baugrubenwasserhaltung sowie Wasserhaltungen in bergmännisch aufzufahrenden Tunneln

Im Bereich der Querung Nesenbachtal (PFA 1.1) sowie den bergmännischen Anfahrbereichen des Fildertunnel und der Tunnel Feuerbach und Cannstatt (PFA 1.2, 1.5) zeigen die bisherigen hydrochemischen Untersuchungen im Rahmen der Erkundungsprogramme ein sehr komplexes und kleinräumig stark differenziertes Bild.

Im Umfeld der geplanten Baumaßnahme gliedert sich das Nesenbachtal in den westlichen und östlichen Randbereich sowie in eine tektonische Hoch- und Tiefscholle (mit Störungsbereich), wobei das im PFA 1.1 gelegene NBS-Trogbauwerk im westlichen randbereich und auf der Tiefscholle bzw. dem Störungsbereich und Teile des Nesenbachtal-Düker bzw. das Düker-Oberhaupt sowie ein Teil der Verlegung Stadtbahn Haltestelle Staatsgalerie auf der Hochscholle zu liegen kommt. Im Bereich der Teilbaugruben ca. 16 - 25 bzw. dem Anfahrbereich des bergmännischen Tunnels des PFA 1.2 ist in Verbindung mit einer etwa W-E streichenden Störungsstruktur mittels Isokonzenkarte eine deutliche hydrochemische Anomalie zu erkennen, die sich insbesondere in deutlich erhöhten CO₂-Gehalten äußert.

Im Rahmen des Langzeitpumpversuches von 200 Stunden und einer Förderrate von rd. 5 l/s an der Lettenkeuper-Messstelle B 224 (2.EKP) wurde bei einer quasistationären Absenkung von mehr als 14 m ein max. CO₂-Gehalt von 610 mg/l gemessen. Hierbei ist zu beachten, dass der gemessene CO₂-Wert nicht stationär war und sich der stetige Anstieg dieses Wertes bei längerer Pumpversuchsdauer wahrscheinlich fortgesetzt hätte. Die im Hangbereich des Gablenbergs bzw. im Bereich des Potentialsprungs liegende mo-Messstelle B 4 a weist wie die B 224 ebenfalls eine erhöhte Mineralisation und einen erhöhten CO₂-Gehalt (410 mg/l) auf.

Auf der Hochscholle liegen derzeit deutlich weniger Daten vor. Diemo-Messstellen P 174 im Baufeld sowie die P 172 im Oberstrom der geplanten Baumaßnahme weisen Mineralwasser des niederkonzentrierten Typs (P 174: Lf 2.390 µs/cm, CO₂ 212 mg/l, Cl 141 mg/l) auf. Auch der Langzeitpumpversuch an der Lettenkeuper-Messstelle BK 11/15 im Bereich des Oberhauptes Düker Nesenbach (quasistationäre, nicht korr. Absenkung 3,29 m) bestätigt mit CO₂-Gehalten von rd. 110 mg/l, Cl-Gehalten von bis rd. 60 mg/l und einer Leitfähigkeit von rd. 1.500 µs/cm diese Situation.

Die Werte für Leitfähigkeit und SO₄ zeigen in den Talrandlagen von Gablenberg und Kriegsberg aufgrund der lateralen Zuführung von Grundwässern, die durch aktive Gipsauslaugung im Bereich der Auslaugungsfront geprägt sind, deutlich erhöhte Konzentrationen gegenüber dem zentralen Nesenbachtal. Zudem steigt die Mineralisation mit zunehmender stratigraphischer Tiefe an, wobei sowohl der Grenzdolomit wie auch der Lettenkeuper infolge vertikaler Wegsamkeiten deutliche Beeinflussungen durch Wässer des Oberen Muschelkalks zeigen.

Setzt man voraus, dass bei einem prognostizierten Aufstieg von Wässern infolge der Baumaßnahme aus tieferen Grundwasserstockwerken des Lettenkeuper sowie des Oberen Muschelkalk keine Mischung mit den Wässern der höheren Stockwerke (q/km1BH, km1DRM) erfolgt (z.B. bei lokalen Mineralwasseraustritten), so sind die maximal gemessenen Konzentrationen aus den Muschelkalk- bzw. den Lettenkeuper-Messstellen für die weitere Festlegung von qualitativen Warnwerten heranzuziehen.

Messort für die hydrochemischen Untersuchungen an der Bauwasserhaltung sind auffällige Wasserzutritte in der Baugrubensohle oder ggf. die Pumpensümpfe (soweit keine Mischung mit Tagwasser und evtl. mit aus dem Baubetrieb verunreinigtem Grundwasser erfolgt ist). Bauzeitlich erfolgt parallel zu den hydrochemischen Untersuchungen laufend (an den Baugruben arbeitstäglich, an den Anlagen zur Wasseraufbereitung kontinuierlich) eine Messung des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit, um frühzeitig Veränderungen der Wasserqualität durch verstärkt aufsteigendes Mineralwasser zu erfassen. Auf Grundlage der oben aufgezeigten detaillierten Betrachtungen sind die in Tabelle 2 aufgeführten qualitative Warnwerte - erfasst in der Baugrubenwasserhaltung - für den Parameter CO₂ festzulegen:

Tabelle 2: CO₂-Warnwerte

PFA	Tellbaugruben	bergmännliche Tunnel	CO ₂ [mg/l]
1.1	1 - 15	—	250
1.1	16 - 25 Hochscholle	—	250
1.5	—	Anfahrbereich 1.5	250
1.1	16 - 25 Tiefscholle	—	500
1.2	—	Anfahrbereich	500

Für den Bereich der neuen Neckarbrücke in Bad Cannstatt orientiert sich der qualitative Warnwert CO_2 an der Bestandssituation im Vorfeld der Baumaßnahme. Bauzeitlich wird im Rahmen der Bauwerksgründung bis in den Lettenkeuper eingegriffen, der - wie die Ergebnisse der Erkundungsbohrungen des 3. und 4. EKP (u. a. CO_2 -Gehalte $> 600 \text{ mg/l}$) zeigen - von der hydrochemischen Charakterisierung bereits dem Oberen Muschelkalk bzw. den umliegenden Quellen (Berger-Quellen) entspricht, wobei die gemessenen Druckspiegel im Lettenkeuper jedoch nicht die prognostizierte mo-Totstauhöhe von ca. 224 m NN sondern den Neckarwasserspiegel von ca. 213 m NN aufweisen. Eine Wasserhaltung ist für die Gründungsarbeiten nicht vorgesehen, so dass sich die natürlichen Verhältnisse nicht ändern werden. Einen Warnwert stellt damit die Veränderung der hydrochemischen Schwankungsbreiten des Ist-Zustandes dar.

Im Bereich des PFA 1.6 ist nicht mit einem Mineralwasserzustrom zu rechnen (nur Durchfahung nicht ausgelaugter Gipskeuper). Bei Wasserzutritten im Tunnel werden hydrochemische Untersuchungen zur Klärung eines event. Grundwasserzustroms aus dem mo durchgeführt, wobei ein Warnwert von 250 mg/l CO_2 -Gehalt gilt.

Im Bereich des PFA 1.5 wird durch die Tunnelbauwerke der Druckspiegel des mo nicht unterschritten, so dass ein Aufdringen von mo-Wässern nicht zu besorgen ist.

Der Parameter Chlorid als ein weiterer Leitparameter für die Wässer des Oberen Muschelkalk korreliert wie oben bereits aufgezeigt mit dem CO_2 -Gehalt. Wie die Isokonzenkarten für die Cl-Verteilung im oberen GW-Stockwerk des q/km1BH bzw. km1DRM jedoch zeigt, ist hier eine starke anthropogene Beeinträchtigung durch die Straßensalzung (z. B. Schillerstraße) gegeben. Die Messung dieses Parameter in der Baugrubenwasserhaltung, wo gemäß der Prognose zu mehr als 90 % Wässer des oberen Grundwasserstockwerks anfallen werden, ist demnach nicht sinnvoll. Gleiches gilt für den Parameter Natrium, der daher ebenfalls als Warnwert nicht sinnvoll ist.

2.3.3 Qualitative Warnwerte erfasst in ku2GD-Messstellen bei Infiltration im q/km1BH

Hinsichtlich der Herleitung der Warnwerte bezogen auf den Parameter CO_2 wird auf Kapitel 2.3.2 verwiesen.

Der Parameter Cl wird in Messstellen des ku2GD im Nahbereich der Baugrubenwasserhaltung erfasst. Die Cl-Warnwerte sind PFA-spezifisch in Tabelle 3 zusammengestellt:

Tabelle 3: Cl-Warnwerte

PFA	Tellbaugruben	bergmännliche Tunnel	Cl [mg/l]
1.1	1 - 15	–	250
1.1	16 - 25 Hochscholle	–	250
1.5	–	Anfahrbereich	250
1.1	16 - 25 Tiefscholle	–	350
1.2	–	Anfahrbereich	350

2.3.4 Qualitative Warnwerte, erfasst in ku-Messstellen bei Infiltration in den ku2GD

Bei Realisierung einer temporären Infiltration in den Grenzdolomit (siehe Teil 4 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme „Handlungskonzept Problemszenarien“) werden die Warnwert-Parameter CO₂ und Cl in ku-Messstellen im Nahbereich der Baumaßnahme gemessen. Es gelten dann die o. g. Werte für die Messstellen im ku2GD.

3. Quantitative und qualitative Einstellwerte

3.1 Präambel

Einstellwerte sind festgelegte Größen quantitativer und qualitativer Messparameter im Rahmen der Beweissicherung Wasser.

Die Überschreitung eines Einstellwerts bedeutet, dass die vorangegangenen Bemühungen zur Gefahrenminimierung nicht erfolgreich waren und die bisherige Ausführungstechnik zu einer wasserwirtschaftlich zunächst nicht weiter tolerierbaren Eskalation geführt hat. Daher sind die lokal ursächlichen Bauarbeiten zunächst zu unterbrechen und Maßnahmen zur spontanen Gefahrenabwehr zu ergreifen. Während der Unterbrechung können technische Konzepte entwickelt werden, die eine Realisierung der örtlichen Baueinheit bei reduziertem und kalkulierbarem Risiko gewährleisten. Sobald erfolgversprechende Lösungen vorliegen, werden die Arbeiten wieder freigegeben.

3.2 Begründung/Herleitung der Einstellwerte

Einstellwerte sind zu definieren, um die Bauvorhaben-bedingten Auswirkungen auf die Grund-, Heil- und Mineralwasservorkommen auf ein noch vertretbares Maß zu begrenzen. Die Einstellwerte stehen daher auch in direktem Bezug zu den wasserrechtlich genehmigten Entnahme- und Infiltrationsmengen.

Bei Überschreiten von Einstellwerten ist im ungünstigsten Fall – sofern die abgestimmten Handlungskonzepte Problemszenarien wider Erwarten nicht greifen sollten – vom Einstellen der Bautätigkeiten in Teilbaugruben auszugehen. In diesem Fall sind geänderte Bauverfahren zur Fortführung der Baumaßnahmen zu planen und umzusetzen.

4. Definition der Warn- und Einstellwerte

In den nachfolgenden Tabellen 4 und 5 sind die quantitativen und qualitativen Warn- und Einstellwerte definiert.

Tabelle 4: Quantitative und qualitative Warnwerte

Messparameter im Rahmen der Beweissicherung und des Grundwasser-managements	Warnwerte	Wasserrechtlich beantragter Wert	Geltungsbereich des Warnwertes	Hinweise
Quantitative Warnwerte				
Grundwasserstand/Potential im ku2GD im Nahbereich der Teilbaugruben	Mit Grundwasserströmungsmodell prognostizierte Absenkung (aufgerundet auf 0,1 m) unter natürlich zu erwartendem Grundwasserpotential (bei Infiltration q/km1BH) - B 225 = 0,5 m - B 213 = 0,6 m - BK 11/14 = 0,5 m - BK 11/99 = 0,7 m - BK 5.2/2 = 0,5 m - N1 = 0,5 m - N2 = 0,5 m - N3 = 0,6 m - N4 = 0,4 m - N5 = 0,8 m - N6 = 0,3 m - N7 = 0,5 m - N8 = 0,3 m - N9 = 0,4 m - N10 = 0,4 m	kein Wert beantragt	PFA 1.1, PFA 1.2 (Anfahrbereich - km 1,7 und Verzweigungsbauwerk) PFA 1.5 (Anfahrbereich)	Natürliche GW-Stand wird durch Korrelation mit GW-Standsentwicklung von repräsentativen, unbeeinflussten ku2-Messstellen und den parallel durchgeführten Berechnungen mit dem GW-Modell ermittelt. Die v.g. Messstellen werden in Abstimmung mit den Fachbehörden aus dem vorhandenen Inventar ausgewählt bzw. vom Vorhabensträger rechtzeitig vor Baubeginn errichtet.
Grundwasserstand/Potential im ku im Nahbereich der Teilbaugruben (bei Infiltration in q/km1BH)	Mit Grundwasserströmungsmodell prognostizierte Absenkung (aufgerundet auf 0,1 m) unter natürlich zu erwartendem Grundwasserpotential (bei Infiltration in q/km1BH) - B 214 = 0,2 m - B 224 = 0,2 m - BK 11/15 = 0,2 m - BK 11/135 = 0,2 m - P 171 = 0,2 m - P 173 = 0,2 m	kein Wert beantragt	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbereich - km 1,7 und Verzweigungsbauwerk)	Natürliche GW-Stand wird durch Korrelation mit GW-Standsentwicklung von repräsentativen, unbeeinflussten ku2-Messstellen und den parallel durchgeführten Berechnungen mit dem GW-Modell ermittelt. Die v.g. Messstellen werden in Abstimmung mit den Fachbehörden aus dem vorhandenen Inventar ausgewählt bzw. vom Vorhabensträger rechtzeitig vor Baubeginn errichtet.

Messparameter im Rahmen der Beweissicherung und des Grundwasser-managements	Warnwerte	Wasserrechtlich beantragter Wert	Geltungsbereich des Warnwertes	Hinweise
Grundwasserstand/Potential im ku im Nahbereich der Teilbau-gruben (bei Infiltration in ku2GD)	Mit Grundwasserströmungsmodell prognosti-zierte Absenkung unter natürlich zu erwartendem Grundwasserpotential (bei Infiltration ku2GD) - B 214 = 0,2 m - B 224 = 0,2 m - BK 11/15 = 0,2 m - BK 11/135 = 0,2 m - P 171 = 0,2 m - P 173 = 0,2 m	kein Wert beantragt	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahr-bereich - km 1,7 und Verzweigungsbau-werk)	Natürliche GW-Stand wird durch Korrelation mit GW-Standsentwicklung von repräsentativen, unbeeinflussten ku2-Messstellen und den parallel durchgeführten Berechnungen mit dem GW-Modell ermittelt. Die v.g. Messstellen werden in Abstimmung mit den Fachbe-hörden aus dem vorhandenen Invenlar ausgewählt bzw. vom Vorhabensträger rechtzeitig vor Baubeginn errichtet.
Grundwasserstand/Potential im mo im Nahbereich der Teilbau-gruben	Mit Grundwasserströmungsmodell prognosti-zierte Absenkung unter natürlich zu erwartendem Grundwasserpotential (bei Infiltration q/km1BH) - P 174 = 0,2 m - neue mo-Messstellen (Anzahl und Lage werden noch mit den Fachbe-hörden einvernehmlich festgelegt)	kein Wert beantragt	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahr-bereich - km 1,7 und Verzweigungsbau-werk)	Natürliche GW-Stand wird durch Korrelation mit GW-Standsentwicklung von repräsentativen, unbeeinflussten mo-Messstellen (z.B. Brunnen Mahdental, Br. Renningen, GWM Musberg, Br. Sarwey tief) und den parallel durchgeführten Berechnungen mit dem GW-Modell ermittelt.
Grundwasserstand/Potential im mo im Nahbereich der Teilbau-gruben (bei Infiltration in ku2GD)	Mit Grundwasserströmungsmodell prognosti-zierte Absenkung unter natürlich zu erwartendem Grundwasserpotential (bei Infiltration ku2GD) - P 174 = 0,2 m - neue mo-Messstellen (Anzahl und Lage werden noch mit den Fachbe-hörden einvernehmlich festgelegt)	kein Wert beantragt	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahr-bereich - km 1,7 und Verzweigungsbau-werk)	Natürliche GW-Stand wird durch Korrelation mit GW-Standsentwicklung von repräsentativen, unbeeinflussten mo-Messstellen (z.B. Brunnen Mahdental, Br. Renningen, GWM Musberg, Br. Sarwey tief) und den parallel durchgeführten Berechnungen mit dem GW-Modell ermittelt.
Grundwasserstand/Potential im obersten Grundwasser-vorkommen außerhalb des prognostizierten Absenk-richters (bei Infiltration im q/km1BH)	<ul style="list-style-type: none"> - GW-Absenkung unter natürlichem GW-Stand bei NW5-Verhältnissen (statistisch ermittelt für jede Messstelle) - GW-Aufhöhung ober natürlichem GW-Stand bei HW1-Verhältnissen (statistisch ermittelt für jede Messstelle) 	kein Wert beantragt	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbe-reich) PFA 1.5 (Anfahrbe-reich)	Im Bereich PFA 1.1 liegt NW5-Stand etwa 0,5 m unter MW; HW1-Stand liegt etwa 0,2 m ober MW

Messparameter im Rahmen der Beweis-sicherung und des Grundwasser-managements	Warnwerte	Wasserrechtlich beantragter Wert	Geltungsbereich des Warnwertes	Hinweise
Fördermenge und -rate Bauwasserhaltung	Erreichung von 90 % der prognostizierten Fördermengen für den jeweiligen Bauschritt oder für die einzelnen Teilbaugruben	beantragt im Rahmen wasserrechtlicher Tatbestände (Anlage 20.1)	PFA 1.1 PFA 1.2 PFA 1.5 PFA 1.6	Beantragte Werte entsprechen i.w. der Prognose mittels des numerischen Grundwasserströmungsmodells.
Schüttung Heil- und Mineralquellen	Plötzliche Schüttungsminderung Kurzfristige Schüttungsminderung im Vergleich zum Schüttungsmittel der vorherigen 7 Tage, die die Prognose überschreitet.	kein Wert beantragt	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbereich - km 1,7 und Verzweigungsbauwerk) PFA 1.5 PFA 1.6	Die kurzfristigen Schüttungsschwankungen liegen nach Auswertung der Schüttungsganglinien (Berger Quellen gesamt und Berger Urquelle) bei ca. 8 %. Korrelation von Messstellen im mo-Neubildungsgebiet (z.B. Brunnen Mahdental, Br. Renningen, GWM Musberg, Br. Sarwey tief) mit denen im Baufeld bzw. der Quellen zur Erfassung natürlicher Schwankungen. Die Schüttung der Berger Quellen wird insgesamt kontinuierlich erfasst und an ausgewählten Einzelquellen gemessen
Schüttung Heil- und Mineralquellen	Schleichende Schüttungsminderung Mit dem Grundwasserströmungsmodell berechnete Schüttungsminderung	kein Wert beantragt	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbereich - km 1,7 und Verzweigungsbauwerk) PFA 1.5 PFA 1.6	Es erfolgt eine Korrelation von Messstellen im mo-Neubildungsgebiet (z.B. Brunnen Mahdental, Br. Renningen, GWM Musberg, Br. Sarwey tief) mit denen im Baufeld bzw. der Quellen zur Erfassung natürlicher Schwankungen. Darauf aufbauend werden synthetische Ganglinien zur Abgrenzung der baubedingten Einflüsse erstellt. Zudem werden bauzeitlich zum einen Prognoseberechnungen unter Ansatz der jeweiligen hydrologischen Zustände und des jeweiligen Bauzustandes zur Ermittlung der Quellschüttungen durchgeführt; zum anderen werden parallel die Berechnungen ohne Berücksichtigung von Baumaßnahmen durchgeführt. Die berechneten Schüttungsmengen werden untereinander und mit den tatsächlich gemessenen Schüttungsmengen verglichen.

Messparameter im Rahmen der Beweissicherung und des Grundwasser-managements	Warnwerte	Geltungsbereich des Warnwertes	Wasserrechtlich beantragter Wert	Hinweise
Qualitative Warnwerte				
Hydrochemie an Baugruben-wasserhaltung (sowohl bei Infiltration q/km1BH als auch bei Infiltration ku2GD) sowie Wasserhaltung in berg-männisch aufzufahrenden Tunneln	<ul style="list-style-type: none"> - CO₂ > 250 mg/l (Baugruben 1-15 und Anfahrbe-reich PFA 1.5) > 350 mg/l (Baugruben 16 - 25 und Anfahrbe-reich PFA 1.2) 	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbe-reich) PFA 1.5 (außer Neckarbrö-cke)	kein Wert beantragt	Messort für die hydrochemischen Untersuchungen an der Bauwasserhaltung sind auffällige Wasserzutritte in der Baugrubensohle oder die Pumpens0mpfe (wenn Zutritt von Tagwasser und baubedngt verunreinigtem Grundwasser ausgeschlossen ist). Bauzeitlich erfolgt laufend eine Messung des pH-Wertes und der Leitfähigkeit
Hydrochemie an Warnwert-messstellen im ku2GD	<ul style="list-style-type: none"> - CO₂ > 250 mg/l (Messstellen im Bereich der Tiefscholle in Höhe der Baugruben 1-15 und Anfahrbereich PFA 1.5) - N1 N2 N10 > 500 mg/l (Messstellen im Bereich der Tiefscholle in Höhe der Baugruben 16 - 25 und Anfahrbereich PFA 1.2) - B 225 - B 213 - BK 11/14 - BK 11/99 - BK 5.2/2 - N3 - N4 - N5 - N6 - N7 - N8 - N9 - Cl > 250 mg/l (Messstellen im Bereich der Baugruben 1 – 15 (PFA 1.1) und Anfahrbe-reich PFA 1.5 sowie Messstellen im Bereich der Hochscholle in Höhe der Baugruben 16 - 25) - N1 - N2 - N10 	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbe-reich) PFA 1.5 (Anfahrbereich)	kein Wert beantragt	–

Messparameter im Rahmen der Beweissicherung und des Grundwasser-managements	Warnwerte	Geltungsbereich des Warnwertes	Wasserrechtlich beantragter Wert	Hinweise
<p>Fortsetzung der Tabelle:</p> <p>Hydrochemie an Warnwert-messstellen im ku2GD</p>	<p>Cl > 350 mg/l (Messstellen im Bereich der Tief-scholle in Höhe der Baugruben 16 - 25 und Anfahrbereich PFA 1.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - B 225 - B 213 - BK 11/14 - BK 11/99 - BK 5.2/2 - N3 - N4 - N5 - N6 - N7 - N8 - N9 	<p>PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbe-reich)</p>		
<p>Hydrochemie des ku-Aquifers ermittelt durch Vollanalyse an Warnwertmessstellen (bei Infiltration ku2GD)</p>	<p>Untersuchungen an den Messstellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B 214 - B 224 - BK 11/15 - P 171 - P 173 <p>Änderung der hydrochemischen Zusammen-setzung der ku-Wässer im Vergleich zu den Parameterminima und – maxima der vorhande-nen Analysen der letzten 4 Jahre (Statistik) um über 5 %</p>	<p>PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbereich) PFA 1.5 (Anfahrbe-reich)</p>	<p>siehe oben</p>	<p>--</p>
<p>Hydrochemie Hell- und Mineral-quellen (Vollanalyse)</p>	<p>Änderung folgender Parameter im Vergleich zum Parameternittel der vorhandenen Analysen der letzten 4 Jahre (Statistik):</p> <ul style="list-style-type: none"> - CO₂ um 20 % - Cl um 10 % - Leitfähigkeit um 10 % 	<p>PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahr-bereich - km 1,7 und Verzweigungs-bauwerk) PFA 1.5 PFA 1.6</p>	<p>kein Wert beantragt</p>	<p>Parallel erfolgt Trendanalyse der Parameter um einen ggf. auftretenden, baubedingten, langsamen Änderung der Parameterwerte zu erfassen Für die Quelle Maurischer Garten wird CO₂ nicht als Warnwert herangezogen Eine Überprüfung der Einhaltung des Säuerung-Kriteriums (1000 mg/l CO₂) erfolgt</p>

Tabelle 5: Quantitative und qualitative Einstellwerte

Meßparameter im Rahmen der Beweissicherung und des Grundwassermanagements	Einstellwerte	Wasserrechtlich beantragter Wert	Geltungsbereich des Einstellwertes	Hinweise
Quantitative Einstellwerte				
Grundwasserstand/Potential im ku im Nahbereich der Teilbaugruben	<p>Mit Grundwasserströmungsmodell prognostizierte Absenkung + 0,1 m unter natürlich zu erwartendem und durch Grundwassernutzungen Dritter beeinflusstem Grundwasserpotential</p> <p>Das Potential im ku wird an folgenden Messstellen erfasst:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B 214 - BK 11/15 - P 171 - B 224 - BK 11/135 - P 173 - neue ku-Messstellen <p>Die baubedingte Potentialabsenkung ist an mehreren, für den Bauschritt repräsentativen ku-Messstellen zu erfassen, wobei zur Einstellung gleichzeitig im mo-Aquifer der Warnwert bzgl. des Potentials erreicht sein muß. (Anzahl und Lage der ggf. noch erforderlichen Messstellen werden noch mit den Fachbehörden einvernehmlich festgelegt)</p>	kein Wert beantragt	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbereich - km 1,7 und Verzweigungsbauwerk)	<p>Natürliche GW-Stand wird durch Korrelation mit GW-Standsentwicklung von repräsentativen, unbeeinflussten ku2-Meßstellen und den parallel durchgeführten Berechnungen mit dem GW-Modell ermittelt. Die v.g. Messstellen werden in Abstimmung mit den Fachbehörden aus dem vorhandenen Inventar ausgewählt bzw. vom Vorhabensträger rechtzeitig vor Baubeginn errichtet.</p> <p>Die numerischen Berechnungen (Stand 2. Optimierung) zu den Auswirkungen auf den ku2-Aquifer ergaben Potentialabsenkungen von bis zu ca. 0,3 m.</p> <p>Es wird von einem Erfolg der Infiltrationsmaßnahmen im q/km1BH und der Einhaltung der v.g. Potentialabsenkungen ausgegangen. Sollte dies nicht der Fall sein, werden die entsprechenden Handlungskonzepte umgesetzt.</p>
Grundwasserstand/Potential im mo im Nahbereich der Teilbaugruben	<p>Mit Grundwasserströmungsmodell prognostizierte Absenkung (gerundet auf 0,1 m) m + 0,05 m unter natürlich zu erwartendem und durch Grundwassernutzungen Dritter beeinflusstem Grundwasserpotential</p> <ul style="list-style-type: none"> - P174 = 0,2 m - neue mo-Messstellen (Anzahl und Lage werden noch mit den Fachbehörden einvernehmlich festgelegt) 	kein Wert beantragt	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbereich - km 1,7 und Verzweigungsbauwerk)	<p>Natürliche GW-Stand wird durch Korrelation mit GW-Standsentwicklung von repräsentativen, unbeeinflussten mo-Messstellen (z.B. Brunnen Mahdental, Br. Renningen, GWM Musberg, Br. Sarwey tief) ermittelt.</p> <p>Die bisherigen numerischen Berechnungen zu den Auswirkungen auf den mo-Aquifer ergaben Potentialabsenkungen von bis zu ca. 0,15 m. Es wird von einem Erfolg der Infiltrationsmaßnahmen im q/km1BH und der Einhaltung der v.g. Potentialabsenkungen ausgegangen.</p> <p>Sollte dies nicht der Fall sein, werden die entsprechenden Handlungskonzepte umgesetzt.</p>

Meßparameter im Rahmen der Beweissicherung und des Grundwassermanagements	Einstellwerte	Geltungsbereich des Einstellwertes	Wasserrechtlich beantragter Wert	Hinweise
Fördermenge und -rate der Bauwasserhaltung bzw. der Wasserhaltung im Tunnel	Überschreitung der wasserrechtlich genehmigten Fördermengen und -raten oder Überschreitung der prognostizierten Förderraten im jeweiligen Bauschritt (bei gegenüber der Prognose unverändertem Bauablauf), wenn gleichzeitig der Trend des Überschreitens der wasserrechtlich genehmigten Fördermengen und -raten erkennbar ist	PFA 1.1	beantragt im Rahmen wasserrechtlicher Tatbestände (Anlage 20.1)	Die beantragten Werte entsprechen i.w. der Prognosen mittels des numerischen Grundwasserströmungsmodells oder analytischen Berechnungen.
Schüttung der Heil- und Mineralquellen	Überschreitung der prognostizierten bauzeitlichen Schüttungsminderung um mehr als 30 %.	PFA 1.1 PFA 1.2 PFA 1.5 PFA 1.6	kein Wert beantragt	Mit dem Grundwasserströmungsmodell (Stand: 2. Optimierung) prognostizierte höchste Quellschüttungsminderung (alle Heil- und Mineralquellen zusammen betrachtet): 3,3 l/s.
Qualitative Einstellwerte				
Hydrochemie an Baugrubenwasserhaltung (sowohl bei Infiltration q/km1BH als auch bei Infiltration ku2GD) sowie Wasserhaltung bei bergmännischen Tunneln	- CO ₂ > 500 mg/l In Verbindung mit Andrangsmenge > 1l/s an lokalen Wasseraustritten in der Baugrubensohle oder ggf. im Pumpensumpf in Verbindung mit Potentialabsenkungen im ku bzw. im mo, die über den jeweiligen Wamwerten liegen	PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbereich) PFA 1.5 (außer Neckarbrücke)	kein Wert beantragt	Messort für die hydrochemischen Untersuchungen an der Bauwasserhaltung sind auffällige Wasserzutritte in der Baugrubensohle sowie die Pumpensümpfe, wenn der Zutritt von Tagwasser und baubedingte verunreinigtem Grundwasser ausgeschlossen ist. Bauzeitlich erfolgt laufend eine Messung des pH-Wertes und der Leitfähigkeit