
2. Änderungsverfahren

Planfeststellungsunterlagen

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart

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

Abschnitt 1.2

Fildertunnel

Bau-km +0.4 +32.0 bis +10.0 +30.0

Anlage 20: Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

DBProjektBau GmbH
Großprojekt Stuttgart 21
Wendlingen – Ulm
Räpplenstraße 17
70191 Stuttgart

im Auftrag der



2. Änderungsverfahren

Planfeststellungsunterlagen

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart

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

Abschnitt 1.2

Fildertunnel

Bau-km +0.4 +32.0 bis +10.0 +30.0

Anlage 20: Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

20.1 Erläuterungsbericht

DBProjektBau GmbH
Großprojekt Stuttgart 21
Wendlingen – Ulm
Räpplenstraße 17
70191 Stuttgart

im Auftrag der



Projekt Stuttgart 21

- Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart
- Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg

Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenbindung

Planfeststellungsunterlagen

PFA 1.2 Fildertunnel

Anlage 20.1

Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

Erläuterungsbericht

12. Änderungsverfahren

Vorhabensträger:

DB Netz AG,
vertreten durch

DBProjektBau GmbH *ik UZ*
~~Niederlassung Südwest~~
Großprojekt Stuttgart 21 – Wendlingen-Ulm
~~Projektzentrum Stuttgart 1~~
~~Wolframstraße 20 Rappellenstraße 17~~
70191 Stuttgart

Bearbeitung:

ARGE Wasser ♦ Umwelt ♦ Geotechnik
Oberdorfstraße 12
91747 Westheim
und
Heilbronner Straße 81
70191 Stuttgart
und
Pforzheimer Straße 126a
76275 Ettlingen

Planungsrechtliche
Zulassungsentscheidung
erteilt am 26. Februar 2013
59130-591pä/005-2304#006
Eisenbahn-Bundesamt,
Außenstelle Karlsruhe/Stuttgart

Im Auftrag

Harlacher
Harlacher



Az.: A0007

Stuttgart, ~~18. August 2003~~ 2. August 2010

Anlage 20.1: Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

Erläuterungsbericht

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Vorbemerkungen	1
1.1 Ausgangslage	1
1.1.1 Anlass und Planungstand	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	5
3 Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse	67
3.1 Grundwasservorkommen und -stockwerksgliederung	67
3.2 Geohydraulische Kennwerte der Gesteinsabfolgen	9
3.3 Grundwasserstände und Grundwasserspiegelschwankungen	20
3.4 Grundwasserströmungsverhältnisse	24
3.5 Hydrochemische Verhältnisse	26
3.6 Grundwassernutzungen	32
3.7 Mineral- und Heilwasservorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg	34
3.8 Gewässerverhältnisse	37
4 Eingriffe durch bauliche Anlagen (Bauzeit und Betrieb) und deren hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Auswirkungen	38
4.1 Grundwasservorkommen	38
4.2 Grundwassernutzungen	41
4.3 Mineral- und Heilwasservorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg	4544
4.4 Gewässer	5048
5 Zusammenfassung	5350
6 Wasserrechtlicher Antrag	5753
7 Literatur und verwendete Unterlagen	5854

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Tab. 2/1:	Geologischer Überblick der im Untersuchungsraum anstehenden Gesteine	6
Tab. 3/1:	Grundwassernutzungen im Betrachtungsraum ohne Wasser- bzw. Heilquellenschutzgebiete	33
Tab. 3/2:	Übersicht über die Heil- und Mineralquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg	35

Anhang

Anhang:	Wasserrechtliche Tatbestände
	- Textteil
	- Anlagen 1.1 bis 1.5
	- Beilage "Quantitative und qualitative Warn- und Einstellwerte"

Anlagenverzeichnis

Anlage 20.2.1: Quellen, Gewässer, Grundwassernutzungen und Heil-/Blatt 1A-1B – 4A4B Mineralquellen	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 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.

Um das Planfeststellungsverfahren selbst handhabbar zu gestalten, wird es erforderlich, den Bereich des Projektes Stuttgart 21 in Einzelabschnitte zu unterteilen, wobei diese so zu wählen sind, dass sich in den einzelnen Planfeststellungsabschnitten keine ungewollten Zwänge für benachbarte Bereiche einstellen. Für die vertiefte Planung und Planfeststellung ergeben sich für das Projekt Stuttgart 21 derzeit 7 Planfeststellungsabschnitte (PFA):

- 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 1.6a Zuführung Ober-/Untertürkheim,
- PFA 1.6b Abstellbahnhof Untertürkheim.

Gegenstand der vorliegenden Unterlagen ist der PFA 1.2 (Fildertunnel) von Bau-km 0,4+32 bis Bau-km 10,0+30 inkl. der Verzweigungsbauwerke und der Zuführung Ober-/Untertürkheim von Bau-km 0,4+32 bis 0,8+55 bzw. 1,1+55 sowie die erforderlichen Zugangsstollen Rettungszufahrt Hauptbahnhof Süd und Zwischenangriffsstollen Sigmaringer Straße.

1.1.2 Vorgaben und Rahmenbedingungen zur Planfeststellung

Schienenwege für Eisenbahnen einschließlich der für den Betrieb notwendigen Anlagen und Bahnstromfernleitungen 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, Einzelheiten und inhaltliche Erläuterungen sind in den ~~Richtlinien für die Planfeststellung und Plan genehmigung von Betriebsanlagen der Deutschen Bahn AG (Planfeststellungsrichtlinien - RL) vom 30. Januar 2003~~ Richtlinien für den Erlass planungsrechtlicher Zulassungsentscheidungen für Betriebsanlagen der Eisenbahnen des Bundes nach § 18 AEG sowie für Betriebsanlagen von Magnetschwebebahnen nach § 1 MBPIG, Ausgabe 01/2010 geregelt.

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 betriebs sicherem 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.

Des Weiteren sind im Hinblick auf im Bereich der Baumaßnahmen ggf. zu erwartende Altlasten sowie Boden- und Grundwasserkontaminationen Erhebungen bei den Fachbehörden und bei Erfordernis ggf. weiterführende Untersuchungen durchzuführen. Dies betrifft im PFA 1.2 insbesondere die Anfahrbaugruben der Tunnel- und Stollenbauwerke (igi NIEDERMEYER INSTITUTE, 1998c).

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.

Dieser Erläuterungsbericht baut i. w. auf den Ergebnissen des 1. bis 4. Erkundungsprogrammes (EKP) auf. Die Ergebnisse des 1. bis 4. EKP (Stufe 1) sind im Einzelnen in der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.2, Teil 1 und Teil 3 (igi NIEDERMEYER INSTITUTE, 1998c) dargestellt, die zur Einsicht bei der DB ProjektBau GmbH ausliegt. Die hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Situation im PFA 1.2 ist in den Lageplänen der Anlage 20.2.1 sowie in den Ingenieur- und hydrogeologischen Längsschnitten der Anlage 19.2.1 bis 19.2.3 zum Erläuterungsbericht Ingenieurgeologie, Erd- und Ingenieurbauwerke dargestellt.

2 Naturräumlicher und geologischer Überblick

2.1 Naturräumlicher Überblick

Bei großräumiger Betrachtung liegt der Untersuchungsraum des Planfeststellungsabschnittes 1.2 innerhalb der naturräumlichen Haupteinheiten des **Schwäbischen Keuper-Lias-Landes** (10) mit den Naturräumen der **Stuttgarter Bucht** (105) und der **Filder** (106).

Die **Stuttgarter Bucht** ist eine besonders ausgedehnte Randbucht der Keuperstufe. Die Talausläufer der Gäuplatten und die Bergrücken der Keuperhöhen erzeugen ein reichhaltiges Gefüge von Formen, Böden und lokalen Klimaten mit Höhenlagen zwischen 217 (Talsohle des Neckar) bis 450 (Randhöhe) m ü. NN. Die Stuttgarter Bucht ist hauptsächlich aus den Gesteinsabfolgen des Unteren und Mittleren Keupers aufgebaut, bei denen es sich um mehr oder weniger stark verfestigte Sand- und Tonsteine handelt. In den Tallagen überdecken quartäre Ablagerungen die Keupergesteine. Die Berghänge der Stuttgarter Bucht, die bis auf ca. 450 m ü. NN ansteigen, bestehen aus Gesteinen der oberen Bereiche des Mittleren Keupers. Bedingt durch den Wechsel von weichen, stark tonigen Gesteinen mit härteren Sandsteinbänken treten in den verschiedenen Schichtabfolgen morphologische Geländestufen auf. Das Gebiet wird von kleineren Bächen durchzogen, die dem Neckar zufließen.

Der Landschaftsraum der **Filder** stellt eine Hochfläche dar, die von den Berghängen der Stuttgarter Bucht im N und denen des Neckartales im SE begrenzt wird. Die sanft nach SE abdachende, flachwellige Hochfläche der Filder ist eine nach W vorgeschobene Schwarzjuraplatte des Albvorlandes, die vorwiegend aus Tonsteinen mit vereinzelt Sandstein- und Mergelsteinlagen besteht.

Die Talmulden sind langgestreckt und flach, mit Ausnahme des Körschtales, welches relativ eng und bis zum Stubensandstein eingetieft ist. Tiefgründige, mit Lößlehm überdeckte Filderlehmböden begünstigen eine intensive Nutzung. Die Körsch und der Sulzbach, die sich in die Hochfläche bis zu mehreren Zehner von Metern tief eingeschnitten haben, entwässern die Filderhochfläche und fließen dem Neckar zu.

2.2 Geologischer Überblick

Der Untergrund wird im Untersuchungsraum von Schichtabfolgen der Trias, des Juras und des Quartärs aufgebaut. Im Einzelnen stehen unter quartären Decksedimenten die Schichtabfolgen des Unteren Schwarzjuras (he1-si1), des Oberen Keupers (ko), des Sandsteinkeupers (km2-km5), des z. T. ausgelaugten Gipskeupers (km1), des Lettenkeupers (ku) sowie in größerer Tiefe die Gesteine des Oberen Muschelkalkes (mo) an. Eine detaillierte Beschreibung des Schichtaufbaus, der tektonischen Verhältnisse und der Beschaffenheit der Schichtabfolgen findet sich im Erläuterungsbericht - Ingenieurgeologie, Erd- und Ingenieurbauwerke (Anlage 19.1).

Bedingt durch die generell nach SE hin einfallenden Schichtabfolgen stehen von N nach S die immer jünger werdenden stratigraphischen Schichtabfolgen des **Keupers** und **Unteren Schwarzjuras** 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.

Tab. 2/1; Geologischer Überblick der im Untersuchungsraum anstehenden Gesteine

System (Formation)	Serie (Abteilung)	Stufe/Unterstufe sowie Gesteinsbeschreibung	Mächtigkeit im Untersuchungsraum [m]		
Quartär	Holozän	Künstliche Auffüllung (A)	0 - 5		
		Talablagerungen (qh)	0 - 10		
	Pleistozän	Filder- und Hanglehm (ql)	0 - 10		
		Lößlehm (qlol)	0 - 10		
Hangschutt (qu)		0 - 30			
Rutschmassen (qr)		0 - 30			
Jura	Schwarzjura	Sinemurium (si)			
		Arietenkalk (si1)	0 - 15		
		Hettangium (he)			
		Angulatensandstein (he2)	11 - 14		
		Pylonotenton (he1)	7 - 11		
Trias	Keuper	Oberer Keuper, ungegliedert (ko)	1 - 3		
		Mittlerer Keuper (km)			
		Knollenmergel (km5)	28 - 37		
		Stubensandstein-Formation (km4)	67 - 76		
		Bunte Mergel (km3)	42 - 50		
		Obere Bunte Mergel (km3o)	13 - 19		
		Kieselsandsteinschichten (km3s)	3 - 11		
		Lehrbergschichten (km3L)	1 - 4		
		Untere Bunte Mergel (km3u)	18 - 27		
		Schilfsandstein-Formation (km2)	9 - 36		
		Hauptsteinmergel (km2H)	1 - 3		
		Dunkle Mergel (km2D)	1 - 6		
		Schilfsandstein (km2s)	7 - 34		
		Gipskeuper (km1)	85 - 105		
		Estherienschichten (km1ES)	9 - 36		
		Mittlerer Gipshorizont (km1MGH)	35 - 43		
		Bleiglanzbankschichten (km1BB)	1 - 3		
		Dunkelrote Mergel (km1DRM)	15 - 18		
		Bochinger Horizont (km1BH)	4 - 8		
		Grundgipsschichten (km1GG)	8 - 18		
				Unterer Keuper, ungegliedert (ku)	
				Oberer Lettenkeuper (ku2)	10 - 12
				Unterer Lettenkeuper (ku1)	8 - 10
	Muschelkalk	Oberer Muschelkalk (mo)	ca. 80		
		Mittlerer Muschelkalk (mm)	60 - 65		
		Unterer Muschelkalk (mu)	ca. 50		

Anmerkung:
 Die Mächtigkeitsangaben beruhen auf den im Zuge der Erkundungsprogramme im Untersuchungsraum erhobten Schichtmächtigkeiten und beziehen sich auf den unausgelaugten Zustand der Gesteine. Die Mächtigkeitsangaben für den Muschelkalk sind GEYER & GWINNER (1986) entnommen.

3 Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse

3.1 Grundwasservorkommen und -stockwerksgliederung

Die im Untersuchungsbereich verbreitete Wechselfolge feingeschichteter, gering wasserdurchlässiger Ton- und Tonmergelsteine mit bereichsweise im Niveau des Gipskeupers (km1) und der Bunten Mergel (km3) eingeschalteten Gips-/Anhydritlagen sowie stärker durchlässigen, teils klüftigen Dolomit- und Kalksteinbänken sowie Sandsteinkomplexen (km2s/km3s/km4/he2) bewirkt eine Trennung des Gesamtsystems in einzelne Teilgrundwasserstockwerke, die sich auch in dem Auftreten unterschiedlicher Potentiale in den entsprechenden, grundwasserführenden Schichtabfolgen äußert.

Im Einzelnen können im Untersuchungsbereich je nach Verbreitung der entsprechenden Schichten vom Hangenden zum Liegenden folgende Grundwasservorkommen unterschieden werden:

- nur lokal bestehende, oberflächennahe, zumeist ungespannte Porengrundwasservorkommen in den kiesig-sandigen bis feinsandig-schluffigen zusammengesetzten **quartären Lockersedimenten (q)**, i. w. Talablagerungen und Löß- bzw. Hanglehme der Hochflächen. Die grundwassertragende Sohlschicht bilden i. a. tonig-schluffige Sedimente des Mittleren Keupers bzw. des Schwarzjuras.
- oberflächennahe, aufgrund der Zertalung der Filderhochfläche nicht zusammenhängende, bereichsweise gespannte Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen in den Sedimenten des **Unteren Schwarzjuras, des Oberen Keupers und des Knollenmergels (he1-si1, ko, km5)**, wobei die Grundwasserführung größtenteils auf den flurnahen Aufwitterungshorizont sowie auf die klüftigen Sand- und Kalksteinbänke des Unteren Schwarzjuras (he2 und si1) beschränkt ist. Die zwischengelagerten Ton-/Tonmergelsteine des he1 und km5 wirken unterhalb der Aufwitterungszone i. d. R. als Grundwasserhemmer. Von dem unterlagernden Grundwasserstockwerk des Stubensandsteins (km4) werden die im Filderbereich südlich ca. km 3,3+50 auftretenden oberflächennahen Grundwasservorkommen durch die gering durchlässigen Knollenmergel (km5) getrennt.
- Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen in der **Stubensandstein-Formation (km4)**. Die i. a. nur gering geklüfteten Sandsteinkomplexe, die durch zwischenlagernde, horizontbeständige jedoch lateral nicht aushaltende Tonmergelabfolgen (Lettenhorizonte) eine vertikale Zonierung erfahren, bauen einen ausgeprägt inhomogenen Grundwasserleiter mit freier, südlich ca. km 7,5+00 gespannter Grundwasserspiegeloberfläche auf. Als Grundwassersohlschicht fungieren die tonig-mergeligen Schichten der Oberen Bunten Mergel (km3o) sowie

die o. g. Lettenhorizonte innerhalb des Stubensandsteins, die lokal zur Ausbildung temporärer bzw. schwebender Grundwasserkörper führen können. Anhand der bisherigen Erkundungsergebnisse ist in dem, im Trassenverlauf südlich ca. km 2,6+00 durchgängig verbreitetem Schichtglied nördlich ca. km 5,7+00 nur in den basalen Profilabschnitten ein geschlossener Grundwasserkörper entwickelt; darüber liegen z. T. mehrere schwebende Grundwasserkörper vor.

- Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen in den **Bunten Mergeln (km3)**. Die Grundwasserführung in diesen Schichten ist auf den klüftigen Kiesel sandstein (km3s) konzentriert und anhand vorliegender Untersuchungen vgl. gering. Die im Liegenden und Hangenden des Sandsteinkomplexes auftretenden tonig-mergeligen Schichteinheiten der Bunten Mergel fungieren als Trennschicht zwischen den unter- bzw. überlagernden Grundwasserhorizonten. Nach den bisherigen Erkundungsergebnissen sind für den überdeckten Filderbereich i. d. R. gespannte Grundwasserverhältnisse anzunehmen. Im Bereich Gablenberg ist aufgrund der Lage und Höhe von Quellaustritten zu vermuten, dass im Kiesel sandstein in den Talflankenbereichen bzw. in Hangnähe ungespannte Grundwasserverhältnisse vorliegen.
- freie, im Bereich der Filderhochfläche z. T. auch gespannte Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen in den Sedimentgesteinen der **Schilfsandstein-Formation (km2)**. Die südlich ca. km 0,9+00 durchgehend festzustellende Grundwasserführung ist hierbei i. w. an die basalen, geklüfteten Sandsteinbänke (km2s) gebunden. Die Aquiferbasis des Schilfsandsteins wird von den i. d. R. gipsführenden Ton- und Mergelsteinabfolgen der Estherienschichten (km1ES) des unterlagernden Gipskeupers gebildet, die bei vorhandener Gebirgsauslaugung ebenfalls grundwasserführend sein können.
- gespannte Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen in den Sedimenten des **Gipskeupers (km1)**, wobei die Grundwasserführung bzw. -bewegung überwiegend entlang der Auslaugungsfront im Niveau der Estherienschichten, des Mittleren Gipshorizontes, der Dunkelroten Mergel sowie v. a. an die im Schichtprofil auftretenden Steinmergel- und Karbonatbänke im Niveau der Bleiglanzbanksschichten (km1BB) und des Bochinger Horizontes (km1BH) gebunden ist. Die Wechselfolge gering durchlässiger Tonsteine und Tonmergelsteine mit klüftigen, teilweise ausgelaugten oder karbonatischen Horizonten bewirkt in nicht ausgelaugten Gebirgsbereichen i.a. eine Untergliederung des Gipskeupers in hydraulisch wirksame Teilstockwerke.
- gespannte Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen in den Dolomit- und Sandsteinlagen des **Lettenkeupers (ku)**. Innerhalb der rd. 20 m mächtigen Gesteinsschicht konzentriert sich die Grundwasserführung v. a. auf die im oberen Teil (ku2) der Schichtfolge eingeschalteten karbonatischen Bänke bzw. Dolomitsteine wie z. B. den Grenzdolomit (ku2GD), wobei je nach örtlicher Situation und Verwitterungsgrad Ergiebigkeiten zwischen ca. 0,1 - 5,0 l/s auftreten können, die deutlich über denen im hangenden Gipskeuper liegen.

- hochgespanntes Kluft- und Karstgrundwasser im **Oberen Muschelkalk (mo)**. Der Obere Muschelkalk bildet aufgrund seiner lithologischen Eigenschaften und Verkarstungsphänomene einen ausgesprochen ergiebigen, hoch durchlässigen Grundwasserleiter mit regionaler Bedeutung und ist Träger der Heil- und Mineralwasservorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg. Die Tonmergelsteinlagen (Grüne Mergel) im Oberen Lettenkeuper sowie die Estheriensichten des Unteren Lettenkeupers (sofern deren Mächtigkeit nicht durch die Hauptsandsteinfazies reduziert oder deren Verband durch tektonische Vorgänge oder Erdfälle gestört ist) üben nach derzeitigem Kenntnisstand im unausgelaugten Zustand eine hydraulische Trennfunktion zu den hangenden Aquiferen aus.

Altlasten, -verdachtsflächen und Schadensfälle

Im Rahmen der Untersuchungen und Erkundungsmaßnahmen im Vorfeld der Planfeststellung wurden im Betrachtungsraum des PFA 1.2 auch Erhebungen hinsichtlich von Schadensfällen, Altlasten und -verdachtsflächen (Altstandorte und -ablagerungen) durchgeführt. Aufgrund der überwiegend unterirdischen Streckenführung in bergmännisch zu erstellenden Tunnelbauwerken konzentrierten sich die Erhebungen i. w. auf die Bereiche der Anfahrbaugruben im Nesenbachtal bzw. auf der Filderhochfläche und auf das Umfeld der Zwischenangriffspunkte Sillenbuch und Weidachtal. Nach derzeitigem Kenntnisstand werden keine Altlasten, -verdachtsflächen und Schadensfälle von den geplanten Baumaßnahmen tangiert (igi NIEDERMEYER INSTITUTE 1998c).

3.2 Geohydraulische Kennwerte der Gesteinsabfolgen

Zur Ermittlung der geohydraulischen Kennwerte der Gesteinsabfolgen im Bereich des Planfeststellungsabschnitts 1.2 wurden im Zuge des 1. - 4. EKP umfangreiche geohydraulische Feldversuche (Slug-, Pulse-, Drillstem- und Injektionstests) im offenen, unverrohrten Bohrloch durchgeführt. In den ausgebauten Bohrungen wurden i. d. R. einstufige Kurz- sowie mitunter Langzeitpumpversuche gefahren. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse dieser geohydraulischen Feldversuche können für die untersuchten Schichtabfolgen im Verlauf des Fildertunnels folgende geohydraulische Eigenschaften abgeleitet werden:

- Quartär

Grundwasservorkommen im Quartär wurden im Verlauf des Fildertunnels nur an der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals und auf der Filderhochfläche erschlossen. Es handelt sich hierbei um lokale, nicht zusammenhängend ausgebildete, oberflächennahe Porengrundwasservorkommen in Talflankenbereichen (qr) bzw. quartären Talfüllungen (qh), die je nach Anteil des tonig-schluffigen Materials unterschiedliche

Durchlässigkeit und Wasserführung aufweisen, im Trassenverlauf zu-
meist jedoch quantitativ unbedeutend sind.

Die Ergiebigkeit der quartären Grundwasservorkommen ist je nach Se-
dimentaufbau und Lokalität stark wechselnd. Bei den insgesamt 2
durchgeführten Kurzpumpversuchen lag die Pumprate zwischen 0,1 l/s -
0,15 l/s, die Absenkungen betragen dabei 1,35 m bis 2,41 m. Die Werte
für die spezifische Ergiebigkeit liegen somit bei rd. $7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben
sich für die quartären Lockersedimente im Untersuchungsgebiet folgen-
de Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw.
des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{aligned} T &= 5,4 \cdot 10^{-5} - 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} && (\text{im Mittel: } 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f &= 4,6 \cdot 10^{-5} - 4,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} && (\text{im Mittel: } 4,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}) \end{aligned}$$

Die getesteten quartären Lockersedimente sind nach DIN 18130 (1991)
als durchlässig einzustufen. Für die in weiten Bereichen des Untersu-
chungsraumes anstehenden geringmächtigen Löß- und Hanglehme
(qlol/ql) liegen keine hydraulischen Kennwerte vor; anhand des Kornauf-
baus dieser Sedimente ist allerdings von Durchlässigkeitsbeiwerten im
Bereich $10^{-5} - 10^{-9} \text{ m/s}$ auszugehen.

- Unterer Schwarzjura

Grundwasservorkommen im Unteren Schwarzjura wurden im Zuge der
Erkundungsmaßnahmen nur auf der Filderhochfläche südlich ca. km
3,2+50 angetroffen.

Die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen im Unteren Schwarzjura
ist in allen Schichtgliedern sehr gering. Bei den durchgeführten Kurz-
pumpversuchen lag die Pumprate zwischen 0,005 l/s - 0,6 l/s, die Ab-
senkungen betragen z. T. über 7,5 m. Die Werte für die spezifische Er-
giebigkeit liegen dabei zwischen rd. $6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ und $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, wobei
in der Mehrzahl der Versuche aufgrund des geringen Wasserandrangs
keine Beharrung erreicht wurde.

Arietenkalk (si1)

Für das Schichtglied des Arietenkalkes liegt nur ein Versuchsergebnis
im offenen Bohrloch vor. Der im Übergangsbereich zum unterlagernden
Angulatensandstein (he2) durchgeführte Kurzpumpversuch erbrachte
eine mittlere Transmissivität von $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ und einen mittleren
Durchlässigkeitsbeiwert von $4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. Die Schichtabfolge des Arie-
tenkalkes ist demzufolge nach (IAEG 1979) als mäßig durchlässig zu
kennzeichnen.

Angulatensandstein (he2)

Für das Schichtglied des Angulatensandsteins liegen insgesamt 10 Pumpversuchsauswertungen vor, wobei die Pumpversuche sowohl im offenen Bohrloch als auch in ausgebauten Grundwassermessstellen durchgeführt wurden.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für das Schichtglied des Angulatensandsteins im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{aligned} T &= 8,0 \cdot 10^{-3} - 9,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s} && (\text{im Mittel: } 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f &= 4,9 \cdot 10^{-3} - 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s} && (\text{im Mittel: } 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}) \end{aligned}$$

Die Schichtabfolge des Angulatensandsteins ist anhand der vorliegenden Pumpversuchsergebnisse nach IAEG (1979) als hoch bis gering durchlässig zu klassifizieren.

Psilonotentone (he1)

Für das Schichtglied der Psilonotentone wurden neben 5 Kurzpumpversuchen im Übergangsbereich zu den unterlagernden Schichteinheiten des Oberen Keuper (ko) bzw. den Knollenmergeln (km5) auch 3 Drillstem-, 1 Pulse- und 1 Injektionstest durchgeführt.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für das Schichtglied der Psilonotentone im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{aligned} T &= 3,6 \cdot 10^{-3} - 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s} && (\text{im Mittel: } 3,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f &= 7,6 \cdot 10^{-4} - 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} && (\text{im Mittel: } 3,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}) \end{aligned}$$

Die Schichtabfolge der Psilonotentone ist anhand vorliegenden Versuchsauswertungen nach IAEG (1979) durchweg als gering bis sehr gering durchlässig zu klassifizieren.

- Oberer Keuper

Grundwasservorkommen im Oberen Keuper wurden im Zuge der Erkundungsmaßnahmen nur auf der Filderhochfläche südlich ca. km 3,2+50 lokal angetroffen.

Die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen im Oberen Keuper ist anhand eines durchgeführten Kurzpumpversuches im offenen Bohrloch gering. Die Pumprate betrug hier 0,3 l/s, bei einer Absenkung von rd. 1,5 m, wobei aufgrund des geringen Wasserandrangs kein Beharrungszustand erreicht werden konnte.

Anhand von insgesamt 10 untergrundhydraulischen Tests, die z. T. auch die Schichtglieder im Hangenden und Liegenden erfassten, ergeben

sich für die Gesteine des Oberen Keuper im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 3,6 \cdot 10^{-6} - 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 7,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 7,6 \cdot 10^{-4} - 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge des Oberen Keuper ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als i. d. R. sehr gering durchlässig zu klassifizieren.

- Knollenmergel

Eine Grundwasserführung im Knollenmergel wurde im Zuge der Erkundungsmaßnahmen nur auf der Filderhochfläche südlich ca. km 3,2+50 lokal angetroffen.

Die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen im Knollenmergel ist anhand von zwei durchgeführten Kurzpumpversuchen im offenen Bohrloch nur gering. Die Pumprate betrug hier 0,06 l/s bzw. 0,22 l/s bei einer Absenkung von rd. 1,6 m bzw. 4,0 m. Die spezifische Ergiebigkeit liegt somit bei rd. $4 \dots 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Anhand von insgesamt 17 untergrundhydraulischen Tests, die z. T. im Übergangsbereich zu den hangenden Schichtgliedern durchgeführt wurden, ergeben sich für die Schichtabfolge des Knollenmergel im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 2,9 \cdot 10^{-4} - 7,8 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 1,5 \cdot 10^{-5} - 1,9 \cdot 10^{-10} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 2,1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge des Knollenmergel ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als i. d. R. sehr gering durchlässig bis praktisch undurchlässig, in stark aufgelockerten bzw. entfestigten Bereichen v. a. in Oberflächennähe lokal auch als mäßig bis gering durchlässig zu klassifizieren.

- Stubensandstein-Formation

Die Gesteinsabfolgen des Stubensandsteins, die im Trassenverlauf des Fildertunnels im Bereich Gablenberg in Höhe ca. km 2,0+00 in Form eines isolierten Vorkommens und im Filderbereich ab ca. km 2,6+00 durchgehend, zumeist unter mächtigen Deckschichten anstehen, weisen eine durchgängige Grundwasserführung auf.

Die Ergiebigkeit des Grundwasservorkommens im Stubensandstein ist anhand der durchgeführten Kurzpumpversuche nur mäßig bis gering.

Die Pumprate lag in den durchgeführten Versuchen zwischen 0,01 l/s - 1,0 l/s, die Absenkungen betragen z. T. über 60 m. Die Werte für die spezifische Ergiebigkeit liegen dabei zwischen rd. $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ und

$8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, wobei in der Mehrzahl der Versuche aufgrund des geringen Wasserandrangs keine Beharrung erreicht wurde.

Anhand der Mittelwerte der insgesamt 69 untergrundhydraulischen Tests ergeben sich für die Gesteinsabfolgen des Stubensandsteins im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{aligned} T &= 1,1 \cdot 10^{-3} - 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s} && (\text{im Mittel: } 8,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f &= 1,6 \cdot 10^{-4} - 4,7 \cdot 10^{-11} \text{ m/s} && (\text{im Mittel: } 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}) \end{aligned}$$

Hinsichtlich der Durchlässigkeitsverteilung in der Stubensandstein-Formation ist festzustellen, dass insbesondere im Traufbereich und auf der nördlichen Filderhochfläche bis ca. km 5,5+00 von einem höher durchlässigen Gebirgsbereich auszugehen ist. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen hier im geometrischen Mittel bei $4,8 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ deutlich höher als in dem südlich ca. km 5,5+00 anschließenden Gebirgsbereich, in dem geometrische Mittel von $5,3 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ bestimmt wurden.

Die Schichtabfolge des Stubensandsteins ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als i. d. R. sehr gering durchlässig (südliche Filderhochfläche) bzw. im nördlich gelegenen Teilbereich als i. d. R. gering bis sehr gering, lokal jedoch auch als hoch bis mäßig durchlässig zu klassifizieren. Entsprechend der beim Bau des Hasenbergertunnels der Stuttgarter S-Bahn im Stubensandstein gemachten Erfahrungen sollte dennoch mit einem bedeutenden Grundwasserandrang gerechnet werden. Dafür sprechen der vergleichsweise große Absenkbetrag von bis zu 60 m sowie der gute Aufschluß des Kluftsystems durch den Ausbruch des Tunnelquerschnitts.

- Bunte Mergel

Die Grundwasservorkommen in den Bunten Mergeln wurden im Zuge der Erkundungsmaßnahmen im Bereich Gablenberg ab ca. km 1,00+00 und auf der nördlichen Filderhochfläche angetroffen.

Die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen in den Bunten Mergeln ist in allen Schichtgliedern vergleichsweise gering, wobei hier nur Pumpversuchsdaten für den Kieselsandstein, der potentiell ergiebigsten Schichteinheit innerhalb der Gesamtformation, vorliegen. Bei den hier durchgeführten Kurzpumpversuchen lag die Pumprate zwischen $0,004 \text{ l/s}$ - $0,1 \text{ l/s}$ auf konstant niedrigem Niveau, wobei Absenkungsbeträge bis ca. 25 m registriert wurden. Die Werte für die spezifische Ergiebigkeit liegen dabei zwischen rd. $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ und $6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$.

Obere Bunte Mergel (km3o)

Für das Schichtglied der Oberen Bunten Mergel liegen insgesamt 13 Versuchsauswertungen von Injektions-, Drillstem-, Slug- und Pulsetests vor.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für das Schichtglied der Oberen Bunten Mergel im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{aligned} T &= 2,5 \cdot 10^{-6} - 1,4 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s} && (\text{im Mittel: } 1,9 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f &= 3,8 \cdot 10^{-7} - 3,9 \cdot 10^{-12} \text{ m/s} && (\text{im Mittel: } 3,0 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}) \end{aligned}$$

Die Schichtabfolge der Oberen Bunten Mergel ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als i. d. R. sehr gering durchlässig bis praktisch undurchlässig zu klassifizieren.

Kieselsandstein (km3s)

Für das Schichtglied des Kieselsandsteins liegen insgesamt 12 Versuchsauswertungen von Injektions-, Pulse- und Drillstemtests sowie von Kurzpumpversuchen vor.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für den Kieselsandstein im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{aligned} T &= 1,3 \cdot 10^{-4} - 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s} && (\text{im Mittel: } 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f &= 1,1 \cdot 10^{-5} - 2,8 \cdot 10^{-10} \text{ m/s} && (\text{im Mittel: } 7,4 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}) \end{aligned}$$

Die Schichtabfolge des Kieselsandsteins ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als i. d. R. gering bis sehr gering durchlässig zu klassifizieren.

Lehrbergschichten (km3L)

Für die geringmächtig entwickelten Lehrbergschichten liegen nur 4 Versuchsauswertungen von Pulse- und Injektionstests im Übergangsbereich zu den jeweils über- bzw. unterlagernden Schichten der Bunten Mergel vor.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für die Lehrbergschichten im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{aligned} T &= 1,3 \cdot 10^{-6} - 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s} && (\text{im Mittel: } 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f &= 1,1 \cdot 10^{-7} - 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} && (\text{im Mittel: } 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}) \end{aligned}$$

Die Schichtabfolge der Lehrbergschichten ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als i. d. R. sehr gering durchlässig zu klassifizieren.

Untere Bunte Mergel (km3u)

Für das Schichtglied der Unteren Bunten Mergel liegen insgesamt 10 Versuchsauswertungen von Pulse- und Drillstemtests vor, die teilweise auch die liegenden Schichten der Schilfsandstein-Formation (km2) erfassten und generell in nicht ausgelaugten Gebirgsbereichen ausgeführt wurden.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für das Schichtglied der Unteren Bunten Mergel im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 6,9 \cdot 10^{-9} - 4,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s} \quad (\text{im Mittel: } 1,2 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 2,5 \cdot 10^{-9} - 5,7 \cdot 10^{-11} \text{ m/s} \quad (\text{im Mittel: } 2,8 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge der Unteren Bunten Mergel ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse im nicht ausgelaugten Zustand nach IAEG (1979) als i. d. R. praktisch undurchlässig zu klassifizieren.

- Schilfsandstein-Formation

Die Grundwasservorkommen in der Schilfsandstein-Formation wurden im Zuge der Erkundungsmaßnahmen im Bereich Gablenberg ab ca. km 0,9+00 und auf der nördlichen Filderhochfläche angetroffen.

Die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen in der Schilfsandstein-Formation ist vergleichsweise gering, wobei hier nur Pumpversuchsdaten für den Schilfsandstein, der potentiell ergiebigsten Schichteinheit innerhalb der Gesamtformation vorliegen. Bei den in den Bohrungen im Bereich Gablenberg durchgeführten Kurzpumpversuchen lag die Pump-rate zwischen 0,01 l/s - 0,4 l/s auf konstant niedrigem Niveau, wobei Absenkungsbeträge zwischen 0,23 m und über 7,1 m registriert wurden. Die Werte für die spezifische Ergiebigkeit liegen dabei zwischen rd. $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ und etwa $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Im Bereich Fildertrauf wurde an der BK 12/13 eine deutlich erhöhte hydraulische Leitfähigkeit bei einer spezifischen Ergiebigkeit von rd. $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ festgestellt, die auf Auflockerungsprozesse im Hangbereich zurückgeführt werden kann.

Dunkle Mergel (km2D) mit Hauptsteinmergel (km2H)

Für das Schichtglied der Dunklen Mergel liegen insgesamt 5 Versuchsauswertungen von Bohrlochtests vor, wobei hier jeweils auch die Schichten im Hangenden und Liegenden der Dunklen Mergel miterfasst wurden.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für das Schichtglied der Dunklen Mergel im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 3,3 \cdot 10^{-5} - 3,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 4,1 \cdot 10^{-6} - 2,2 \cdot 10^{-11} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 2,2 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge der Dunklen Mergel ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als i. d. R. sehr gering durchlässig bis praktisch undurchlässig zu klassifizieren.

Schilfsandstein (km2s)

Für das Schichtglied des Schilfsandsteins liegen insgesamt 13 Versuchsauswertungen von Injektions-, Slug- und Pulsetests sowie von Kurzpumpversuchen vor.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für den Schilfsandstein im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 3,2 \cdot 10^{-3} - 3,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 2,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 2,2 \cdot 10^{-4} - 2,2 \cdot 10^{-11} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge des Schilfsandsteins ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als i. d. R. sehr gering durchlässig bis praktisch undurchlässig, lokal jedoch auch als mäßig durchlässig zu klassifizieren. Aufgrund der geringen Versuchsdichte sind signifikante Änderungen der Durchlässigkeitsbeiwerte in Abhängigkeit von der faziellen Entwicklung des Schichtgliedes derzeit nicht zu belegen. Jedoch ist eine erhöhte Gebirgsdurchlässigkeit bei Ausbildung der Flutfazies zu unterstellen.

- Gipskeuper

Grundwasservorkommen im Gipskeuper wurden an der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals und im Bereich Gablenberg nördlich ca. km 2,5+00 angetroffen.

Die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen im Gipskeuper ist in Abhängigkeit vom Auslaugungsgrad der Gesteine und der Geländedeposition starken Schwankungen unterworfen. Bei den durchgeführten Kurzpumpversuchen lag die Pumprate zwischen 0,04 l/s - 0,7 l/s auf mäßigem bis niedrigem Niveau, wobei Absenkungsbeträge zwischen 1,2 m und über 4,6 m registriert wurden. Die Werte für die spezifische Ergiebigkeit liegen dabei zwischen rd. $6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ und etwa $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. In der BK 17.5/12 GM wurde beim Abschlußpumpversuch bei einer Förderrate von 0,47 l/s und einer Absenkung von 0,36 m die spezifische Ergiebigkeit mit $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ermittelt.

Estheriensschichten (km1ES)

Für das Schichtglied der Estheriensschichten liegen insgesamt 9 Versuchsauswertungen von Injektions- und Pulsetests sowie von Kurz-pumpversuchen vor.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für die Estheriensschichten im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 1,4 \cdot 10^{-3} - 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 6,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 1,3 \cdot 10^{-4} - 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 9,8 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge der Estheriensschichten ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als im nicht ausgelaugten Gebirge i. d. R. sehr gering durchlässig, in ausgelaugten Gebirgsbereichen jedoch lokal auch als mäßig bis hoch durchlässig einzustufen.

Mittlerer Gipshorizont (km1MGH)

Für das Schichtglied des Mittleren Gipshorizontes liegen insgesamt 12 Versuchsauswertungen von Injektions-, Slug-, Pulse- und Drillstemtests vor.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für den Mittleren Gipshorizont im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 1,1 \cdot 10^{-5} - 2,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 5,9 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 2,4 \cdot 10^{-6} - 3,8 \cdot 10^{-11} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 7,9 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge des Mittleren Gipshorizontes ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als im nicht ausgelaugten Gebirge i. d. R. sehr gering durchlässig bis praktisch undurchlässig, in ausgelaugten Gebirgsbereichen jedoch lokal auch als gering durchlässig einzustufen.

Bleiglanzbankschichten (km1BB)

Für das Schichtglied der Bleiglanzbankschichten liegen insgesamt 4 Versuchsauswertungen von untergrundhydraulischen Tests im offenen Bohrloch vor.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für die Bleiglanzbankschichten im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 1,3 \cdot 10^{-4} - 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 1,4 \cdot 10^{-5} - 3,5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge der Bleiglanzbankschichten ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als i. d. R. gering bis sehr gering durchlässig einzustufen.

Dunkelrote Mergel (km1DRM)

Für das Schichtglied der Dunkelroten Mergel liegen insgesamt 6 Versuchsauswertungen von Pulsetests sowie von Kurzpumpversuchen vor.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für die Dunkelroten Mergel im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 2,4 \cdot 10^{-4} - 5,6 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 4,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 2,1 \cdot 10^{-5} - 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 6,7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge der Dunkelroten Mergel ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) im ausgelaugten Gebirge als mäßig bis gering durchlässig, im nicht ausgelaugten Gebirge als sehr gering durchlässig zu klassifizieren.

Bochinger Horizont (km1BH)

Für das Schichtglied des Bochinger Horizontes liegen insgesamt 19 Versuchsauswertungen von Pulse-, Slug- und Drillstemtests sowie von Kurzpumpversuchen vor.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für den Bochinger Horizont im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 1,4 \cdot 10^{-3} - 9,0 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 6,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 3,4 \cdot 10^{-4} - 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge des Bochinger Horizontes ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als im ausgelaugten Zustand i. d. R. mäßig durchlässig, im nicht ausgelaugten Gebirge als i. d. R. sehr gering durchlässig einzustufen.

Grundgipsschichten (km1GG)

Für das Schichtglied der Grundgipsschichten liegen insgesamt 11 Versuchsauswertungen von Wasserdruck-, Pulse-, Slug- und Drillstemtests sowie von Kurzpumpversuchen vor, die z. T. auch den unterlagernden Grenzdolomit erfassten.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für die Grundgipsschichten im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 1,5 \cdot 10^{-3} - 2,9 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 1,4 \cdot 10^{-4} - 3,2 \cdot 10^{-10} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 8,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge der Grundgipsschichten ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als im ausgelaugten Zustand hoch bis gering durchlässig, im nicht ausgelaugten Gebirge als gering durchlässig bis praktisch undurchlässig einzustufen.

- Lettenkeuper

Grundwasservorkommen im Lettenkeuper wurden im Zuge der Erkundungsmaßnahmen im Trassenverlauf des Fildertunnels im Bereich der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals angetroffen.

Die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen im Lettenkeuper ist in Abhängigkeit von der Gesteinsausbildung und der Klüftung bzw. Gebirgsentfestigung gewissen Schwankungen unterworfen, i. d. R. jedoch im Vergleich zu dem hangenden Gipskeuper ziemlich konstant. Bei den durchgeführten Kurzpumpversuchen lag die Pumprate zwischen 0,15 l/s - 1,0 l/s auf mäßigem Niveau, wobei Absenkungsbeträge zwischen rd. 1,2 m und über 13 m registriert wurden. Die Werte für die spezifische Ergiebigkeit liegen dabei zwischen rd. $6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ und etwa $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Für die Schichtabfolge des Lettenkeupers einschließlich des Grenzdolomits (ku2GD) liegen insgesamt 10 Versuchsauswertungen zumeist von Kurzpumpversuchen im offenen Bohrloch und ausgebauten Grundwassermessstellen vor.

Anhand der Mittelwerte der einzelnen hydraulischen Versuche ergeben sich für die Schichten des Lettenkeupers im Untersuchungsgebiet folgende Extrem- bzw. geometrische Mittelwerte der Transmissivität T bzw. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f :

$$\begin{array}{ll} T & = 1,0 \cdot 10^{-2} - 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} & (\text{im Mittel: } 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}) \\ k_f & = 1,1 \cdot 10^{-3} - 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} & (\text{im Mittel: } 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}) \end{array}$$

Die Schichtabfolge des Lettenkeupers ist anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse nach IAEG (1979) als hoch bis gering durchlässig zu klassifizieren.

- Oberer Muschelkalk

Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk wurden im Zuge der Erkundungsmaßnahmen im Trassenverlauf des Fildertunnels nur im Bereich der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals in der Bohrung B 4a erbohrt und hydraulisch getestet.

Die Ergiebigkeit des Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk ist in Abhängigkeit von der Gesteinsausbildung und der Klüftung bzw. Gebirgsentfestigung gewissen Schwankungen unterworfen, i. d. R. jedoch im Vergleich zu dem hangenden Lettenkeuper höher. Bei den durchgeführten Pumpversuchen nach Messstellenausbau lag die Pumprate bei 1,0 l/s auf vergleichsweise hohem Niveau, wobei Absenkungs-

beträge von rd. 0,05 m registriert wurden. Die spezifische Ergiebigkeit liegt demgemäß bei rd. $2 \cdot 10^{-2}$ m²/s.

Die durchgeführten Pumpversuche erbrachten jeweils eine mittlere Transmissivität von $1,9 \cdot 10^{-2}$ m²/s und mittlere Durchlässigkeitsbeiwerte von $2,1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Die Schichtabfolge des Oberen Muschelkalkes ist demzufolge nach IAEG (1979) als hoch durchlässig zu kennzeichnen.

3.3 Grundwasserstände und Grundwasserspiegelschwankungen

Allgemein wird die Lage der Grundwasseroberfläche bzw. der Grundwasserflurabstand 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 Einflussbereich von Grundwasserentnahmen zeigt die Grundwasseroberfläche i. d. R. Depressionen, die je nach Intensität der Bewirtschaftung unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Für die natürlichen Grundwasserspiegelschwankungen sind v. a. die Niederschlagsverhältnisse, die Art und Mächtigkeit der Deckschichten sowie die Stützung des Grundwasserregimes durch Vorfluter relevant.

Im Folgenden werden Angaben zu den einzelnen trassenrelevanten Grundwasservorkommen gemacht, die sich überwiegend auf die Ergebnisse des 1. - 4. EKP im Bereich des PFA 1.2 stützen.

Grundwasservorkommen im Quartär

Grundwasservorkommen im Quartär sind im Bereich des PFA 1.2 nur lokal an der südlichen Talflanke der Körsch erschlossen. Die hier vorhandene Grundwassermessstelle zeigt im Messzeitraum 8/97 – 03/01 Wasserspiegellagen im Niveau 377,43 – 379,60 m NN bei einem natürlichen Schwankungsbetrag von ca. 2,2 m. Die Flurabstände betragen dabei rd. 1,1 – 3,3 m.

Für das quartäre Talgrundwasser und den hydraulisch angeschlossenen Bochinger Horizont (q/Km1BH-Aquifer) ergeben sich im Bereich Nesenbachtal annähernd identische bzw. nur um wenige cm differierende Grundwasserstände, die bei ca. MW-Verhältnissen bei rund 235,0 bis 236,5 m NN liegen. Die Flurabstände des im Bochinger Horizont überwiegend gespannten, im Quartär teilweise auch freien Grundwasserspiegels betragen ca. 3,5 bis 5,0 m bei Grundwasserspiegelschwankungen von rd. 0,5 - 1,3 m.

Grundwasservorkommen im Unteren Schwarzjura

Grundwasservorkommen im Unteren Schwarzjura werden im Bereich der Filderhochfläche von Grundwassermessstellen südlich der Körsch erschlossen. Die Grundwassermessstellen zeigen im Messzeitraum 06/97 – 03/01 Wasserspiegellagen im Niveau 388,57 - 404,3 m NN bei einem natürlichen Schwankungsbetrag von ca. 0,5 – 5,3 m. Das durch die überlagernden Filderlehme zumindest bereichsweise gespannte Grundwasservorkommen im Schichtglied des Angulatensandsteins (he2) spiegelt je nach Messstellenposition und den herrschenden hydrologischen Verhältnissen zwischen ca. 3 - 9 m u. GOK aus.

Bedingt durch die im Untersuchungsraum vorhandene Zertalung der Filderhochfläche durch die Körsch und ihre Zuflüsse bestehen im Trassenverlauf mehrere kleinräumige, nicht zusammenhängend ausgebildete, oberflächennahe Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen in den Schichtabfolgen des Unteren Schwarzjuras, die in den Bohrungen im Trassenverlauf der NBS im Bereich der Filderhochfläche mehrfach angetroffen wurden.

Im Streckenabschnitt ca. km 3,2+50 - 5,0+00 direkt südlich des Filderaufstiegs ist unter Zugrundelegung der Stichtagsmessung vom 01.03.2000 (ca. HW-Verhältnisse) von Grundwasserspiegellagen im Niveau zwischen ca. 450 m NN in km 5,0+00 und ca. 472 m NN in km 3,8+00 auszugehen. Im Streckenabschnitt ca. km 5,8+50 – 6,8+70 zwischen Tränkebach im Norden und der südlich gelegenen Weidach ist von Grundwasserspiegellagen im Niveau zwischen ca. 420 m NN in km 6,8+70 und ca. 442 m NN in km 6,2+00 auszugehen. Im Streckenabschnitt ca. km 7,3+00 – 8,3+50 zwischen Weidach im Norden und der Körsch im Süden ist von Grundwasserspiegellagen im Niveau zwischen ca. 390 m NN in km 8,3+50 und ca. 420 m NN in km 7,4+00 auszugehen. Im Streckenabschnitt ca. km 8,4+80 – 10,0+30 südlich der Körsch steigt der Grundwasserspiegel von ca. 380 m NN in km 8,4+80 auf ca. 404 m NN in km 9,1+00 und fällt danach bis zur Planfeststellungsgrenze wieder auf 388 - 387 m NN ab.

Grundwasservorkommen in der Stubensandstein-Formation

Das Grundwasservorkommen im Stubensandstein (km4) wird im Bereich der Filderhochfläche von Grundwassermessstellen nördlich der Körsch erschlossen. Die Grundwassermessstellen zeigen im Messzeitraum 06/97 – 03/01 Grundwasserspiegellagen im Niveau 366,6 – 375,1 m NN bei einem natürlichen Schwankungsbetrag von bis zu 1,9 m. Durch die überlagernden Knollenmergel ist das Grundwasservorkommen im Stubensandstein südlich ca. km 7,5+00 gespannt.

Nach den bislang vorliegenden Untersuchungen (Stichtag 01.03.2000; ca. HW-Verhältnisse) steigt der Grundwasserspiegel im Stubensandstein von ca. 370 m NN in km 2,6+20 im Bereich des Filderaufstiegs bis ca. km 3,1+45 auf ca. 418 m NN an. Im weiteren Trassenverlauf fällt der Grundwasserspiegel auf 371 m NN (km 3,6+50) ab. Anschließend schwankt der Grundwasserspiegel im Stubensandstein bis in Höhe ca. km 8,9+00 zwischen etwa 365 m NN und 390 m NN.

Die Flurabstände des Grundwasservorkommens im Stubensandstein steigen im Bereich des Filderaufstiegs rasch an und erreichen maximale Werte von ca. 100 - 110 m in Höhe ca. km 4,5+00, die sich bis zur Körsch auf ca. 30 m reduzieren.

Grundwasservorkommen in den Bunten Mergeln

Grundwasservorkommen in den Bunten Mergeln (km3) werden im Bereich der Filderhochfläche von Grundwassermessstellen nördlich der Körsch erschlossen. Die Grundwassermessstellen zeigen im Messzeitraum 09/97 – 03/01 Grundwasserspiegellagen im Niveau 319,3 - 357,0 m NN bei einem Schwankungsbetrag von bis zu 25 m, der deutlich anthropogen beeinflusst ist bzw. sich derzeit noch mehr oder weniger kontinuierlich ändert, da das Ruhepotential noch nicht erreicht ist.

Nach den bislang vorliegenden Untersuchungen liegt der Grundwasserspiegel im Kieselsandstein im Bereich Gablenberg nördlich ca. km 2,5+00 auf einem Niveau von bis zu rd. 350 - 352 m NN, das Grundwasservorkommen im Kieselsandstein ist hier offensichtlich ungespannt. Im Bereich des Filderaufstiegs südlich ca. km 2,5+00 steigt der Grundwasserspiegel im ab ca. km 3,0+00 durchweg gespannten Kieselsandstein-aquifer von ca. 346 m NN in Höhe km 2,5+00 bis ca. km 3,6+30 auf ca. 360 m NN steil an und fällt im weiteren Trassenverlauf bis in Höhe ca. km 5,9+50 auf 350 m NN ab.

Die Flurabstände des Grundwasservorkommens im Kieselsandstein liegen im Bereich Gablenberg in Abhängigkeit von der Geländemorphologie zwischen ca. 15 - 55 m und steigen im Bereich des Filderaufstiegs rasch auf bis zu rd. 140 m an.

Grundwasservorkommen in der Schilfsandstein-Formation

Grundwasservorkommen in der Schilfsandstein-Formation (km2) werden von Grundwassermessstellen im Bereich des Filderaufstiegs und einer Grundwassermessstelle im Bereich Gablenberg erschlossen. Die Grundwassermessstellen zeigen im Messzeitraum 06/97 – 03/01 (Filder) bzw. 05/95 – 03/01 (Gablenberg) Grundwasserspiegellagen im Niveau 304,6 - 343,9 m NN bei einem Schwankungsbetrag von bis zu rd. 5 m. Durch die überlagernden Dunklen Mergel (km2D) bzw. Unteren Bunten Mergel (km3u) können bereichsweise auch gespannte Grundwasserverhältnisse bestehen. Im Bereich Gablenberg und der nördlichen Filderhochfläche zwischen ca. km 0,9+00 und km 4,2+00 sind die Grundwasservorkommen im Schilfsandstein nach derzeitigem Kenntnisstand ungespannt.

Nach den bislang vorliegenden Untersuchungen liegt der Grundwasserspiegel im Schilfsandstein im Bereich Gablenberg auf einem Niveau von rd. 300 - 312 m NN. Im Bereich des Filderaufstiegs liegt der Grundwasserspiegel im Schilfsandstein auf einem Niveau von ca. 295 m NN bis 310 m NN.

Die Flurabstände des Grundwasservorkommens im Schilfsandstein erreichen im Bereich Gablenberg in Abhängigkeit von der Geländemorphologie ca. 20 - 90 m und steigen im Bereich des Filderaufstiegs rasch auf bis zu rd. 175 m an.

Grundwasservorkommen im Gipskeuper

Die Grundwasserführung ist im Gipskeuper überwiegend an Verwitterungszonen bzw. Zonen aktiver Gipsauslaugung gebunden, wobei sie im Trassenverlauf des Fildertunnels auf Bereiche der Dunkelroten Mergel, der Grundgipsschichten sowie geklüftete Karbonatbänke in den Estherienschichten, den Bleiglanzbankschichten und dem Bochinger Horizont konzentriert ist, wobei mehrheitlich gespannte Grundwasserverhältnisse bestehen.

Grundwasservorkommen in den **Estherienschichten** werden im Bereich Gablenberg von einer Grundwassermessstelle erschlossen. Im Messzeitraum 05/97 – 03/01 wurden hier Grundwasserspiegellagen im Niveau 303,0 – 304,6 m NN bei einem natürlichen Schwankungsbetrag von rd. 1,6 m und Flurabstände von ca. 54 m registriert.

Grundwasservorkommen in den **Bleiglanzbankschichten** werden von einer Grundwassermessstelle an der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals erschlossen. Im Messzeitraum 11/97 – 03/01 wurden hier Grundwasserspiegellagen im Niveau 251,8 - 252,3 m NN bei einem natürlichen Schwankungsbetrag von rd. 0,5 m und Flurabstände von ca. 50 m registriert.

Grundwasservorkommen im **Bochinger Horizont** werden von Grundwassermessstellen an der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals erschlossen. Im Messzeitraum 10/92 – 03/01 wurden hier Grundwasserspiegellagen im Niveau 228,5 - 236,7 m NN bei einem natürlichen Schwankungsbetrag von bis zu 1,8 m und Flurabstände von ca. 10 bis 100 m registriert.

Grundwasservorkommen in den **Grundgipsschichten** mit unterlagerndem Grenzdolomit werden von Grundwassermessstellen an der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals erschlossen. Im Messzeitraum 07/95 – 03/01 wurden hier Grundwasserspiegellagen im Niveau 228,8 - 238,5 m NN bei natürlichen Schwankungsbeträgen von bis zu 1,7 m registriert.

Die nördlich ca. km 0,6+50 an der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals in den ausgelaugten Gesteinsabfolgen des Gipskeupers zugrundezulegenden Grundwasserstände liegen auf einem Niveau von ca. 235 - 252 m NN (km1BB/km1DRM) bzw. ca. 227,5 - 235 m NN (km1BH). Während der Grundwasserspiegel im km1BB/km1DRM vom Nesenbachtal in Richtung auf den Gipsspiegel steil ansteigt, ist im km1BH im Bereich der Auslaugungsfront eine lokale Grundwasserdepression (Potentialsprung) entwickelt. Die Flurabstände steigen vom Nesenbachtal von ca. 10 m auf rd. 40 m (km1BB/km1DRM) bis 55 m (km1BH) nach Süden an.

Grundwasservorkommen im Lettenkeuper

Grundwasservorkommen im Lettenkeuper (ku) werden von einer Grundwassermessstelle an der südöstlichen Talflanke des Nesenbaches erschlossen. Im Messzeitraum 06/95 – 03/01 wurden hier Grundwasserspiegellagen im Niveau 234,9 - 235,5 m NN bei Schwankungsbeträgen von rd. 0,6 m registriert.

Im Trassenverlauf des Fildertunnels ist nördlich ca. km 0,6+50 von Grundwasserspiegellagen im Niveau 228 - 236 m NN auszugehen, wobei durchweg gespannte Grundwasserverhältnisse bestehen.

Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk

Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk (mo) werden im Trassenverlauf des Fildertunnels nur von einer Grundwassermessstelle an der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals erschlossen. Die im Messzeitraum 02/98 – 03/01 registrierten Grundwasserspiegellagen liegen im Niveau 239,6 - 235,6 m NN bei einem natürlichen Schwankungsbetrag von 1,0 m und damit rd. 6 - 7 m über den entsprechenden Potentialen im Gipskeuper bzw. Lettenkeuper. Das hochgespannte Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk ist durch die überlagernden Deckschichten von den hangenden Grundwasserstockwerken hydraulisch getrennt und abgeschirmt.

3.4 Grundwasserströmungsverhältnisse

Zur Ermittlung der Grundwasserströmungsverhältnisse wurden Grundwasserstandsmessungen in den vorhandenen Grundwassermessstellen des 1. - 4. EKP im Bereich des PFA 1.2 Fildertunnel durchgeführt.

Quartär

Der Grundwasserabstrom in den quartären Decksedimenten orientiert sich im Trassenverlauf des PFA 1.2 i. w. an der Geländeneigung und ist im Bereich Filderhochfläche auf die lokalen Vorfluter bzw. Tallagen ausgerichtet. Angaben zu den Abstromverhältnissen im Bereich Nesenbachtal sind der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.2 (ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK, 2002) zu entnehmen.

Unterer Schwarzjura

Der Grundwasserabstrom erfolgt im Bereich ca. km 3,2+50 – 5,0+00 weitgehend schichtparallel in südliche bis südöstliche Richtung auf den Vorfluter Ramsbach mit hydraulischen Gradienten von rd. 2 - 3 % . Im südlich anschließenden Bereich ca. km 5,7+50 – 6,8+50 erfolgt der Grundwasserabstrom nördlich ca. km 6,2+00 in nördliche bis nordöstliche Richtung zum Tränkebach, südlich ca. km 6,2+00 weitgehend schichtparallel in südliche bis südöstliche Richtung auf den Vorfluter Weidach. Die hydraulischen Gradienten sind dabei in erster Linie von der Geländemorphologie abhängig und versteilen sich im Bereich der Geländeeinschnitte merklich. Zwischen ca. km 7,4+00 und km 8,3+50 ist der Grundwasserabstrom i. w. in südliche Richtung zur Körsch gerichtet. Im Bereich ca. km 8,4+50 – 10,0+30 erfolgt der Grundwasserabstrom nördlich ca. km 9,2+00 in nördliche bis nordöstliche Richtung zur Körsch, südlich ca. km 9,2+00 weitgehend schichtparallel in östliche bis südöstliche Richtung.

Stubensandstein-Formation

Der Grundwasserabstrom im Stubensandstein ist nach derzeitigem Kenntnisstand nördlich ca. km 4,8+00 mit hydraulischen Gradienten von bis zu 10 % in nördliche bis nordwestliche Richtung, südlich ca. km 4,8+00 mit hydraulischen Gradienten von 2 - 5 % weitgehend schichtparallel in südliche bis östliche Richtung orientiert.

Bunte Mergel

Der Grundwasserabstrom im Kieselsandstein ist nach derzeitigem Kenntnisstand nördlich ca. km 3,2+50 mit hydraulischen Gradienten von rd. 1 - 3 % in nördliche Richtung (Filderaufstieg) bzw. mit rd. 2 - 3 % in westliche Richtung (Gablenberg), südlich ca. km 3,2+50 weitgehend schichtparallel in südliche bis östliche Richtung mit hydraulischen Gradienten von 2 – 4 % orientiert.

Schilfsandstein-Formation

Der Grundwasserabstrom im Schilfsandstein ist nach derzeitigem Kenntnisstand im Bereich Gablenberg mit hydraulischen Gradienten von bis zu rd. 10 Prozent vermutlich in westliche Richtung orientiert; Angaben für den Bereich der Filderhochfläche sind aufgrund der Tiefenlage nicht möglich.

Gipskeuper

Der Grundwasserabstrom im Gipskeuper ist anhand der vorliegenden Ergebnisse im nördlichen Bereich des PFA 1.2 mit unterschiedlichen Gradienten auf das Nesenbachtal ausgerichtet, wobei im Bereich Schützenplatz lokal auch ein in etwa talparalleler Grundwassersabstrom in nordöstlicher Richtung im Bochinger Horizont erfolgt.

Lettenkeuper

Die regionale Grundwasserströmung ist im Lettenkeuper des Stuttgarter Talkessels generell auf die Längsachse des Nesenbachtals ausgerichtet. Das durchschnittliche Grundwassergefälle beträgt in diesem Bereich knapp 1 %.

Oberer Muschelkalk

Der Grundwasserabstrom im Oberen Muschelkalk ist mit einem Gefälle von wenigen Promille nach Norden bzw. Nordosten auf den Neckar ausgerichtet.

3.5 Hydrochemische Verhältnisse

Die nachfolgenden Angaben zu den hydrochemischen Verhältnissen im Bereich des Fildertunnels stützen sich auf umfangreiche hydrochemische Untersuchungen im Zuge des 1. - 4. EKP. Die Untersuchungsergebnisse werden nachfolgend diskutiert und nach der Methode von LANGGUTH & FURTAK in HÖLTING (1984) klassifiziert.

Grundwasservorkommen im Quartär

Grundwasservorkommen im Quartär wurden an der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals sowie an der südlichen Talflanke der Körsch beprobt und zeigen eine insgesamt gleichförmige hydrochemische Zusammensetzung und Gesamtmineralisation. Die elektrischen Leitfähigkeiten (25 °C) der untersuchten Proben schwanken zwischen rd. 1.200 und 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, die Gesamthärten zwischen 30,1 und 40,5 $^\circ\text{dH}$.

Die gewonnenen Grundwasserproben gehören dem normal erdalkalischen, überwiegend hydrogenkarbonatisch bzw. hydrogenkarbonatisch-sulfatischen Typ an.

Hauptinhaltsstoffe (> 20 Äquivalent-%) der untersuchten Wässer sind Calcium und Hydrogenkarbonat sowie untergeordnet Magnesium und Sulfat; kennzeichnend sind weiterhin lokal erhöhte Natrium- (bis 51,2 mg/l), Chlorid- (bis 150 mg/l), Ammonium- (bis 0,74 mg/l), Eisen- (bis 10,5 mg/l) und Mangangehalte (bis 1,0 mg/l).

Die entnommenen Wasserproben sind gemäß DIN 4030 (1991) aufgrund des Sulfatgehaltes z. T. als schwach betonaggressiv einzustufen. Hinweise auf eine anthropogene Beeinträchtigung der beprobten Grundwasservorkommen liefern in erster Linie die ermittelten LHKW-Gesamtgehalte von bis zu 56,7 $\mu\text{g}/\text{l}$ sowie BTEX-Gesamtgehalte von 6,6 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Grundwasservorkommen im Unteren Schwarzhura

Die im Filderbereich den Ablagerungen des Unteren Schwarzhura entnommenen Grundwasserproben zeigen eine insgesamt gleichförmige hydrochemische Zusammensetzung sowie Gesamtmineralisation. Die elektrischen Leitfähigkeiten (25 °C) der untersuchten Proben schwanken zwischen 710 und 1.490 $\mu\text{S}/\text{cm}$, die Gesamthärten zwischen 15,0 und 42,0 °dH.

Die im Unteren Schwarzhura gewonnenen Grundwasserproben gehören i. a. dem normal erdalkalischen, überwiegend hydrogenkarbonatischen bis überwiegend sulfatischen Typ mit Sulfatgehalten von 31 bis 383 mg/l an. Die Gehalte an freier Kohlensäure liegen zwischen 21,2 und 74,2 mg/l.

Hauptinhaltsstoffe (> 20 Äquivalent-%) der untersuchten Wässer sind neben Calcium und Hydrogenkarbonat untergeordnet auch Magnesium und Chlorid bzw. Sulfat; kennzeichnend sind weiterhin lokal erhöhte Natrium- (bis 74,2 mg/l), Chlorid- (bis 217 mg/l), Ammonium (bis 0,61 mg/l), Eisen- (bis 2,8 mg/l) und Mangangehalte (bis 0,33 mg/l).

Die entnommenen Wasserproben sind gemäß DIN 4030 (1991) aufgrund des Sulfatgehaltes z. T. als schwach betonaggressiv einzustufen, kalklösende Kohlensäure wurde in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen.

Hinweise auf eine anthropogene Beeinträchtigung der beprobten Grundwasservorkommen liefern in erster Linie die ermittelten LHKW-Gesamtgehalte bis 80 $\mu\text{g}/\text{l}$ sowie BTEX-Gesamtgehalte von bis zu 289 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Grundwasservorkommen im Oberen Keuper

Grundwasservorkommen im Oberen Keuper wurden nur in einer Bohrung nördlich der Körsch im Grenzbereich zum überlagernden Unteren Schwarzhura beprobt.

Das den Ablagerungen des Oberen Keuper entnommene Grundwasser zeigt eine im Vergleich zu den Wasserproben aus dem Unteren Schwarzhura geringfügig abweichende hydrochemische Zusammensetzung und eine niedrigere Gesamtmineralisation. Die elektrische Leitfähigkeit (25 °C) der untersuchten Probe belief sich auf 789 $\mu\text{S}/\text{cm}$, die Gesamthärte lag bei 21,9 °dH.

Die gewonnene Grundwasserprobe gehört dem normal erdalkalischen, überwiegend hydrogenkarbonatischen Typ an. Der Gehalt an freier Kohlensäure liegt bei 69,8 mg/l.

Hauptinhaltsstoffe (> 20 Äquivalent-%) des untersuchten Wassers sind Calcium, Magnesium und Hydrogenkarbonat; kennzeichnend sind weiterhin niedrige Natrium- (10,7 mg/l), Chlorid- (1 mg/l) und Ammonium- (0,09 mg/l) sowie ein leicht erhöhter Mangangehalt (0,14 mg/l), während der Untersuchungsparameter Nitrat unter der Nachweisgrenze von 1 mg/l verblieb.

Die entnommene Wasserprobe ist gemäß DIN 4030 (1991) als nicht betonaggressiv einzustufen.

Grundwasservorkommen in der Stubensandstein-Formation

Die im Filderbereich der Stubensandstein-Formation entnommenen Grundwasserproben zeigen insgesamt stark abweichende hydrochemische Zusammensetzungen sowie Gesamtmineralisationen an. Die elektrischen Leitfähigkeiten (25 °C) der untersuchten Proben schwanken zwischen 538 und 5.560 $\mu\text{S}/\text{cm}$, die Gesamthärten zwischen 1,2 und 45,3 °dH.

Die in der Stubensandstein-Formation gewonnenen Grundwasserproben gehören unterschiedlichen Grundwassertypen an. Es treten sowohl normal erdalkalische, überwiegend hydrogenkarbonatische bzw. hydrogenkarbonatisch-sulfatische Typen als auch alkalische Wasserzusammensetzungen mit überwiegend hydrogenkarbonatischer bzw. sulfatisch-chloridischer Signatur auf. Die Gehalte an freier Kohlensäure betragen bis zu 79,5 mg/l.

Hauptinhaltsstoffe (> 20 Äquivalent-%) der untersuchten Wässer sind im Falle der erdalkalischen Wässer Calcium, Magnesium, Sulfat und Hydrogenkarbonat, während bei den alkalischen Wässern Natrium, Hydrogenkarbonat/Karbonat und Sulfat in den Vordergrund treten; kennzeichnend sind neben erhöhten Natrium- (bis 1.310 mg/l), Hydrogenkarbonat- (bis 1.930 mg/l), Sulfat- (bis 1.640 mg/l), Chlorid- (bis 254 mg/l), Nitrit- (bis 0,43 mg/l), Bor- (bis 1,3 mg/l) und Ammoniumgehalten (bis 1,4 mg/l) insbesondere der alkalischen Wässer auch vereinzelt erhöhte Eisen- (bis 1,5 mg/l) und Mangangehalte (bis 0,77 mg/l).

Die entnommenen Wasserproben sind gemäß DIN 4030 (1991) aufgrund des Sulfatgehaltes z. T. als schwach und lokal stark betonaggressiv einzustufen, kalklösende Kohlensäure wurde in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen.

Hinweise auf eine anthropogene Beeinträchtigung des beprobten Grundwasservorkommens liefern in erster Linie die ermittelten LHKW-Gesamtgehalte von bis zu 83,7 $\mu\text{g}/\text{l}$ sowie BTEX-Gesamtgehalte von bis zu 8,4 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Grundwasservorkommen in den Bunten Mergeln

Grundwasservorkommen in den Bunten Mergeln wurden nur im Niveau der Kiesel sandsteinschichten beprobt. Die im Filderbereich den Kiesel sandsteinschichten entnommenen Grundwasserproben zeigen - wie auch in der hangenden Stubensandstein-Formation - insgesamt stark abweichende hydrochemische Zusammensetzungen sowie Gesamtmineralisationen an. Die elektrischen Leitfähigkeiten (25 °C) der untersuchten Proben schwanken zwischen 1.165 und 3.120 $\mu\text{S}/\text{cm}$, die Gesamthärten zwischen 5,0 und 28,4 °dH.

Die in den Kiesel sandsteinschichten gewonnenen Grundwasserproben gehören unterschiedlichen Grundwassertypen an, wobei neben normal erdalkalischen, hydrogenkarbonatisch-sulfatischen Wässern mehrheitlich alkalische Wasserzusammensetzungen mit überwiegend hydrogenkarbonatischer bzw. überwiegend sulfatisch(-chloridisch)er Signatur auftreten. Die Gehalte an freier Kohlensäure betragen bis zu 33,6 mg/l.

Hauptinhaltsstoffe (> 20 Äquivalent-%) der untersuchten Wässer sind im Falle des erdalkalischen Wassertyps Calcium, Magnesium, Hydrogenkarbonat und lokal Chlorid, während bei den alkalischen Wässern Natrium, Hydrogenkarbonat/Karbonat und Sulfat in den Vordergrund treten; kennzeichnend sind neben erhöhten Natrium- (bis 641 mg/l), Sulfat- (bis 1.160 mg/l), Chlorid- (bis 139 mg/l), Nitrit- (bis 0,42 mg/l) und Ammoniumgehalten (bis 1,04 mg/l) insbesondere der alkalischen Wässer auch vereinzelt erhöhte Eisen- (bis 0,74 mg/l) und Mangangehalte (bis 0,09 mg/l).

Die entnommenen Wasserproben sind gemäß DIN 4030 (1991) aufgrund des Sulfatgehaltes z. T. als schwach bzw. stark betonaggressiv einzustufen, kalklösende Kohlensäure wurde in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen.

Hinweise auf eine anthropogene Beeinträchtigung des beprobten Grundwasservorkommens liefern in erster Linie die ermittelten LHKW-Gesamtgehalte von bis zu 29,3 µg/l sowie BTEX-Gesamtgehalte von bis zu 21 µg/l.

Grundwasservorkommen in der Schilfsandstein-Formation

Für das Schichtglied der Schilfsandstein-Formation liegen im Trassenverlauf des Fildertunnels nur Grundwasserbeprobungen aus dem Niveau des Schilfsandstein vor. Die im Bereich Gablenberg und auf der nördlichen Filderhochfläche entnommenen Proben zeigen eine weitgehend ähnliche hydrochemische Zusammensetzungen sowie Gesamtmineralisationen an. Die elektrischen Leitfähigkeiten (25 °C) der untersuchten Proben schwanken i. d. R. zwischen rd. 1.000 und 3.720 µS/cm, die Gesamthärten zwischen 25,8 und 60,0 °dH.

Die im Schilfsandstein gewonnenen Grundwasserproben gehören unterschiedlichen Grundwassertypen an, wobei neben normal erdalkalischen, hydrogenkarbonatisch-sulfatischen bzw. überwiegend sulfatischen Wässern lokal auch erdalkalische Wasserzusammensetzungen mit höherem Alkaligehalt und überwiegend sulfatisch(-chloridisch)er Signatur auftreten. Die Gehalte an freier Kohlensäure betragen bis zu 59 mg/l.

Hauptinhaltsstoffe (> 20 Äquivalent-%) der untersuchten Wässer sind im Falle des erdalkalischen Wassertyps Calcium, Magnesium, Hydrogenkarbonat und lokal Chlorid bzw. Sulfat, während bei den mehr alkalischen Wässern zusätzlich auch Natrium und Sulfat in den Vordergrund treten; kennzeichnend sind neben lokal erhöhten Natrium- (bis 437 mg/l), Sulfat- (bis 1.380 mg/l), Chlorid- (bis 317 mg/l) und Nitratgehalten (bis 57 mg/l) auch vereinzelt erhöhte Mangangehalte (bis 0,4 mg/l).

Die entnommenen Wasserproben sind gemäß DIN 4030 (1991) als nicht bis stark betonaggressiv einzustufen. Kalklösende Kohlensäure wurde in einer der untersuchten Proben nachgewiesen.

Hinweise auf eine anthropogene Beeinträchtigung des beprobten Grundwasservorkommens liefern in erster Linie die ermittelten LHKW-Gesamtgehalte von bis zu 8,5 µg/l sowie BTEX-Gesamtgehalte von bis zu 31 µg/l.

Grundwasservorkommen im Gipskeuper

Grundwasservorkommen im Gipskeuper wurden an der südlichen Talflanke des Nesenbachtals beprobt. Der Chemismus der Gipskeuperwässer hängt dabei v. a. vom Auslaugungsgrad der Gesteine und weniger von der stratigraphischen Zuordnung ab.

Nach den vorliegenden Analysenergebnissen gehören die untersuchten Proben i. d. R. dem normal erdalkalischen, hydrogenkarbonatisch-sulfatischen bzw. überwiegend sulfatischen Typ an. Die elektrischen Leitfähigkeiten (25 °C) bewegen sich zwischen 1.000 und 3.000 µS/cm, die Gesamthärten betragen zwischen 16,3 und 107,7 °dH. Die Gehalte an freier Kohlensäure betragen zwischen 9,7 und 85,9 mg/l.

Hauptinhaltsstoffe (> 20 Äquivalent-%) der untersuchten Wasserproben sind Calcium und Magnesium auf Seite der Kationen sowie Sulfat, Hydrogenkarbonat und untergeordnet Chlorid bei den Anionen; kennzeichnend sind weiterhin z. T. erhöhte Chlorid- (bis 221 mg/l), Nitrat- (bis 75 mg/l), Nitrit- (bis 0,34 mg/l), Eisen- (bis 0,94 mg/l) und Mangangehalte (bis 0,1 mg/l).

Die entnommenen Wasserproben sind gemäß DIN 4030 (1991) aufgrund des Sulfatgehaltes i. d. R. als schwach, z. T. als stark betonaggressiv einzustufen. Kalklösende Kohlensäure wurde in einigen Wasserproben nachgewiesen.

Hinweise auf eine anthropogene Beeinträchtigung der beprobten Grundwasservorkommen liefern in erster Linie die ermittelten LHKW-Gesamtgehalte von bis zu 13,3 µg/l.

Grundwasservorkommen im Lettenkeuper

Grundwasservorkommen im Lettenkeuper wurden an der südöstlichen Talflanke des Nesenbachtals beprobt.

Nach den vorliegenden Analysenergebnissen gehören die untersuchten Proben dem normal erdalkalischen, überwiegend sulfatischen Wassertyp an. Die elektrischen Leitfähigkeiten (25 °C) bewegen sich zwischen 2.159 und 3.570 µS/cm, die Gesamthärten liegen zwischen 65,5 und 94,7 °dH. Die Gehalte an freier Kohlensäure betragen zwischen 42,4 und 610 mg/l.

Hauptinhaltsstoffe (> 20 Äquivalent-%) der untersuchten Wasserproben sind Calcium und Sulfat, untergeordnet z. T. Magnesium und Hydrogenkarbonat; kennzeichnend sind weiterhin z. T. erhöhte Magnesium- (bis

95,5 mg/l), Chlorid- (bis 368 mg/l), Nitrit- (bis 0,65 mg/l), Eisen- (bis 3,5 mg/l) und Mangangehalte (bis 0,16 mg/l).

Die entnommenen Wasserproben sind gemäß DIN 4030 (1991) aufgrund des Sulfatgehaltes i. d. R. als stark betonaggressiv einzustufen, kalklösende Kohlensäure wurde nicht nachgewiesen.

Hinweise auf eine anthropogene Beeinträchtigung des beprobten Grundwasservorkommens liefern in erster Linie geringe LHKW-Gesamtgehalte von bis zu 0,7 µg/l.

Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk

Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk wurden im Bereich des Fildertunnels nur in der Bohrung B 4a im Bereich Schützenplatz mehrfach beprobt.

Nach den vorliegenden Analyseergebnissen gehören die untersuchten Proben zu den überwiegend sulfatischen, normal erdalkalischen Wässern bzw. erdalkalischen Wässern mit höherem Alkaligehalt und überwiegend sulfatisch-chloridischer Prägung. Die elektrischen Leitfähigkeiten (25 °C) bewegen sich zwischen 2.194 und 3.600 µS/cm, die Gesamthärten liegen zwischen 57,1 und 88 °dH. Die Gehalte an freier Kohlensäure betragen zwischen 113 und 465 mg/l.

Hauptinhaltsstoffe (> 20 Äquivalent-%) der untersuchten Wasserproben sind Calcium und Sulfat, untergeordnet Natrium, Hydrogenkarbonat und Chlorid; kennzeichnend sind weiterhin z. T. erhöhte Magnesium- (bis 89,5 mg/l), Chlorid- (bis 344 mg/l), Natrium- (bis 218 mg/l), Eisen- (bis 1,2 mg/l) und Mangangehalte (bis 0,12 mg/l).

Die entnommenen Wasserproben sind gemäß DIN 4030 (1991) aufgrund des Sulfatgehaltes als stark betonaggressiv einzustufen, kalklösende Kohlensäure wurde nicht nachgewiesen.

Hinweise auf eine anthropogene Beeinträchtigung des beprobten Grundwasservorkommens liegen nicht vor.

3.6 Grundwassernutzungen

Öffentliche Trinkwassergewinnungsanlagen

Innerhalb des Betrachtungsraumes des PFA 1.2 befinden sich keine öffentlichen Trinkwassergewinnungsanlagen (TGA).

Sonstige Wassergewinnungsanlagen

Im Betrachtungsraum des PFA 1.2 befinden sich zahlreiche sonstige Wassergewinnungsanlagen, bei denen es sich überwiegend um Notbrunnen der Stadt Stuttgart und private Brauchwassernutzungen handelt. Ferner werden einige Wasserhaltungs- und Grundwassersanierungsmaßnahmen durchgeführt. Sämtliche im Betrachtungsraum bekannten Wasserfassungen sind in der Tabelle 3/1 aufgeführt. Die Angaben zu den Wasserfassungen stützen sich i.w. auf das Wasserbuch bzw. Unterlagen und Auskünfte der zuständigen Gesundheitsämter und wurden im Einzelfall mit dem jeweiligen Betreiber abgestimmt. Der Erhebungsstand bezieht sich auf November 1993 mit Ergänzungen und Aktualisierungen im Juli/ August 1996, Juni 1997, März/April 1998 und Mitte 2001. Die Lage der genannten Wasserfassungen ist der Anlage 20.2.1 zu entnehmen.

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

Nr. Bezeichnung	Betreiber	Ort/-teil	Ansatzhöhe (m NN)	Bohrtiefe (m u. GOK)	Filterstrecke	genutzter Aquifer	Nutzungsart	Entnahmemenge (l/s)
4699	Stadt Stuttgart	S.-Degerloch	?	?	?	?	GW-Entnahme + Umleitung	1,0 ²⁾
4084	Stadt Stuttgart	S.-Degerloch	?	?	?	?	GW-Entnahme + Umleitung	5,0 ²⁾
433	K. Hahn	S.-Degerloch	390,50	6,75	?	he-si1	BW	2,0 ¹⁾
4650	B. & W. Kuhn	S.-Möhringen	?	?	?	?	GW-Absenkung + Umleitung	?
558	E. Appel	S.-Möhringen	?	?	?	?	BW	1,0 m ³ /d ¹⁾
5364	Diakonie Bethesda Wuppertal	S.-Mitte	?	?	?	km1GG	GW-Entnahme, Umleitung, Versickerung	50 - 100 l/h ²⁾ 0,03 ²⁾
5283	Stadt Stuttgart	S.-Birkach	?	?	?	?	GW-Entnahme + Umleitung	2,0 ²⁾
5036	Stadt Stuttgart	S.-Plieningen	ca. 323 - ca. 370	-	-	-	GW-Umleitung	1,0 ²⁾
5278	Stadt Stuttgart	Ostfildern-Kemnat	?	?	?	?	GW-Entnahme + Umleitung	1,0 ²⁾
4085	Universität Hohenheim	S.-Sillenbuch	439,84	1,8	?	he-si1	TW/BW	2,5
4915	Stadt Stuttgart	S.-Degerloch	?	?	?	he-si1	GW-Sanierung	0,48
4694	Stadt Stuttgart	S.-Möhringen	?	?	?	?	GW-Entnahme + Umleitung	0,5 ²⁾
4669	Stadt Stuttgart	S.-Möhringen	?	?	?	?	GW-Entnahme + Umleitung	1,0 ²⁾
644	Fa. Breuninger	S.-Mitte	?	6,7	?	q/ku	GW-Absenkung	0,5 m ³ /h
644	Fa. Breuninger	S.-Mitte	?	5,6	?	q/ku	GW-Absenkung	0,5 m ³ /h
1066	Fa. Breuninger	S.-Mitte	233,73	4,8	?	ku	BW	0,5
4441	Stadt Stuttgart	S.-Möhringen	?	?	?	?	GW-Entnahme + Umleitung	2,0 ²⁾

Legende:

- 1) wasserrechtliche Erlaubnis/Genehmigung erloschen
 2) während der Bauzeit
 ? nicht bekannt, fraglich
 BW Brauchwasser
 TW Trinkwasser

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 geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.2, Teil 3 (ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK, 2002) zu entnehmen.

Ein Heilquellenschutzgebiet für die Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg ist rechtskräftig ausgewiesen. Die Abgrenzung des Heilquellenschutzgebietes (Stand: Juni 2002) 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.

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

Bezeichnung	Besitzer	Betreiber	Nutzung	Rechtswert	Hochwert	Geländehöhe (m NN)	Auslaufhöhe (m NN)	Totstauhöhe (m NN)			Schüttung (l/s)			erschlossener Aquifer	Bohrtiefe (m u.GOK)	Filterstrecke															
								min.	max.	Mittel- bzw. Einzelwert	frei	gedrosselter Überlauf	Entnahme			(m u. GOK)	(m ü. NN)														
Gottlieb-Dalmier-Quelle	Stadt Stuttgart	Mineralbad Cannstatt	Badewannen, Trinkbrunnen, Zierbrunnen	3516505	5407937	221,70	221,70	223,38	223,76	223,45	4,5		2,0	mo - mm	135,0	127 - 135	94,7 - 86,7														
Wilhelmsbrunnen I	Stadt Stuttgart	Mineralbad Cannstatt	Badewannen, Trinkbrunnen, Zierbrunnen	3516505	5407937	221,70	221,70	223,36	223,77	223,58	12	6,8	11,0	mo	69,2	61 - 69	160,7 - 152,7														
Wilhelmsbrunnen II	Stadt Stuttgart	Mineralbad Cannstatt	Schwimmbecken, Trinkbrunnen, Mineralsprudel, Zierbrunnen	3516505	5407937	221,70	221,70	223,08 ⁹⁾	223,67	223,33	11	6,7	9,6	ku	41,0	37 - 41	184,7 - 180,7														
Leuzequelle	Stadt Stuttgart	Mineralbad Leuze	Freibecken, Trinkbrunnen	3515596	5406728	219,10	220,49 ¹⁰⁾	222,57	223,95	223,26	ca. 50,0	33,7 32,0 ²⁾	36,0	mo	37,0	32,5 - 37	181,9 - 177,4														
Inselquelle	Stadt Stuttgart	Mineralbad Leuze	Hallenbad, Freibecken, Trinkbrunnen u. Badewannen	3515577	5406843	219,30 219,71 ¹⁾	219,24 220,04 ¹⁾	222,30	223,66	223,23	200 ⁴⁾ 230,0 ²⁾	38,7 30 - 32,5 ⁹⁾	34,6	mo	37,7	33,6 - 37,5	185,6 - 181,7														
Veielquelle	Stadt Stuttgart	Stadt Stuttgart	Trinkbrunnen, Zierbrunnen	3516165	5406820	218,30	218,30 ¹⁰⁾ 217,56 ¹⁾	220,40	221,41	221,08	2,0	0,4	3	ku	26,5	23,85 - 26,40	194,4 - 191,9														
Berg-Quellen¹⁾	Mineralbad Berg AG	Mineralbad Berg	Badewannen, Trinkbrunnen,	3515210	5406506	224,31	224,21 ¹⁾	222,30	223,66	223,23	200 ⁴⁾ 230,0 ²⁾	38,7 30 - 32,5 ⁹⁾	34,6	mo	37,7	33,6 - 37,5	185,6 - 181,7														
Berg, Südquelle			Trinkbrunnen,															3515210	5406506	224,31	224,21 ¹⁾	222,30	223,66	223,23	200 ⁴⁾ 230,0 ²⁾	38,7 30 - 32,5 ⁹⁾	34,6	mo	37,7	33,6 - 37,5	185,6 - 181,7
Berg, Urquelle			Hallenbad,															3515210	5406506	224,31	224,21 ¹⁾	222,30	223,66	223,23	200 ⁴⁾ 230,0 ²⁾	38,7 30 - 32,5 ⁹⁾	34,6	mo	37,7	33,6 - 37,5	185,6 - 181,7
Berg, Westquelle			Freibecken															3515204	5406514	224,31	224,21	222,30	223,66	223,23	200 ⁴⁾ 230,0 ²⁾	38,7 30 - 32,5 ⁹⁾	34,6	mo	37,7	33,6 - 37,5	185,6 - 181,7
Berg, Nordquelle																		3515216	5406549	224,31	224,21	222,30	223,66	223,23	200 ⁴⁾ 230,0 ²⁾	38,7 30 - 32,5 ⁹⁾	34,6	ku + mo	37,7	33,6 - 37,5	185,6 - 181,7
Berg, Ostquelle																		3515232	5406520	224,31	224,21	222,30	223,66	223,23	200 ⁴⁾ 230,0 ²⁾	38,7 30 - 32,5 ⁹⁾	34,6	mo	37,7	33,6 - 37,5	185,6 - 181,7
Berg, Mittelquelle		3515219	5406529	224,31	224,21 ¹⁾	222,30	223,66	223,23	200 ⁴⁾ 230,0 ²⁾	38,7 30 - 32,5 ⁹⁾	34,6	ku + mo	37,7	33,6 - 37,5	185,6 - 181,7																
Thermalsole ⁹⁾ (Hofrat Seyffer-Quelle)			Badewannen, Trinkbrunnen	3516730	5408714		220,06						0,8	s	477	172,5 - 217,5 312,5 - 447,5	47,6 - 2,6 - 92,4 227,4														
Kellerbrunnen (alt)	Stadt Stuttgart	Stadt Stuttgart	Zierbrunnen, Trinkbr. (kup)	3515819	5407675	217,80	218,8 ¹⁰⁾	223,65	223,70	223,68	12	0,8	11,2	mo	37,6	35 - 37,6	188,7 - 186,1														
Kellerbrunnen (neu)	Stadt Stuttgart	Mineralbad Cannstatt	Mineralbad	3515819	5407675	217,80	218,8 ¹⁰⁾	223,70	223,71	223,71	19	7,1	8,3	mo	53,6	49 - 53,6	174,7 - 170,1														

Tab. 3/2: Fortsetzung

Bezeichnung	Besitzer	Betreiber	Nutzung	Rechtswert	Hochwert	Geländehöhe (m NN)	Auslaufhöhe (m NN)	Totstauhöhe (m NN)			Schüttung (l/s)			erschlossener Aquifer	Bohrtiefe (m u.GOK)	Füllstrecke	
								min.	max.	Mittel- bzw. Einzelwert	frei	gedrosselt (Überlauf)	Entnahme			(m u. GOK)	(m ü. NN)
Auquelle	Land Baden-Württemberg	Mineralbad Leuze	Mineralbad, Zier- u. Trinkbr. b. Bedarf Leuzebad (kup)	3515948	5408127	217,27	222,3 ¹⁹⁾			224,03		25,5	20	ku + mo	40,8	34,8 - 38,8	182,5 - 178,5
Mombachquelle	Stadt Stuttgart	Mineralbad Leuze Schwimmverein Cannstatt	Mineralbad, Hallenbad	3515830	5408250	219,00	216,93 ⁷⁾					40- 50	36,5 - 45	q + km1 + ku + mo			
Schiffmannquelle (-brunnen)	privat	privat	Trinkbrunnen, Zierbrunnen, private Sauna	3515722	5407325	219,20	ca. 221 ¹⁹⁾			ca. 223		0,1	9,3	ku - mo	68	29,9 - 67,6	189,3 - 151,6
(Wilhelmsquelle) Br. Maurischer Garten	Land Baden-Württemberg	Wilhelma	Brauchwasser	3515230	5407706	221,90	221,99 219,80 ¹⁾ 219,7 ¹⁹⁾	224,05	224,85	224,45		14,5		mo	39,6	31,4 - 37,4	190,5 - 184,5
Kunstmühlebrunnen 1	TWS			3515639	5406590	219,81	219,57			220,22 ⁹⁾	0,2 - 0,4			mo (ku?)	45,5		
Kunstmühlebrunnen 2	TWS			3515632	5406614	219,81		217,45 ⁹⁾	217,59 ⁹⁾	217,52			0,05	mo (ku?)	43,0		

Legende:

- ¹⁾ Angaben aus INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. KOBUS UND PARTNER (1997)
 - ²⁾ Angaben aus HG BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND GEOHYDRAULIK GmbH (1994)
 - ³⁾ Gesamtschüttung Berger Quellen: 40 - 70 l/s (Büro für Hydrologie und Geohydrologik GmbH)
60 l/s (Amt für Umweltschutz Stuttgart)
 - ⁴⁾ bei Auslaufhöhe 220,42 m NN (Amt für Umweltschutz Stuttgart)
 - ⁵⁾ kein Druckaufbau infolge defekter Fassung
 - ⁶⁾ Druckausgleich infolge korodierter Fassung
 - ⁷⁾ Wasserspiegel Quelltopf
 - ⁸⁾ außerhalb des Blattschnittes der Anlage 20.2.1
 - ⁹⁾ ermittelt über Prinziprechnungen (Angaben gemäß Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH)
 - ¹⁹⁾ Angaben lt. Schreiben INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. KOBUS UND PARTNER (05/1999)
- mo: Oberer Muschelkalk
mm: Mittlerer Muschelkalk
ku: Lösskeuper
s: Buntsandstein
q: Quartär
km1: Gipskeuper

3.8 Gewässerverhältnisse

Die Oberflächenentwässerung erfolgt im Betrachtungsraum über das Flussgebiet des Neckars (Oberflächengewässer 1. Ordnung), der im Gebiet des Projektes Stuttgart 21 Bundeswasserstraße ist. Er weist nach LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1994) einen naturfernen Zustand auf und besitzt die Gewässergüte II–III/kritisch (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 1998).

Im Filderbereich ist die Körsch, die westlich Stuttgart-Rohr entspringt, bis etwa in Höhe Möhringen als Sindelbach bezeichnet wird und mit einer Fließrichtung von ca. NW nach SE bei Esslingen-Zell in den Neckar mündet, der wichtigste Vorfluter mit einer Einzugsgebietsfläche von ca. 127 km². Im weiteren Trassenumfeld entwässern der Ramsbach mit seinen Zuflüssen Kleinhohenheimer Bach und Weidach, die Zettach, der Steinbach, der Hattenbach mit seinem Zulauf Frauenbrunnenbach, der Koppenklingenbach und der Aischbach zur Körsch. Im Filderbereich wird der Tränkebach in Höhe ca. km 5,6+70, die Weidach in Höhe ca. km 6,9+90, die Körsch in Höhe ca. km 8,4+30 und die im Oberlauf verrohrte Zettach im Bereich ca. km 9,1+50 in Tunnellage sowie knapp außerhalb des PFA 1.2 der Hattenbach in Höhe ca. km 10,0+60 in Damm-lage gequert.

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

4.1 Grundwasservorkommen

Die Rohbauerstellung des ca. 9,5 km langen Fildertunnels im Planfeststellungsabschnitt 1.2 erstreckt sich über einen Zeitraum von ca. 5 Jahren, wobei sich aus bauphysikalischen und bautechnischen Zwängen heraus während der Bauzeit eine Untergliederung der Einzelbaumaßnahme entsprechend der gewählten Angriffspunkte (Anfahrbaugrube Hauptbahnhof Südkopf/Rettungszufahrt Hauptbahnhof Süd/~~Zwischenangriff~~ Sigmaringer Straße/Portal Fildertunnel) ergibt (vgl. Anlage 13).

Die sich im Zuge der Baumaßnahmen ergebenden Eingriffe in die Grundwasservorkommen und die Gewässer und die damit verbundenen wasserrechtlichen Tatbestände bzw. Nutzungen im Sinne des § 3–9 WHG sind der Übersichtlichkeit halber im Anhang der vorliegenden Anlage 20.1 aufgeführt. Dabei wurden einzelne Baumaßnahmen, die aufgrund der Planung sowie des Bauablaufs und der Bauausführung in enger Wechselwirkung zueinander stehen, zusammengefasst und hydrogeologisch/wasserwirtschaftlich beurteilt.

Zur Abgrenzung und Beurteilung der Eingriffe in die Grundwasservorkommen und deren Auswirkungen, wurden anhand der bislang vorliegenden Daten Abschätzungen zu den zu erwartenden Wasserandrangsmengen im Verlauf des Fildertunnels durchgeführt. Die Streckenabschnitte des Fildertunnels bis ca. km 3,0 wurden in den durchgeführten numerischen Berechnungen zur Ermittlung der gleichzeitigen Wirkungen aller Baumaßnahmen im Stuttgarter Talkessel mit berücksichtigt. Im Ergebnis dieser Berechnungen ist festzuhalten, dass nur in den Tunnelabschnitten bis zum Erreichen des Anhydritspiegels in ca. km 0,93 mit einem Grundwasserandrang und zu rechnen ist. Diese bauzeitlichen Grundwasserhaltungen führen zu einer geringfügigen Verringerung der Grundwasserneubildung in den Mineralwassertaquifer bzw. in den Bereichen, wo der Druckspiegel des Mineralwassertaquifers unterschritten wird, zu einem Aufstieg von Mineralwasser in geringem Umfang.

Die im Anhang aufgeführten Aussagen zu den Eingriffen und Auswirkungen der bauzeitlichen Wasserhaltung auf die Grundwasservorkommen beziehen sich auf die jeweiligen Einzelbaumaßnahmen bzw. Maßnahmenkomplexe im angegebenen Streckenabschnitt. Die Auswirkungen von zeitgleich stattfindenden Baumaßnahmen/Tunnelvortrieben auf die Grundwasserandrangsraten in den jeweiligen Bau-/Vortriebs-

bereichen lässt sich mit den verwendeten analytischen Berechnungen nicht ermitteln; von daher sind die in den beiliegenden Tabellen aufgeführten bauwerks-/bauabschnittsspezifischen Grundwasserandrangsdaten als konservative Abschätzung einzustufen.

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

Der Anfahrbereich des PFA 1.2 (km 0,4+3 – ca. km 0,7+20) stellt hinsichtlich des notwendigen Schutzes der Heil- und Mineralquellen im PFA 1.2 den problematischsten Bereich dar, da in diesem Abschnitt der ausgelaugte Gipskeuper durchfahren wird, und wurde daher in das baubegleitende Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement für die Nesenbachtalquerung im PFA 1.1 mit einbezogen. Dieses baubegleitende Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement ist detailliert in den Planfeststellungsunterlagen zum PFA 1.1 und der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme (Teil 3) zum PFA 1.1 (ARGE Wasser UMWELT GEOTECHNIK 2001) dargestellt und kann bezüglich der grundsätzlichen Rahmenbedingungen der Beilage "Quantitative und qualitative Warn- und Einstellwerte" zum Anhang Wasserrechtliche Tatbestände entnommen werden.

Dieses baubegleitende Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement sieht Stützungsmaßnahmen im direkt beanspruchten Grundwasserkörper (Grundwasserinfiltration in das obere Grundwasserstockwerk, q/km¹BH- bzw. talrandlich km¹DRM/BB-Aquifer) entsprechend den Forderungen der raumordnerischen Beurteilung vor, die der Minimierung des Mineralwasseraufstiegs und der Absenkungsreichweiten im Hinblick auf den Grundwasserhaushalt im Nesenbachtal 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 dienen.

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 Anfahrbereich des Fildertunnels sowie der Zuführungen von und nach Ober-/Untertürkheim nicht auszuschließen, jedoch aufgrund bisheriger Erfahrungen bei früheren Baumaßnahmen (Stadt-/ S-Bahn) und Erkenntnissen aus dem 1. bis 4. EKP unwahrscheinlich. Die Untersuchungen zur hydraulischen Wirksamkeit der als Grundwasserdeckschicht des Heil- und Mineralwasservorkommens einzustufenden Schichtabfolge des Grundgipses (km¹GG) belegen, dass die hydraulische Trennfunktion – abgesehen von zwei lokal begrenzten Bereichen – gegeben ist. Die im Bereich des nördlichen Bahnhofsplatzes 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. Gleiches gilt für den Bereich des Potenzialsprungphänomens im Bereich B4/B4a (Schützenplatz).

Bauzeitlich festzustellende 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 bzw. die Tunnelvortriebe, der nach den bisherigen Erkundungen als unwahrscheinlich eingestuft wird, wird im Rahmen der baubegleitend durchgeführten Beweissicherung Wasser (siehe Beilage "Quantitative und qualitative Warn- und Einstellwerte" zum Anhang Wasserrechtliche Tatbestände) 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 1.2 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.

Eine ausführliche Beurteilung der Eingriffe durch bauliche Anlagen sowie deren hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Auswirkungen ist in der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.2, Teil 3 (ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK, 2002)

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 im Umfeld der Baumaßnahmen beschrieben. Dabei wird der Übersichtlichkeit halber die im Anhang zur Anlage 20.1 vorgenommene Zusammenfassung von Baumaßnahmen beibehalten und die jeweils relevanten, bestehenden Grundwassernutzungen zugeordnet.

Fildertunnel im Streckenabschnitt km 0,4+32 - km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 (Anfahrbaugrube Hbf. Südkopf bis Ende Verzweigungsbawerke) einschl. Rettungszufahrt Hbf. Süd von km 0,5+10 bis km 0,6+80 bzw. km 0,6+90)

Im Nahbereich der Baumaßnahme (bis ca. 500 m Entfernung) befinden sich nach derzeitigem Kenntnisstand keine Grundwassernutzungen, so dass keine qualitativen wie quantitativen Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

Die Reichweiten der bauzeitlichen Grundwasserabsenkungen in den Schichtabfolgen des Gipskeupers (km1BH - km1DRM) werden durch die gewählte Baukonzeption und die Infiltrationsmaßnahmen im Nesenbachtal minimiert, der Grundwasserabstrom ist auf das Tunnelbauwerk gerichtet, so dass ein Schadstoffeintrag in die entsprechenden Teilgrundwasserstockwerke nicht erfolgt. Die bauzeitlich anfallenden Tag-, Sicker- und Grundwässer werden gefasst und geordnet abgeleitet. Die Ableitung der Wässer erfolgt unter Vorschaltung von ausreichend dimensionierten Klär- und Absetzbecken sowie einer Neutralisationsanlage aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingt erhöhten pH-Werte mit Übergabe der Wässer in die städtische Kanalisation bzw. ggf. Infiltration im Rahmen des Grundwassermanagements.

Der Fildertunnel wird auf der gesamten Länge druckwasserhaltend ausgebildet, so dass im Endzustand keine quantitativen wie qualitativen Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

Fildertunnel im Streckenabschnitt km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 - km 9,7+65 (bergmännische Bauweise)

Im Nahbereich der Baumaßnahme (bis ca. 500 m Entfernung) befinden sich nach derzeitigem Kenntnisstand keine Brunnen bzw. privaten Grundwassernutzungen, lediglich die in Höhe ca. km 5,4+00, etwa 200 m rechts der NBS-Achse gelegene Grundwasserhaltung der Stadt Stuttgart (Wasserbuch-Nr. 4084) stellt eine Nutzung des oberen Grundwasservorkommens dar, in das im Zuge der Baumaßnahme jedoch nicht eingegriffen wird. Der Tunnel liegt in diesem Bereich über 100 m unter

der Geländeoberfläche. Qualitative wie quantitative Beeinträchtigungen von Grundwassernutzungen sind somit nicht zu erwarten.

Die Reichweiten der bauzeitlichen Grundwasserabsenkungen in den Schichtabfolgen des vergipsten Gipskeupers im Bereich km 0,705 – km 0,93 sowie des Sandsteinkeupers (km2s, km3s, km4) und im Unteren Schwarzjura sind auf das nähere Bauwerksumfeld beschränkt. Der Grundwasserabstrom ist auf das Tunnelbauwerk gerichtet, so dass ein Schadstoffeintrag in die entsprechenden Grundwasserstockwerke nicht erfolgt. Die bauzeitlich anfallenden Sicker- und Grundwässer werden gefasst und geordnet abgeleitet. Die Ableitung der Wässer erfolgt unter Vorschaltung von ausreichend dimensionierten Klär- und Absetzbecken sowie von Neutralisationsanlagen aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingt erhöhten pH-Werte, je nach Vortriebsbereich in die städtische Kanalisation, die Weidach und den Hattenbach.

Der Fildertunnel wird auf der gesamten Länge druckwasserhaltend ausgebildet, so dass im Endzustand keine quantitativen wie qualitativen Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

Zuführungen in Richtung Ober-/Untertürkheim im Streckenschnitt km 0,7+05 bzw. 0,7+20 - km 0,8+55 bzw. km 1,1+55

Im Nahbereich der Baumaßnahme (bis ca. 500 m Entfernung) befinden sich nach derzeitigem Kenntnisstand keine Grundwassernutzungen, so dass keine qualitativen wie quantitativen Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

Die Reichweite der bauzeitlichen Grundwasserabsenkung in den bis km 0,83 bzw. km 0,93 aufzufahrenden, vergipsten Schichtabfolgen des Gipskeupers (km1BH) ist auf das nähere Bauwerksumfeld beschränkt. Der Grundwasserabstrom ist auf das Tunnelbauwerk gerichtet, so dass ein Schadstoffeintrag in das Teilgrundwasserstockwerk des Bochinger Horizontes nicht erfolgt. Die bauzeitlich anfallenden Sicker- und Grundwässer werden gefasst und geordnet abgeleitet. Die Ableitung der Wässer erfolgt unter Vorschaltung von ausreichend dimensionierten Klär- und Absetzbecken sowie einer Neutralisationsanlage aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingt erhöhten pH-Werte mit Übergabe der Wässer in die städtische Kanalisation. Die Zuführungen in Richtung Ober-/Untertürkheim werden druckwasserhaltend ausgebildet, so dass im Endzustand keine quantitativen wie qualitativen Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

Zwischenangriffsstollen Sigmaringer Straße (Station 0.0+00 - 1.3+92)

Im Nahbereich der Baumaßnahme (bis ca. 500 m Entfernung) befindet sich nach derzeitigem Kenntnisstand die Grundwasserhaltung der Stadt Stuttgart (Wasserbuch-Nr. 4084), die das obere Grundwasservorkommen erschließt und daher von der Baumaßnahme nicht betroffen wird.

Die Reichweiten der bauzeitlichen Grundwasserabsenkung in den Schichtabfolgen des Sandsteinkeupers (km3s, km4 und he-si1) sind auf den näheren Bauwerksbereich beschränkt. Der Grundwasserabstrom ist auf das Stollenbauwerk gerichtet, so dass ein Schadstoffeintrag in die entsprechenden Grundwasserstockwerke nicht erfolgt. Die bauzeitlich anfallenden Tag-, Sicker- und Grundwässer werden gefasst und geordnet abgeleitet. Die Ableitung der Wässer erfolgt unter Vorschaltung von ausreichend dimensionierten Klär- und Absetzbecken sowie einer Neutralisationsanlage aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingt erhöhten pH-Werte mit Übergabe in die Weidach.

Fildertunnel im Streckenabschnitt km 9,7+65 - km 9,9+00 (offene Bauweise) und Voreinschnitt Süd im Streckenabschnitt km 9,9+00 - 10,0+30 mit Rettungsplatz und -zufahrt Filderportal

Im Nahbereich der Baumaßnahme (bis ca. 500 m Entfernung) befinden sich nach derzeitigem Kenntnisstand keine Grundwassernutzungen. Die Reichweiten der bauzeitlichen Grundwasserabsenkung in den Schichtabfolgen des Unteren Schwarzjura (he-si1) sind auf das nähere Bauwerksumfeld beschränkt. Der Grundwasserabstrom ist auf den Einschnitt bzw. das Tunnelbauwerk gerichtet, so dass ein Schadstoffeintrag in das obere Grundwasservorkommen nicht zu besorgen ist. Die bauzeitlich anfallenden Tag-, Sicker- und Grundwässer werden gefasst und geordnet abgeleitet. Die Ableitung der Wässer erfolgt unter Vorschaltung von ausreichend dimensionierten Klär- und Absetzbecken sowie einer Neutralisationsanlage aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingt erhöhten pH-Werte mit Übergabe in den Hattenbach.

Im Endzustand wird der in offener Bauweise erstellte Tunnelabschnitt druckwasserhaltend, der südlich anschließende Voreinschnittsbereich wird im Streckenabschnitt km 9,9+00 - km 10,0+20-083 als Trog mit Grundwasserspiegelbegrenzungssystem ausgebildet. Im Endzustand sind daher keine qualitativen Beeinträchtigungen des oberen Grundwasservorkommens zu erwarten. Im Bereich des Trogbauwerkes erfolgt zeitweilig eine Grundwasserabsenkung und -ableitung im Falle des Auftretens von Grundwasserständen, die über den Bemessungswasserspiegel des Grundwasserspiegelbegrenzungssystems des Troges liegen.

Beweissicherung

Die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Grundwassernutzungen sind mit der zuständigen Fachbehörde vorabgestimmt worden und werden rechtzeitig vor Beginn der Baumaßnahmen auch mit den Betreibern abgestimmt.

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

Allgemeines

Die Baumaßnahmen im Planfeststellungsabschnitt 1.2 finden ab km 0,4+32 bis ca. km 0,5+15 in der Innenzone und von ca. km 0,5+15 bis km 3,4+30 in der Außenzone des abgegrenzten Heilquellenschutzgebietes von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg (REGIERUNGS-PRÄSIDIUM STUTTGART, 2002) statt.

Nachfolgend werden die Auswirkungen der im Anhang zur vorliegenden Anlage 20.1 aufgeführten Eingriffe in Grundwasservorkommen und der damit verbundenen wasserrechtlichen Tatbestände auf die Mineral- und Heilwasservorkommen beschrieben. Dabei wird der Übersichtlichkeit halber die im Anhang zur Anlage 20.1 vorgenommene Zusammenfassung von Baumaßnahmen beibehalten.

Die im Planfeststellungsantrag für den PFA 1.1 dargestellten bauzeitlichen Reduzierungen der Schüttungen der Heil- und Mineralquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg (vgl. Teil 3, Anhang 1, Teilbericht 2 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1; ARGE WASSER ♦ UMWELT ♦ GEOTECHNIK 2001) von bis zu rd. 3,3 l/s berücksichtigten die Baumaßnahmen im angrenzenden PFA 1.2.

Da die Tunnelröhren des Fildertunnels ab km 0,93 bis ca. km. 5,0 im anhydritführenden und damit mehr oder weniger grundwasserfreien Gipskeuper aufgeföhren werden, sind durch diese Baumaßnahmen keine weiteren Auswirkungen auf das Heil- und Mineralwassersystem zu erwarten.

In den Tunnelstrecken südlich km 5,0, die die höheren Schichtabfolgen des Mittleren Keupers durchfahren (km2 – km5) und zwischen ca. km 5,3 und km 5,7 im gipsführenden Gebirge zu liegen kommen, sind trotz der relativ geringen Durchlässigkeiten dieser Schichtabfolgen aufgrund der hohen Eingriffstiefen in die ausgebildeten Grundwasservorkommen des km2s, des km3s und des km4 größere Grundwasserandrangsraten zu erwarten (vgl. Anhang). Da zwischen den vorstehend aufgeführten Grundwasserleitern im oberen Abschnitt des Mittleren Keupers und dem Mineralwasseraquifer im Lettenkeuper/Oberen Muschelkalk mächtige anhydrit- und gipsführende, i.w. grundwasserfreie Schichtabfolgen liegen, die eine Grundwasserneubildung in die tieferen Aquifere verhindern, sind Auswirkungen auf die Heil- und Mineralquellen auszuschließen. Des weiteren ist hierzu anzumerken, dass die Eingriffe in Aquiferbereichen stattfinden, wo der Grundwasserabstrom nach Südosten und Osten auf die Vorfluter Körsch und Neckar hin ausgerichtet ist.

Die Einschätzung, dass diese Eingriffe keine Auswirkungen auf die Heil- und Mineralquellen haben, wird auch durch die neue Abgrenzung des Heil- und Mineralquellenschutzgebietes (RP STUTTGART 2001) ge-

stützt, in der diese Bereiche nicht in das Schutzgebiet mit einbezogen wurden (vgl. Anlage 20.2). Die in den südlichen Tunnelabschnitten bauzeitlich auftretenden Grundwasserabsenkungen führen zu einer Verringerung des Grundwasserabstroms in die Talfüllungen des Neckar- und Körschtales einschl. der Nebenbäche.

Fildertunnel im Streckenabschnitt km 0,4+32 - km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 (Anfahrbaugrube Hbf. Südkopf bis Ende Verzweigungsbauwerke) einschl. Rettungszufahrt Hbf. Süd von km 0,5+10 bis km 0,6+80 bzw. km 0,6+90

Durch die bauzeitlichen Grundwasserabsenkungen auf das Stollen- bzw. Tunnelsohlniveau, die im ausgelaugten und zum Teil im gipsführenden Gipskeuper im Bereich der nördlichen Planfeststellungsgrenze durch den Ulmenstollenvortrieb sowie den hier vorgezogenen Einbau der Tunnelinnenschale auf Abschnittslängen von bis zu 100 m auf den eigentlichen Vortriebsbereich beschränkt bleibt, kommt es bauzeitlich zu einer Potentialumkehr zwischen dem obersten Grundwasserstockwerk und dem gespannten Grundwasser im Oberen Muschelkalk im Zustrombereich der Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg. Ein räumlich und mengenmäßig begrenzter Aufstieg von höher mineralisierten Muschelkalkwässern ist aufgrund der kleinflächigen, linearen Grundwasserabsenkung, die durch die geplanten Infiltrationsmaßnahmen im Nesenbachtal (PFA 1.1) in ihrem Umfang reduziert wird, nur untergeordnet zu besorgen, zumal im Bereich Schützenplatz (Potentialsprung) auch ohne anthropogene Eingriffe die v. g. Potentialumkehr bereits besteht und zwischen dem Stollen- bzw. Tunnelsohlniveau und der Grundwasserdeckfläche des Mineralwasservorkommens ca. 30 m mächtige Deckschichten verbleiben. Qualitative Auswirkungen auf die Mineral- und Heilquellen sind nicht zu erwarten.

Ein punktuell Aufbrechen von hochkonzentrierten Mineralwässern aus tieferen Stockwerken entlang von Schwächezonen (Störungen, Dolinen), das sich sowohl quantitativ als auch qualitativ auf die Mineral- und Heilquellen auswirken könnte, ist zwar nicht gänzlich auszuschließen, jedoch aufgrund bisheriger Erfahrungen bei früheren Baumaßnahmen (Stadt-/ S-Bahn) und Erkenntnissen im Zuge des 1. bis 4. EKP unwahrscheinlich. Für derartige Fälle wurden Handlungskonzepte erarbeitet, die bauzeitlich sofort eingesetzt werden können.

Der Druckspiegel des Grundwasservorkommens im Oberen Muschelkalk wird im gesamten hier betrachteten Streckenabschnitt des PFA 1.2 durch die geplanten Tunnelbauwerke unterschritten. Zur frühzeitigen Erkennung bzw. Unterbindung von Mineralwasserzutritten bzw. -aufbrüchen werden ständig hydrochemische Untersuchungen und Grundwasserstandsmessungen an eigens hierfür konzipierten Warnwertmessstellen im Rahmen des Grundwassermanagements durchgeführt. Bei Erreichen der mit den Fachbehörden abgestimmten Warn- und Einstellwerte wird entsprechend der vorgesehenen Notkonzepte (vgl. igi NIEDERMEYER INSTITUTE 1999) verfahren. Hierbei ist im Bereich der Tunnelstrecken ein rasches Schließen der Spritzbetonschale zur Vermeidung stärkerer Auflockerungen im Sohlbereich, der Einsatz geeigneter Injektionsverfahren (z. B. Feinstzementinjektionen ohne wasser-

schädliche Additive) zur Abdichtung vertikaler Wasserwegsamkeiten über Schrägbohrungen sowie ein vorgezogener Einbau der Tunnelinnenschale mit Einstellung der Grundwasserhaltung im ausgebauten Tunnelbereich vorgesehen.

Dauerhafte Auswirkungen auf das Mineral- und Heilwasservorkommen sind durch die Bauwerke in diesem Streckenabschnitt nicht zu erwarten, da nach Abschluss der Baumaßnahmen bei druckwasserhaltender Ausbildung des Tunnelbauwerks sich die natürlichen Potential- und Grundwasserströmungsverhältnisse wieder einstellen. Eine Längsläufigkeit wird durch den Einbau von Dammringen und Querschotts vermieden (WBI BERATENDE INGENIEURE, 1999).

Fildertunnel im Streckenabschnitt km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 - km 9,7+65 (bergmännische Bauweise)

Das Tunnelbauwerk verläuft ab ca. km 0,6+50 bis zum Erreichen des Anhydritspiegels in den nicht bzw. teilausgelaugten, gipsführenden Gesteinsabfolgen des Gipskeupers und anschließend im anhydritführenden Gebirge, das als grundwasserfrei zu erachten ist. Im weiteren Verlauf kommt der Tunnel in fortlaufend höheren stratigraphischen Einheiten zu liegen, wobei in Höhe ca. km 3,5 das ausgewiesene Schutzgebiet des Mineral- und Heilwasservorkommens von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg verlassen wird. Einflussnahmen auf den tiefliegenden Mineralwasseraquifer im Oberen Muschelkalk sind aufgrund der Auffahrung im anhydritführenden, i.w. grundwasserfreien Gipskeuper bis ca. km 5,0 und nachfolgenden Tunnelabschnitt bis km 9,5 aufgrund ausreichender Überdeckung des Mineralwasseraquifers durch undurchlässige, anhydritführende Schichten des Gipskeupers bei Durchfahrung der im Sandsteinkeuper ausgebildeten, hangenden Grundwasserstockwerke (km2 - km 4) nicht zu erwarten.

Zuführungen in Richtung Ober-/Untertürkheim im Streckenabschnitt km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 - km 0,8+55 bzw. km 1,1+55

Die Zuführungen in Richtung Ober-/Untertürkheim verlaufen im Anschluss an die Verzweigungsbauwerke bis zum Erreichen des Anhydritspiegels (km 0,83 bzw. km 0,93) in den gipsführenden nicht bzw. teilausgelaugten Gesteinsabfolgen des Gipskeupers. Anschließend verlaufen die Tunnelröhren im anhydritführenden, i.w. Grundwasserfreien Gebirge. Eine Grundwasserführung mit geringer Ergiebigkeit ist im Schichtglied des Bochinger Horizontes und untergeordnet auch im den Dunkelroten Mergeln zu erwarten. Durch die bauzeitliche Grundwasserhaltung wird die schon unter natürlichen Verhältnissen bestehende Potentialdifferenz zum gespannten Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk verstärkt, so dass theoretisch ein räumlich und mengenmäßig begrenzter Aufstieg von höher mineralisierten Tiefenwässern erfolgen kann, da der Druckspiegel des Mineralwasservorkommens im Oberen Muschelkalk max. ca. 20 m unterschritten wird. Durch die zwischenlagernden, zumindest 30 m mächtigen Deckschichten des Mineralwasservorkommens im Oberen Muschelkalk besteht jedoch eine hinreichende hydraulische Trennfunktion zwischen den Grundwasser-

stockwerken, so dass quantitative und qualitative Auswirkungen auf die Mineral- und Heilquellen nicht zu besorgen sind.

Dauerhafte Auswirkungen auf das Mineral- und Heilwasservorkommen sind durch die Bauwerke in diesem Streckenabschnitt nicht zu erwarten, da nach Abschluss der Baumaßnahme bei wasserdruckhaltender Ausbildung der Tunnelbauwerke sich die natürlichen Potential- und Grundwasserströmungsverhältnisse wieder einstellen.

Zwischenangriffsstollen Sigmaringer Straße (Station 0.0+00 - 1.3+92)

Der Zwischenangriffsstollen verläuft zwischen Geländeoberfläche und dem Anbindungspunkt an das Tunnelbauwerk in km 5,4+50 in den Schichtabfolgen des Schwarzjura (he1 und he2), des Oberen Keupers (ko), der Knollenmergel (km5), der StubensandsteinFormation (km4) und den Bunten Mergeln (km3) und greift nicht in den Funktionsraum des Mineral- und Heilwasservorkommens von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg ein. Einflussnahmen auf den tiefliegenden Mineralwasseraquifer im Oberen Muschelkalk sind bei ausreichender Überdeckung durch geringleitfähige Schichten des Gipskeupers auszuschließen.

Fildertunnel im Streckenabschnitt km 9,7+65 - km 9,9+00 (offene Bauweise) und Voreinschnitt Süd im Streckenabschnitt km 9,9+00 - km 10,0+30 mit Rettungsplatz und -zufahrt Filderportal

Der in offener Bauweise zu erstellende Tunnelabschnitt und der südlich anschließende Voreinschnittsbereich liegen vollständig in den Schichten des Unteren Schwarzjuras und werden vom tiefliegenden Heil- und Mineralwasseraquifer im Oberen Muschelkalk durch die über 250 m mächtige Gesteinsabfolge des Mittleren und Oberen Keuper getrennt. Einflussnahmen auf den tiefliegenden Mineralwasseraquifer im Oberen Muschelkalk sind bei ausreichender Überdeckung durch geringleitfähige Schichten des Gipskeupers und die im Sandsteinkeuper ausgebildeten hangenden Grundwasserstockwerke (km2 - km 4) auszuschließen.

Beweissicherung

Zur Bewertung und Beurteilung etwaiger Auswirkungen auf die Grund- und Mineralwasservorkommen werden durch den Vorhabensträger detaillierte Beweissicherungsmaßnahmen vor, während und nach der Bau- durchführung in Form von kontinuierlichen Quellschüttungs- und Wasserspiegelmessungen sowie chemisch-physikalische Untersuchungen der Wasserqualität, die in ein gesamtheitliches Grundwassermanagementsystem zur Ermittlung und Steuerung der erforderlichen Maßnahmen zur Minimierung der Eingriffe und Auswirkungen eingebunden sind (igi NIEDERMEYER INSTITUTE, 2000) durchgeführt. Einzelheiten hierzu sind u. a. dem mit den Fachbehörden abgestimmten Beweissicherungsprogramm Wasser zu entnehmen. Die Beweissicherungsmaßnahmen erfolgen phasenweise gestaffelt, wobei vor Beginn der Baumaßnahmen mit einer Vorlaufzeit von mehreren Jahren (Phase I), wäh-

rend der Baumaßnahmen von einem Zeitrahmen der Beweissicherungsmaßnahmen von 8 Jahren (Phase II) und nach Abschluss der Baudurchführung mit einer Nachlaufzeit von bis zu 5 Jahren (Phase III) auszugehen ist.

4.4 Gewässer

Im Bereich des PFA 1.2 Fildertunnel erfolgen überwiegend bauzeitliche Einleitungen der anfallenden Grund- und Oberflächenwässer in die Vorfluter Weidach und Hattenbach sowie in die städtische Kanalisation bzw. in das zentrale Grundwassermanagementsystems des PFA 1.1. Für die Einleitung in Gewässer und bei Einleitung in die Kanalisation werden die entsprechenden Vorschriften der Stadt Stuttgart sowie ggf. weiterführende Bestimmungen als Einleitungskriterien zugrundegelegt.

Bauzeitliche Auswirkungen auf die Weidach im PFA 1.2 sind lediglich aufgrund der Einleitung von Grund-, Sicker- und Niederschlagswasser aus dem Vortriebs- bzw. Portalbereich sowie der Baustelleneinrichtungsfläche des Zwischenangriffs Sigmaringer Straße zu erwarten. Bei Zugrundelegung von MW-Verhältnissen und einer Bemessungswassermenge $q_{15;1}$ von 128 l/(s · ha) für eine Regendauer von 15 Minuten bei einmaliger Überschreitung pro Jahr sowie einer Grundwasserableitung von bis zu 30 l/s ergibt sich eine Gesamtwasseranfallrate von bis zu 456 l/s, die im Detail dem Anhang wasserrechtliche Tatbestände zu entnehmen ist. Eine qualitative Beeinträchtigung der Weidach kann als gering betrachtet werden, da eine Einleitung bauzeitlich anfallender Wässer über Absetzbecken und aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingten, erhöhten pH-Werte über Neutralisationsanlagen erfolgt. Die quantitativen Auswirkungen sind als unbedeutend anzusehen, da die Einleitung unter Vorschaltung von ausreichend dimensionierten Absetzbecken in vorflutverträglicher Form erfolgt. Durch das Rückhaltebecken und die Anordnung einer Drossel wird gewährleistet, dass die Einletrate 50 l/s nicht übersteigt. Im Endzustand werden nach Rückverfüllung des Zugangsstollens keine Auswirkungen mehr gegeben sein, die bauzeitliche Einleitungsstelle in die Vorflut wird rückgebaut.

Der im Bereich des südlichen Voreinschnitts des Fildertunnels gelegene **Hattenbach** wird in Höhe ca. km 10,0+60 knapp außerhalb des PFA 1.2 von der NBS-Trasse gequert. Im Zuge der Baumaßnahmen erfolgt aufgrund einer optimierten Trassenführung mit deutlich angehobener Gradienten nur eine Anpassung (Tieferlegung der Gewässersohle) im Querschnittsbereich.

Des Weiteren erfolgen bauzeitliche Einleitungen der im Verlauf des Erdbauwerks, im Tunnelbereich (offene Bauweise) und der Baustelleneinrichtungsfläche anfallenden Grund-, Sicker- und Niederschlagswässer sowie dauerhafte Einleitungen von den im Böschungsbereich des Troges, in der südlich anschließenden Streckenentwässerung sowie auf dem Rettungsplatz mit -zufahrt Filderportal anfallenden Oberflächenwässern. Bei Zugrundelegung von MW-Verhältnissen und einer Bemessungswassermenge $q_{15;1}$ von 128 l/(s · ha) für eine Regendauer von 15 Minuten bei einmaliger Überschreitung pro Jahr sowie einer Grundwasserableitung von bis zu 30 l/s ergibt sich eine Gesamtwasseranfallrate von bis zu 456 l/s, die im Detail dem Anhang wasserrechtliche Tatbestände zu entnehmen ist.

sungswassermenge $q_{15;1}$ von 128 l/(s · ha) für eine Regendauer von 15 Minuten bei einmaliger Überschreitung pro Jahr ergibt sich eine bauzeitliche Gesamteinleitungsmenge von rd. 315 l/s, die im Detail dem Anhang wasserrechtliche Tatbestände zu entnehmen ist. Eine qualitative Beeinträchtigung des Hattenbaches kann als gering betrachtet werden, da der Einleitung bauzeitlich anfallender Wässer Absetzbecken und aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingten erhöhten pH-Werte auch Neutralisationsanlagen vorgeschaltet werden. Die quantitativen Auswirkungen infolge der geplanten Einleitungen sind als gering zu erachten, da die Einleitung unter Vorschaltung von ausreichend dimensionierten Absetzbecken in vorflutverträglicher Form erfolgt.

Die im Endzustand dauerhaft abzuleitenden Oberflächenwässer zur Entwässerung des Voreinschnitts Fildertunnel einschließlich der Rettungseinrichtungen belaufen sich im Bereich nördlich des Hattenbachs auf rd. 66 l/s.

Eine dauerhafte Grundwasserableitung erfolgt in diesem Bereich nicht, lediglich die episodisch auftretenden Grundwasserstandspitzen im Bereich des Trogbauwerkes werden durch das Grundwasserspiegelbegrenzungssystem über MW+1,5m-Verhältnissen (entspricht etwa einer Jährlichkeit von 0,5) gekappt und zur Vorflut geleitet. Zur Ermittlung der MW-Verhältnisse im Bereich des Trogbauwerkes wurden die vorliegenden Grundwasserstandsmessungen der benachbarten Grundwasser-messstellen herangezogen.

Beweissicherung

Die geplanten bauzeitlichen Einleitungen von anfallenden Wässern in die o. g. Fließgewässer erfolgen unter Einhaltung der Einleitgrenzwerte sowie ggf. weiterführenden Bestimmungen.

Zur Beurteilung und Bewertung etwaiger Auswirkungen auf die bauzeitlich in Anspruch genommenen Oberflächengewässer erfolgt eine Beweissicherung durch den Vorhabensträger.

5 Zusammenfassung

Der bergmännisch zu erstellende Fildertunnel im PFA 1.2 setzt am Abschnittsbeginn in km 0,4+32 an der südlichen Talflanke des Nesenbachtals in den hier vollständig ausgelaugten Schichtabfolgen der Dunkelroten Mergel an und fährt bereits in ca. km 0,7+00 die in den Gipskeuperschichten steil ansteigende Auslaugungsfront an. Im weiteren Trassen- und Gradientenverlauf werden die durch zwischengeschaltete, teilweise gips- und anhydritführende, als grundwasserhemmend bzw. -stauend fungierende Ton- und Mergelsteine, hydraulisch getrennten Grundwasserstockwerke in den Sandsteinabfolgen des Mittleren Keupers (Schilfsandstein, Kieselsandstein und Stubensandstein) sowie im südlichen Portal- und Tunneleingangsbereich das oberflächennah ausgebildete Grundwasservorkommen in den Gesteinsabfolgen des Unteren Schwarzjura durchörtert.

Der in km 5,4+50 an das Tunnelbauwerk anbindende Zwischenangriffstollen Sigmaringer Straße durchörtert in seinem Verlauf die Schichten des Schwarzjura und des Sandsteinkeupers und greift in die Grundwasservorkommen des Angulatensandsteins, Kieselsandsteins und Stubensandsteins ein. Die Rettungszufahrt Hauptbahnhof Süd setzt im Niveau des Mittleren Gipshorizontes an und durchfährt bis zur Tunnelanbindung in km 0,6 +80 bzw. km 0,6+90 die ausgelaugten Gesteinsabfolgen des Gipskeupers bis zum Bochinger Horizont. Die Verzweigungsbauwerke und die eingleisigen Tunnelbauwerke der Zuführung Ober-/ Untertürkheim liegen innerhalb des PFA 1.2 bereichsweise in den ausgelaugten und bereichsweise in den nicht ausgelaugten, z.T. grundwasserführenden Gesteinsabfolgen des Gipskeupers.

Im Bereich der nördlichen Tunneleingangsstrecke des Fildertunnels wird durch das Tunnelbauwerk am **Südrand des Nesenbachtals** von km 0,4+32 bis ca. km 0,6+50 die Druckfläche des Grundwasservorkommens in den Bleiglanzbankschichten und den unterlagernden Dunkelroten Mergeln, die zum Nesenbachtal abfällt um bis zu ca. 20 m unterschritten. Das geplante Tunnelbauwerk verläuft hier in etwa parallel zu dem nach Nordwesten gerichteten Grundwasserabstrom.

Zwischen ca. km 0,5+80 und ca. km 0,8+60 werden im Tunnelsohlniveau die grundwasserführenden Schichten des Bochinger Horizontes angefahren, wobei die Druckfläche dieses Grundwasservorkommens voraussichtlich um bis zu rd. 5 m unterschritten wird.

Der tieferliegende, wasserwirtschaftlich bedeutende Aquifer im Oberen Muschelkalk zeigt gegenüber den hangenden Aquiferen im Gips- und Lettenkeuper um bis zu ca. 6 m höhere Potentiale im Niveau 235 - 237 m NN, so dass hier von einer wirksamen hydraulischen Trennung der Grundwassersysteme auszugehen ist. Der Druckspiegel des Mineralwasseraquifers wird im Bereich der Tunneleingangsstrecke um bis zu rd. 10 m unterschritten, wobei jedoch eine ausreichende Deckschichtenmächtigkeit zwischen Tunnelsohle und Grundwasserdeckfläche von zumindest 30 m verbleibt.

Die Rettungszufahrt Hauptbahnhof Süd durchfährt auf rd. 190 m Länge das Grundwasservorkommen in den Bleiglanzbankschichten und Dunkelroten Mergeln bei Unterschneidungen der Grundwasserdruckfläche um bis zu ca. 20 m sowie auf rd. 60 m Streckenlänge das tieferliegende Grundwasservorkommen im Bochinger Horizont bei Unterschneidung der Grundwasserdruckfläche um ca. 2 - 3 m.

Im Bereich **Gablenberg** werden zwischen ca. km 0,6+50 und ca. km 5,0+00 unterhalb der Auslaugungsfront die hangenden Gipskeuperschichten vom geplanten Tunnelbauwerk schleifend durchörtert, wobei mit steigender Kilometrierung fortlaufend höhere stratigraphische Einheiten aufzufahren sind. Die nicht ausgelaugten, bereichsweise anhydritführenden Schichtabfolgen von den Dunkelroten Mergeln bis Estherienschichten sind nach vorliegenden Untersuchungen als durchweg gering durchlässig bis praktisch undurchlässig einzustufen, so dass in diesem Trassenbereich von einer relativ geringen bis äußerst geringen Grundwasserführung auszugehen ist.

In den Durchfahrungsbereichen der Grundwasservorkommen innerhalb der Sandsteinkomplexe des Mittleren Keuper - diese liegen im Bereich der **Filderhochfläche** zwischen ca. km 4,9+10 und ca. km 5,3+70 (Schilfsandstein), zwischen ca. km 5,6+00 und ca. km 5,7+00 (Kiesel-sandstein) sowie von ca. km 5,7+50 bis ca. km 8,7+50 (Stubensandstein-Formation) - ist nach derzeitigem Kenntnisstand von vgl. gering ergiebigen und gering bis sehr gering durchlässigen Gebirgsbereichen auszugehen.

Anhand der bislang erkundeten Potentialverhältnisse ist im Durchfahrungs-bereich der Stubensandstein-Formation mit Wasserdrücken von bis zu ca. 6 bis 7 bar auf die Tunnelröhren auszugehen. Die Erfahrungen vom Bau des Hasenbergstunnels der Stuttgarter S-Bahn haben gezeigt, dass beim Ausbruch des Tunnels ein guter Anschluss an das weitstehende Kluftsystem des Stubensandsteins entsteht, der auch größere Zutrittsmengen zur Folge haben kann. Aus diesem Grunde ist ein Auffahrkonzept mit steigendem Vortrieb und vorauseilender Erkundung über Bohrungen vorgesehen.

Die zwischenlagernden bzw. hangenden Ton- und Mergelsteinabfolgen der Dunklen Mergel, der Oberen und Unteren Bunten Mergel mit Lehrbergschichten sowie der Gesteinsabfolge vom Knollenmergel bis zum Psilonotenton bilden aufgrund ihrer grundwasserhemmenden bzw. -stauenden Ausbildung die Sohl- bzw. Deckschichten der v. g. Grundwasservorkommen. In den geplanten Durchfahrungs-bereichen ist anhand der ermittelten Gebirgsdurchlässigkeiten von sehr geringen Wasserzutritten beim Auffahren der Tunnel auszugehen.

Eine verstärkte Grundwasserführung besteht im Bereich des in offener Bauweise zu erstellenden Tunnelabschnitts (km 9,7+65 – km 9,9+00) und dem südlich anschließenden Voreinschnitt im geplanten Durchfahrungs-bereich des Angulatensandsteins. Das durch die überlagernden Filderlehme lokal gespannte Grundwasservorkommen des Angulatensandstein spiegelt bei MW-Verhältnissen auf einem Niveau von rd. 383 - 397 m NN aus. Der Grundwasserabstrom im gering ergiebigen (Brun-

nenergiebigkeit $< 0,1 - 0,3 \text{ l/s}$), mäßig bis gering durchlässigen Angulatsandstein erfolgt in östlicher Richtung.

Die bauzeitlichen und dauerhaften Eingriffe in den auch im weiteren Trassenumfeld nicht bewirtschafteten, oberflächennahen Aquifer sind lokal begrenzt; dauerhaften Einflüssen des Tunnelbauwerks und der anschließenden Einschnittsstrecke (Trogbauwerk) auf die Grundwasserverhältnisse im Unteren Schwarzjura wird durch Herstellung von Grundwasserumlaufigkeitssystemen und Grundwassersperrern begegnet werden, die den natürlichen Grundwasserabstrom erhalten.

Zur Verhinderung einer Längsläufigkeit entlang der Tunnel- und Stollenbauwerke und zur Aufrechterhaltung der bestehenden Grundwasserstockwerksgliederung im Bereich des PFA 1.2 Fildertunnel sind neben dem aus bautechnischen Erwägungen erforderlichen Damming im Übergangsbereich Gipskeuper/Sandsteinkeuper in Höhe ca. km 5,0+40 an geeigneter Stelle in den grundwasserstauenden Horizonten, z.B. in Höhe ca. km 5,7+00, entsprechende Abdichtungs- und Abschottungsmaßnahmen rings um das Tunnelbauwerk (Grundwassersperrern) aus wasserwirtschaftlicher Sicht erforderlich (vgl. Anhang).

Zusammenfassend lassen sich die im PFA 1.2 angetroffenen und in vorliegender Anlage dargestellten Gebirgs- und Grundwasserverhältnisse, insbesondere hinsichtlich einer Einschätzung der Beeinflussungsintensität und der Eingriffsschwere, wie folgt bewerten:

Im Streckenverlauf des Fildertunnels kommt es bereichsweise zu Eingriffen in gering erziebige, auch im weiteren Trassenumfeld nicht bewirtschaftete Grundwasservorkommen, deren Auswirkungen zum einen aufgrund der allgemein geringen Gebirgsdurchlässigkeit lokal begrenzt sind und zum anderen aufgrund der dichten Bauweise der Tunnelbauwerke i. w. bauzeitliche Effekte besitzen. Einflussnahmen auf den tieferliegenden Aquifer des Oberen Muschelkalkes, dem Träger der Heil- und Mineralwasservorkommen in Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg, sind im Trassenverlauf des Fildertunnels, der zwischen km 0,4+32 und ca. km 5,0+40 in den Funktionsraum des Heil- und Mineralwasservorkommens eingreift, aufgrund des geplanten Baukonzeptes (ARGE WASSER, UMWELT, GEOTECHNIK, 2002) nicht zu erwarten.

Zur Erfassung der Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die Grund-, Heil- und Mineralwasservorkommen wird vom Vorhabensträger ein Programm zur Beweissicherung Wasser durchgeführt, das sowohl eine Überwachung der betroffenen Grundwasservorkommen als auch der oberflächengewässer und Grundwassernutzungen umfasst. Die Ergebnisse dieser Messungen und Untersuchungen dienen auch zur Überprüfung der Einhaltung der Warn- und Einstellwerte, die in der Beilage "Quantitative und qualitative Warn- und Einstellwerte" aufgeführt sind.

6 Wasserrechtlicher Antrag

- Vorbemerkungen

Die quantitativen Angaben zu den bauzeitlichen wasserrechtlichen Tatbeständen wurden auf der Basis der derzeitigen Bauablaufplanung erarbeitet. Im Rahmen der Ausführungsplanung und Ausführung können sich noch Veränderungen bzw. Modifizierungen hinsichtlich Baukonzept, der Abfolge der Baumaßnahmen ergeben.

Für den Fall einer Modifikation des Bauablaufes 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 Beurteilung der wasserwirtschaftlichen Auswirkungen 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 wasserwirtschaftlichen Aspekte.

- Antrag

Die im wasserrechtlichen Antrag zur Genehmigung bzw. Bewilligung aufgeführten wasserrechtlichen Tatbestände sind im Erläuterungsbericht und in den Tabellen des Anhangs Wasserrechtliche Tatbestände erläutert und aufgelistet sowie in der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.2 fachtechnisch unterlegt.

7 Literatur und verwendete Unterlagen

Hinweis: Die Ergebnisse aller Untersuchungen des 1. – 4. Erkundungsprogrammes sind in der Stellungnahme ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK (2002) berücksichtigt.

ALDINGER, V. (1966):

Der Baugrund von Stuttgart.- Hydrogeologische Karte M 1:10.000. - Stuttgart.

ARBEITSKREIS WASSERWIRTSCHAFT (AWW) (1994):

Statements zur Machbarkeit, Stuttgart 21 vom 12.09./07.10.1994.

ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK (2001):

ABS/NBS Stuttgart – Augsburg, Projekt Stuttgart 21; Planfeststellungsabschnitt 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof: Geologische, hydrogeologische, geotechnische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme (Teil 1 und 3).- Westheim.

ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK (2002):

ABS/NBS Stuttgart – Augsburg, Projekt Stuttgart 21; Planfeststellungsabschnitt 1.2 Fildertunnel: Geologische, hydrogeologische, geotechnische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme (Teil 1 und 3).- Westheim.

DEUTSCHE BAHN AG (1995):

Stuttgart 21, Die Ergebnisse des Vorprojektes. - Stuttgart, 18.09.1995.

DIN 4030, Teil 1 (1991):

Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase. - Berlin/Köln (Beuth).

DIN 18130 (1991):

Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes. - Berlin/Köln (Beuth).

DR. JUNGBAUER + PARTNER, UMWELT CONSULT GMBH (1998):

Grundwasserstandsmessungen und Grundwasseranalysen im Rahmen des Beobachtungsprogramms zum Projekt Stuttgart 21, Stand: Januar 1998. 1. - 7. Vierteljahresbericht.

DR. UFRICHT, W. & PROF. DR. EINSELE, G. (1994):

"Das Mineral- und Heilwasser von Stuttgart" Lich, 06.06.1994, Schriftenwerke des Amtes für Umweltschutz, Heft 2/1994, 1-182, Stuttgart.

DR. UFRICHT, W. & RENNER, S. (1996):

Hydrogeologisches Modell Stuttgarter Talkessel (Nesenbachtal).- Amt für Umweltschutz Stuttgart, Gutachten-Nr. 41/95-4, Stuttgart.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBER (GLA) (1959):

Geologische Karte von Stuttgart und Umgebung, M 1 : 50.000, einschließlich Erläuterungen, Freiburg i. Br.

- GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (GLA) (1960):
Geologische Karte, M 1 : 25.000, Blatt Nr. 7221 Stuttgart - Südost mit Erläuterungen, Stuttgart.
- GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (GLA) (1977):
Geologische Karte, M 1 : 25.000, Blatt 7220 Stuttgart-Südwest mit Erläuterungen, Stuttgart.
- GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (GLA) (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.: 0550.01/91-4761-Sz/Ai/Eb/Wle, Stuttgart.
- GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (GLA) (1994b):
Ergiebigkeitsuntersuchungen in Festgesteinsaquiferen.- GLA-Informationen 6/94; Freiburg i. Br.
- GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (GLA) (1997):
Geologie und Hydrogeologie Stuttgart. - Grundwassergleichen Oberer Muschelkalk, Stand: 30.10.1997.
- GEYER, O. & GWINNER, M. P. (1986):
Geologie von Baden-Württemberg. - 3. Auflage, 472 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- GWINNER, M. P. & HINKELBEIN, K. (1976):
Sammlung Geologischer Führer Band 61. - Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- HEKEL, UWE (1994):
Hydrogeologische Erkundung toniger Festgesteine am Beispiel des Opalinuston (Unteres Aalenium).- Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten (TGA) C 18, 170 S., Tübingen.
- HÖLTING, B. (1984):
Hydrogeologie, Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. - 2. Auflage, 370 S., Stuttgart (Enke).
- 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, Dezember 1992.
- 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, Januar 1996.

- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1996b):
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/Stuttgart, September 1996.
- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1996c):
Abstimmung mit den Belangen der Raumordnung Projekt Stuttgart 21, Teil IV: Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU), Fachbeilage 2: Hydrogeologie und Wasserwirtschaft.- Westheim/Stuttgart, November 1996.
- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1996d):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg; Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen.
Band 12, Teilbericht 10, Teil 3: Hydrogeologische Kartierung. - Westheim, Januar 1996.
- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1997a):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische, schall- und erschütterungstechnische Aspekte im Hinblick auf die Planungen Stuttgart 21.
Band 12, Teilbericht 20: Hydrogeologische Kartierung, Teil 1: Variante D4 (Westumfahrung Plieningen nördlich der BAB A8). - Westheim, Juli 1997.
- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1997b):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische, schall- und erschütterungstechnische Aspekte im Hinblick auf die Planungen Stuttgart 21.
Band 12, Teilbericht 15: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zum 3. Erkundungsprogramm (3. EKP). - Westheim, Januar 1997.
- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1997c):
Abstimmung mit den Belangen der Raumordnung Projekt Stuttgart 21, Teil V: Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU), Fachbeilage 2: Hydrogeologie und Wasserwirtschaft.- Westheim/Stuttgart, März 1997.
- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1997d):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische, schall- und erschütterungstechnische Aspekte im Hinblick auf die Planungen Stuttgart 21.
Band 12, Teilbericht 16: Ingenieurgeologische Stellungnahme zum 3. Erkundungsprogramm. - Westheim, Februar 1997.
- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1998a):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische, schall- und erschütterungstechnische Aspekte im Hinblick auf die Planungen Stuttgart 21.
Band 12, Teilbericht 21: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zum 3. Erkundungsprogramm, Stufe 2. - Westheim, Mai 1998.

- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1998b):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg, Projekt Stuttgart 21: Planfeststellungsunterlagen PFA 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof, Anlage 20.1 Erläuterungsbericht Hydrogeologie und Wasserwirtschaft.- Stuttgart, Stand: Juli 1998.
- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1998c):
ABS/NBS Stuttgart – Augsburg, Projekt Stuttgart 21; Planfeststellungsabschnitt 1.2 Fildertunnel: Geologische, hydrogeologische, geotechnische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme (Teil 1 und 3), 4. EKP, Stufe 1.- Westheim.
- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (1999):
ABS/NBS Stuttgart - Augsburg, Projekt Stuttgart 21; Planfeststellungsabschnitt 1.2 Fildertunnel: Geologische, hydrogeologische, geotechnische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme (Teil 4).- Westheim, Juni 1999.
- igi NIEDERMEYER INSTITUTE (2000):
ABS/NBS Stuttgart – Augsburg, Projekt Stuttgart 21; Planfeststellungsabschnitte 1.1 bis 1.6 – Beweissicherung Wasser.- Westheim, Mai 2000.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY 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.
- KNOBLICH, K. (1964):
Über die Grundwasserverhältnisse im Stadtgebiet Stuttgart. - Arbeiten aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Technischen Hochschule Stuttgart, Neue Folge Nr. 47, Stuttgart.
- KNOBLICH, K. (1968):
Der Baugrund von Stuttgart, Erläuterungen zum Baugrundkartenwerk.- Stuttgart.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (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.
- LANDESHAUPTSTADT STUTTGART (1985):
Umweltbericht Grundwasser- und Mineralquellenschutz. - Stuttgart.
- LANGGUTH, H.-R.; VOIGT, R. (1980):
Hydrogeologische Methoden. Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- 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 (2002):

Verordnung des RP Stuttgart zum Schutz der staatlich anerkannten Heilquellen in Stuttgart-Bad Cannstatt und Stuttgart-Berg.- Stuttgart.

RICHTLINIEN DES LANDES BADEN-WÜRTTEMBERG (1993):

Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen in Baden-Württemberg, Stand: 12.08.1993.

In: Fischer/Köchling, Praxisratgeber Altlastensanierung, systematische Anleitung für eine erfolgreiche Sanierung belasteter Flächen, Augsburg 1994.

UFRECHT, W. (1988):

Das Tiefengrundwasser im Sandsteinkeuper des Albvorlandes.- Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg 30, Freiburg i. Br.

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, GABI des Landes Baden-Württemberg, Nr. 8, 06.05.1998.

WBI BERATENDE INGENIEURE (1999):

ABS/NBS Stuttgart - Augsburg, Projekt Stuttgart 21; Planfeststellungsabschnitt 1.2 Fildertunnel: Geologische, hydrogeologische, geotechnische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme (Teil 2).- Stuttgart.

Projekt Stuttgart 21

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

Planfeststellungsunterlagen

PFA 1.2 Fildertunnel

Anlage 20.1

Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

Anhang: Wasserrechtliche Tatbestände

12. Änderungsverfahren

Vorhabensträger:

DB Netz AG,
vertreten durch

DBProjektBau GmbH
~~Niederlassung Südwest~~
Großprojekt Stuttgart 21 – Wendlingen-Ulm
Projektzentrum Stuttgart 1 I.BV-SW-G2
~~Wolframstraße 20~~ Rappelenstraße 17
70191 Stuttgart

Bearbeitung:

ARGE Wasser ♦ Umwelt ♦ Geotechnik
Oberdorfstraße 12
91747 Westheim
und
Heilbronner Str. 81
70191 Stuttgart
und
Pforzheimer Straße 126a
76275 Ettlingen

Anlage 20.1

Erläuterungsbericht Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

Anhang - Wasserrechtliche Tatbestände

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Vorbemerkungen	1
2 Fildertunnel im Streckenabschnitt km 0,4+32 - km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 (Anfahrbaugrube Hbf. Südkopf bis Ende Verzweigungsbauwerke) einschließlich Rettungszufahrt Hbf. Süd von km 0,5+10 bis km 0,6+80 bzw. km 0,6+90	5
3 Fildertunnel im Streckenabschnitt km 0,7+05 bzw. 0,7+20 bis km 9,7+65 (bergmännische Bauweise)	10
4 Fildertunnel im Streckenabschnitt km 9,7+65 bis km 9,9+00 (offene Bauweise) und Voreinschnitt Süd im Streckenabschnitt km 9,9+00 bis 10,0+30 mit Rettungsplatz und -zufahrt Filderportal	15
5 Zuführungen in Richtung Ober-/Untertürkheim im Streckenabschnitt km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 bis km 0,8+55 bzw. km 1,1+55	18
6a Zwischenangriff Sigmaringer Straße in km 5,4+50	2721

Anlage 1.1 – 1.5: Tabellarische Zusammenstellung der wasserrechtlichen Tatbestände

Beilage: Quantitative und qualitative Warn- und Einstellwerte

1 Vorbemerkungen

Durch das geplante Vorhaben ergeben sich während der Bauausführung sowie nach Fertigstellung der Bauwerke wasserrechtliche Tatbestände, die durch Benutzungen nach dem Wasserhaushaltsgesetz (§ ~~3~~ 9 WHG¹⁾) in Verbindung mit dem Wassergesetz von Baden-Württemberg (§ 13 WG)²⁾ definiert sind und der Erlaubnis (§§ ~~7~~ 8 und ~~35~~ 10-15 WHG sowie § 16 WG) oder Bewilligung (§§ 8 und ~~35~~ 10-14 WHG sowie § 15 WG) bedürfen (§ 2 Abs. 1 WHG). Zum Gewässer- und Grundwasserschutz können Nutzungsbedingungen und Auflagen erlassen werden (§ 4-13 WHG). Daneben sind die einschlägigen Vorschriften der DB Netz AG zu beachten.

Bei den entsprechend dem derzeitigen Planungsstand betroffenen Oberflächengewässern, Grundwasservorkommen und Grundwassernutzungen sind Eingriffe durch bauliche Anlagen (Bauzeit und Betrieb) möglich. Aus den möglichen 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~~ 46 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~~ 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG) durch abgeleitetes Oberflächenwasser von —Bauflächen bzw. der Bahnanlage,
- das Einbringen und Einleiten von Stoffen in ~~oberirdische~~ Gewässer (§ ~~3~~ 9 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.

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

- das Einleiten von Stoffen in ~~das Grundwasser~~ Gewässer (§ ~~3~~ 9 Abs. 1 Nr. ~~5~~ 4 WHG) durch Versickern von Oberflächenwasser aus Bauflächen bzw. der Bahnanlage,

1) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Neufassung vom 12.11.1996 (BGBl. I, S. 1695), zuletzt geändert am 03.09.2009 (BGBl. I Nr. 29, S. 632) 9 Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Neufassung vom 31.07.2009 (BGBl. I, S. 2585)

2) Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG) in der Fassung vom 01.01.1998 (GBl. S. 264), zuletzt geändert am 01.01.1999 (GBl. S. 1) Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG) in der Fassung vom 20.01.2005 (GBl. S. 219, ber. S. 404), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 17. Dezember 2009 (GBl. Nr. 23, S. 802), in Kraft getreten am 24. Dezember 2009

- ~~das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser- Gewässer~~ (§ ~~3-9~~ Abs. 1 Nr. ~~5-4~~ WHG) durch entnommenes und abgeleitetes Grundwasser,
- das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser (§ ~~3-9~~ Abs. 1 Nr. ~~6-5~~ WHG),
- das Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser durch Anlagen, die hierzu bestimmt oder hierfür geeignet sind (§ ~~3-9~~ Abs. 2 Nr. 1 WHG),
- Maßnahmen die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichem Ausmaß schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen (§ ~~3-9~~ Abs. 2 Nr. 2 WHG),

wobei das aus den Bahnflächen oder den Bauwerken anfallende Niederschlags- oder Grundwasser entweder dauerhaft oder 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 Baudurchführung notwendigen wassergefährdenden Stoffe. Die erforderlichen Maßnahmen und Einrichtungen sind nach dem Stand der Technik unter Beachtung der einschlägigen Richtlinien und Gesetze durchzuführen.

Für **staatlich anerkannte Heilquellen** (§ 39 WG) besteht in Anlehnung an § ~~19-53~~ 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 Heilquellenschutzgebiete von Heilquellen, so hat die DB Netz AG als Vorhabensträger mit der zuständigen Landesbehörde und dem Träger der Heilquellen zu prüfen, welche Maßnahmen für den Schutz und sicheren Betrieb der Quellen erforderlich sind. Bei fachtechnisch begründeter Notwendigkeit sind entsprechende Vorkehrungen und Auflagen vorzusehen.

Im Falle der Baumaßnahmen im PFA 1.2 liegen die geplanten Bauwerke z. T. im engeren Zustrombereich der Mineral- und Heilquellen sowie von km 0,432 bis km 0,51 innerhalb der Innenzone und von km 0,51 bis km 3,425 in der Außenzone des abgegrenzten Heilquellenschutzgebietes für die Mineral- und Heilquellen in Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg (REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART, 2002).

Durch die Baumaßnahmen können - z. B. durch Veränderung der Grundwasserpotentialverhältnisse infolge von Grundwasserabsenkungen (§ 3 Abs. 1 Nr. 6 WHG) - bauzeitlich und auf Dauer Verminderungen des verfügbaren Grundwasser- oder Quellwasserdargebotes eintreten.

Daher sind ggf. 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 1.2 auf die Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg sowie auf andere bestehende Grundwassernutzungen (Privatbrunnen, Notbrunnen etc.) fachtechnisch beurteilt und dargestellt. Grundlage dieser Beurteilungen sind u.a. die numerischen Grundwasserströmungsmodellierungen, die im Teil 3, Anhang 1, Teilbericht 2 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1 (ARGE WASSER ♦ UMWELT ♦ GEOTECHNIK 2001) dokumentiert sind und die auch die Baumaßnahmen im angrenzenden PFA 1.2 bis km 3,0 berücksichtigten.

Da die Tunnelröhren des Fildertunnels ab km 0,93 bis ca. km. 5,0 im anhydritführenden und damit mehr oder weniger grundwasserfreien Gipskeuper aufgefahren werden, sind durch diese Baumaßnahmen keine weiteren Auswirkungen auf das Heil- und Mineralwassersystem zu erwarten. Diese Einschätzung, dass die Eingriffe in Grundwasservorkommen südlich km 5,0 keine Auswirkungen auf die Heil- und Mineralquellen haben, wird auch durch die neue Abgrenzung des Heil- und Mineralquellenschutzgebietes (RP STUTTGART 2001) gestützt, in der diese Bereiche nicht in das Schutzgebiet mit einbezogen wurden. Die äußere Grenze der Außenzone des Schutzgebietes der Heil- und Mineralquellen wird bei ca. km 3,5 durchfahren (vgl. Anlage 20.2).

Insgesamt gesehen sind hinsichtlich der v.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 die natürlichen 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 Oberflächengewässer durch Einleiten von Wasser aus Bahnanlagen ist dabei ebenfalls zu beachten. Des Weiteren kann sich eine Veränderung der Abflussverhältnisse durch das **Verlegen oder die wesentliche Veränderung von oberirdischen Gewässern** (vgl. § 31–67ff WHG und Teil 4 des WG), durch **Anlagen in, über und an oberirdischen Gewässern** (vgl. § 76, Teil 5 WG), durch **Maßnahmen in Gewässerrandstreifen** (vgl. § 38 WHG und § 68 b, Abs. 4, Nr. 3, Teil 4 WG) sowie durch **Regenwasserbehandlungsanlagen** (vgl. § 45 e, Teil 3 WG) ergeben.

Die sich durch die Baumaßnahmen für die einzelnen Bauwerke ergebenden wasserrechtlichen Tatbestände werden nachfolgend für den PFA 1.2 beschrieben, wobei die Aussagen auf den derzeitigen Pla-

nungsstand bezogen sind und auf dem Bauwerksverzeichnis (Anlage 3) basieren.

Die Rohbaumaßnahme im Planfeststellungsabschnitt 1.2 erstreckt sich über einen Zeitraum von ca. 5 Jahren, wobei sich aus bauleistungs- und bautechnischen Zwängen heraus während der Bauzeit eine Untergliederung der Gesamtbaumaßnahme ergibt, die entsprechend der Bauabfolge zeitlich gestaffelt sind bzw. teilweise zeitgleich zur Ausführung kommen. Die nachfolgend aufgeführten Aussagen zu den Eingriffen und Auswirkungen der bauzeitlichen Wasserhaltung auf die Grundwasservorkommen beziehen sich auf die jeweiligen Einzelbaumaßnahmen bzw. Maßnahmenkomplexe.

Nachfolgend sind - nach Bauwerksbereichen gegliedert - Aussagen zu den wasserwirtschaftlich relevanten Eingriffen für die Bauphasen und die fertiggestellten Bauwerke aufgeführt.

Zur Abgrenzung und Beurteilung der Eingriffe in die Grundwasservorkommen und deren Auswirkungen wurden für die bauzeitliche Wasserhaltung anhand der bislang vorliegenden Daten Abschätzungen über die Wasserandrangsmengen und Absenkungsradien im Trassenverlauf des Fildertunnels, der Zuführungen Richtung Ober-/Untertürkheim und der Zwischenangriffsstollen für den Erstwasserandrang im Ortsbrustbereich und für den (quasi) stationären Wasserandrang nach erfolgter Erstentwässerung durchgeführt.

Entsprechend den Maßgaben der raumordnerischen Beurteilung ist zur Stützung des Grundwasserkörpers im Nesenbachtal eine Versickerung des geförderten Grundwassers über geeignete Schluckbrunnen bzw. benachbarte, fertiggestellte Teilbaugruben vorgesehen. Im Bereich des Planfeststellungsabschnittes PFA 1.2 ist eine Infiltration von Teilen des geförderten Grundwassers bauzeitlich über mehrere Infiltrationsbrunnen im Anfahrbereich PFA 1.2/1.6a, die in das zentrale Grundwassermanagementsystem des PFA 1.1 eingebunden sind, vorgesehen. ~~nicht erforderlich und i. d. R. eine Ableitung der~~ Die restlichen in den Tunnelstrecken anfallenden Grund- und Bauwässer werden nach entsprechender Behandlung in die Kanalisation bzw. Vorfluter ~~vorgesehen~~ abgeleitet.

Detaillierte Angaben zu der Fassung, Reinigung/Behandlung, Versickerung und Ableitung bauzeitlich gesammelter Wässer sind dem Anhang 2 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme zum PFA 1.1, Teil 3 (igi NIEDERMEYER INSTITUTE 1998c) zu entnehmen.

Die in den einzelnen Bauabschnitten (Erdbaustrecken, Tunnel in offener Bauweise, Voreinschnitte und Portalbereiche der Zwischenangriffsstollen) und auf den zugehörigen Baustelleneinrichtungsflächen anfallenden Oberflächenwässer wurden unter Berücksichtigung eines Berechnungsregens $q_{15;1} = 128 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ für eine Regendauer von 15 Minuten bei einmaliger Überschreitung pro Jahr ermittelt.

2 Fildertunnel im Streckenabschnitt km 0,4+32 - km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 (Anfahrbaugrube Hbf Süd- kopf bis Ende Verzweigungsbau- werke) einschließlich Rettungszu- fahrt Hbf. Süd von km 0,5+10 bis km 0,6+80 bzw. km 0,6+90

Bauwerke und Bauausführung

Im Streckenabschnitt zwischen km 0,4+32 und km 0,6+56 bzw. km 0,6+62 wird der geplante Tunnel im zweigleisigen Querschnitt ausgeführt, wobei je Tunnelröhre ein Gleis in Richtung Flughafen und in Richtung Ober-/Untertürkheim bzw. von Ober-/Untertürkheim und vom Flughafen in Richtung Hauptbahnhof läuft. In den südlich anschließenden Verzweigungsbauwerken von km 0,6+56 bzw. km 0,6+62 bis km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 sind je zwei eingleisige Tunnelröhren, die durch einen Mittelpfeiler von einander getrennt sind, geplant.

Die derzeitige Nordröhre des Wagenburgtunnels wird als Zugangsstollen zu den zweigleisigen Tunnelröhren umgebaut, wobei die Rettungszufahrt am Portal der Nordröhre beginnt und mit ca. 10 % Längsneigung in der bestehenden Tunnelröhre abtaucht.

Die Anfahrbaugrube Hauptbahnhof Südkopf liegt am Übergang von der offenen zur bergmännischen Bauweise bei km 0,4+32 und stellt gleichzeitig die südlichste Teilbaugrube der offenen Baugruben des Hauptbahnhofes dar.

Von der Anfahrbaugrube Hauptbahnhof Südkopf aus werden die beiden zweigleisigen Röhren vom Beginn des Planfeststellungsabschnittes 1.2 bei km 0,4+32 bis zur Einmündung der Rettungszufahrt hergestellt.

Der ca. 250 m lange Bauabschnitt bis zur Rettungszufahrt Hauptbahnhof Süd erstreckt sich voraussichtlich im ausgelaugten Gipskeuper, weshalb als vorseilende Sicherung beim Ausbruch hier ein Rohrschirm in Verbindung mit einem Ulmenstollenvortrieb vorgesehen ist (vgl. Anlage 13). Gemäß den Forderungen der Wasserwirtschaft wird hier in Abschnitten mit Längen ≤ 100 m die Innenschale unmittelbar hinter Fertigstellung des Ausbruchs nachgezogen.

Vor der Auffahrung der Tunnel ist die Herstellung eines Injektionskissens im Bereich der Bebauung Sänglerstraße/Urbanstraße erforderlich. Die durchzuführenden Hebungsinjektionen dienen zur Begrenzung der vortriebsbedingten Senkungen auf ein für die Bebauung verträgliches Maß. Zur Kompensation von Senkungen erfolgt dabei das Verpressen

einer Zement-Bentonit-Suspension vor dem Tunnelausbruch und nach Sohlschluss der Teilquerschnitte. Die Injektionen erfolgen oberhalb des Grundwasserspiegels.

Durch die umfangreichen Injektionsmaßnahmen ist im direkten Bauwerksbereich v. a. mit einer Anreicherungen leicht löslicher Substanzen, insbesondere Natrium-, Kalium- und Calciumhydroxide in Verbindung mit einer zunehmenden Alkalisierung (pH-Werterhöhung) zu rechnen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die ggf. in das Grundwasser eingetragenen Suspensionsanteile und die über Eluationsprozesse gelösten Stoffe im Zuge der Bauwasserhaltung erfasst und weitgehend wieder ausgebracht werden können. Ein bauzeitlicher Eintrag von Schmutz- und Trübstoffe aus dem Bereich der Baumaßnahme in das Grundwasser ist aufgrund des zum Bauwerk gerichteten hydraulischen Gradienten im Zuge der Wasserhaltungsmaßnahme nur bedingt wahrscheinlich. Nähere Angaben zum Injektionskonzept sowie dem Eluationsverhalten der Injektionsmittel sind der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Stellungnahme Teil 2 zum PFA 1.2 (WBI BERATENDE INGENIEURE, 1999) zu entnehmen.

Die Anfahrbaugrube Rettungszufahrt Hauptbahnhof Süd wird für die Herstellung des Verzweigungsbauwerkes bis km 0,7+05 bzw. km 0,7+20, sowie zur Herstellung der daran anschließenden eingleisigen Röhren der Zuführung in Richtung Ober-/Untertürkheim und des Filtertunnels bis ca. km 3,6+40 genutzt.

Aus der Nordröhre des Wagenburgtunnels wird ein Zugangsstollen aufgeföhren, der später als Rettungszufahrt ausgebaut wird. Zunächst erfolgt die Herstellung der Zufahrtsrampe zum zweigleisigen Tunnel bei km 0,6+80 bzw. km 0,6+90 aus der bestehenden Röhre des Wagenburgtunnels. Das Verzweigungsbauwerk wird aufgrund seiner Querschnittsgröße in Teilabschnitten hergestellt. Nacheinander erfolgen der Vortrieb und der Einbau der Innenschale einer Röhre, dann des Mittelpfeilers und im Anschluss der zweiten Röhre. Der Tunnel wird auf der gesamten Länge **druckwasserhaltend** ausgebildet.

Der Tunnel kommt von km 0,432 bis km 0,51 innerhalb der Innenzone und von km 0,51 bis km 3,425 in der Außenzone des abgegrenzten Heilquellenschutzgebietes für die Mineral- und Heilquellen in Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg (REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART, 2002) zu liegen.

Grundwasser

Das Tunnelbauwerk und die Verzweigungsbauwerke sowie die Rettungszufahrt Hbf. Süd kommen innerhalb des Gipskeupers im stratigraphischen Niveau vom Bochinger Horizont (km1BH) bis zum Mittleren Gipshorizont (km1MGH) zu liegen. Das Tunnelbauwerk durchfährt dabei zwischen km 0,4+32 und ca. km 0,6+70 die ausgelaugten Schichtabfolgen des Bochinger Horizontes (km1BH) und der Dunkelroten Mergel (km1DRM).

Nach der Durchfahrung der Ablaugungsfront im Bereich km 0,6+50 – km 0,7+20 liegen die Tunnel und Verzweigungsbauwerke bis zum Erreichen des Anhydritspiegels (ca. km 0,9+20) in den teil- bis nicht ausgelaugten Schichtgliedern des Bochinger Horizontes bzw. der Dunkelroten Mergel, die in Abhängigkeit vom Auslaugungsgrad unterschiedlich stark grundwasserführend und durchlässig sind. In diesem Streckenabschnitt kommt es zu Eingriffen in die Grundwasservorkommen im Bochinger Horizont und in den Dunkelroten Mergeln.

Im Durchfahrungsbereich der Dunkelroten Mergel (km1DRM) erfolgt zwischen der nördlichen Planfeststellungsgrenze im km 0,4+32 bis zum Erreichen des Anhydritspiegels auf rd. 390 m Tunnelstrecke ein Eingriff in das bereichsweise gespannte obere Grundwasservorkommen im km1DRM, dessen Spiegelfläche von ca. 235 m NN im Bereich der Planfeststellungsgrenze nach Süden bis zum Erreichen der Auslaugungsfront auf ca. 250 m NN ansteigt. Im Bauwerksverlauf ist damit - bezogen auf die Tunnelsohlen - von Druckhöhen (erforderlichen Absenkungsbeträgen) von bis zu ca. 22 m auszugehen. Anhand der im Bauwerksumfeld in den Dunkelroten Mergeln ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel rd. $9 \cdot 10^{-6}$ m/s für ausgelaugte Gebirgsbereiche kann die Reichweite der Grundwasserabsenkung nach SICHARDT je nach Absenkungsbetrag mit rd. 200 m veranschlagt werden.

Der unterlagernde Bochinger Horizont wird südlich einer in ca. km 0,6+00 vermuteten Störung bis km 0,8+60 durchfahren, wobei in diesem Bereich aufgrund des Potenzialsprungphänomens von einer stark strukturierten Grundwasserspiegeloberfläche im Niveau ca. 228 - 234 m NN auszugehen ist. Im Bauwerksverlauf sind - bezogen auf die Tunnelsohlen - Druckhöhen (erforderliche Absenkungsbeträge) von bis zu ca. 4 m zu erwarten. Anhand der im Bauwerksumfeld im Bochinger Horizont ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel rd. $2,5 \cdot 10^{-5}$ m/s (Spannweite: $3,4 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1,3 \cdot 10^{-5}$ m/s) ist diese Abfolge als stark ausgelaugt und durchlässig anzusprechen. Südlich km 0,8+60 ist der Bochinger Horizont nicht ausgelaugt und sehr gering durchlässig (Durchlässigkeitsbeiwert im Mittel: $9,5 \cdot 10^{-8}$ m/s). Die Reichweite der Grundwasserabsenkung im Bochinger Horizont (nördlich km 0,8+60) kann nach SICHARDT in Abhängigkeit von den Durchlässigkeitsbeiwerten mit rd. 50 – 220 m veranschlagt werden.

Bezüglich der Andrangsmengen im ausgelaugten Gipskeuper ist zu berücksichtigen, dass gemäß den Vorgaben der Wasserwirtschaft zur Minimierung der bauzeitlichen Wasserhaltung im ausgelaugten Gipskeuper ein abschnittsweiser Vortrieb (Ulmenstollen) mit vorgezogenem Einbau der wasserdichten Innenschale vorgesehen ist, der zu einer deutlichen Reduktion der Wasserandrangsmengen in den o. a. Durchfahrungsbereichen führt.

Bei einer Aufteilung des Durchfahrungsgebietes von der Anfahrbaugrube Hbf. Südkopf bis km 0,7+05 in drei rd. 90 m lange Teilbauschnitte berechnet sich nach DUPUIT der Grundwasserandrang aus den Dunkelroten Mergeln pro Tunnelbauabschnitt zu rd. 4,0 – 6,0 l/s. Dieser relativ hohe Grundwasserandrang wird voraussichtlich nur kurzzeitig (Erstwasserandrang) auftreten, da der Aquifer durch den Anhydritspiegel nach Süden begrenzt wird und das Einzugsgebiet somit nur gering ist. Mit zu-

nehmender Bauzeit wird sich der Wasserandrang aus den Dunkelroten Mergeln vermutlich auf Andrangsraten von 2-3 l/s verringern. Dies wird auch durch die durchgeführten numerischen Grundwasserströmungsmodellierungen gestützt.

Im letzten Tunnelbauabschnitt des betrachteten Streckenbereiches südlich km 0,6+00 wird der Bochinger Horizont aufgefahren. Nach CHAPMAN berechnet sich der Grundwasserandrang aus dem Bochinger Horizont unter Zugrundelegung der oben aufgeführten Durchlässigkeitsbeiwerte zu rd. 3,5 l/s. Aufgrund des durch den Anhydritspiegels nach Süden begrenzten Aquifers wird sich der Grundwasserandrang bauzeitlich auf rd. 2,5 l/s verringern. Insgesamt betrachtet sind somit bauzeitlich für die drei Tunnelabschnitte zwischen km 0,4+32 – 0,7+05 Erstwasserandrangsraten von 4,0 l/s (Tunnelabschnitt km 0,4+32 – 0,5+15) bis 8,5 l/s (Tunnelabschnitt km 0,4+32 – 0,5+15) zu erwarten, die sich mit zunehmender Bauzeit auf Werte von ca. 2 – 5 l/s reduzieren.

Die Rettungszufahrt Hbf. Süd durchfährt die ausgelaugten Schichtabfolgen des Mittleren Gipshorizontes (km1MGH) mit unterlagernden Bleiglanzbankschichten (km1BB) und bindet in Fildertunnel-km 0,6+80 bzw. km 0,6+90 im Niveau der Dunkelroten Mergel (km1DRM) mit unterlagerndem Bochinger Horizont (km1BH) im Bereich der Auslaugungsfront an die Verzweigungsbauwerke an. Die Rettungszufahrt Hbf. Süd unterschneidet bis zur Tunnelanbindung auf 150 m den Grundwasser-(druck-)spiegel der Dunkelroten Mergel/Bleiglanzbank und auf rd. 80 m den Druckspiegel des Bochinger Horizontes. Im Verlauf der Rettungszufahrt Hauptbahnhof Süd ist von erforderlichen Absenkungsbeträgen von bis zu rd. 19 m (im Mittel 10 m) auszugehen, wodurch sich bauzeitlich Reichweiten der Grundwasserabsenkung von bis zu rd. 200 m ergeben. Der bauzeitliche Wasserandrang aus den Dunkelroten Mergeln/Bleiglanzbank kann nach CHAPMAN unter Zugrundelegung der oben angeführten Durchlässigkeitsbeiwerte für die Dunkelroten Mergel mit rd. 6 l/s ermittelt werden. Da der Aquifer durch den Anhydritspiegel nach Süden begrenzt wird und das Einzugsgebiet somit nur gering ist, wird sich der Wasserandrang aus den Dunkelroten Mergeln mit zunehmender Bauzeit vermutlich auf Andrangsraten von 4-5 l/s verringern.

Die bauzeitlich anfallenden Grund- und Sickerwässer sind geordnet zu fassen und entsprechend der Vortriebsbereiche an die Erdoberfläche zu führen. Die Ableitung der anfallenden Wässer erfolgt unter Vorschaltung von Klär- und Absetzbecken sowie einer Neutralisationsanlage aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingten erhöhten pH-Werte mit Übergabe der Wässer in die städtische Kanalisation (Rettungszufahrt Hbf. Süd) bzw. Infiltration (Anfahrbaugrube Hbf. Südkopf).

Das geplante Tunnelbauwerk verläuft in den Durchfahrungsbereichen der o. a. Grundwasservorkommen überwiegend parallel bzw. spitzwinklig zu der auf das Nesenbachtal ausgerichteten Grundwasserströmung, so dass Veränderungen der Potentialverhältnisse infolge von Aufstauereffekten bei verringertem Durchstromquerschnitt, die über den natürlichen Grundwasserspiegelschwankungsbereich hinausgehen, nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten sind. Zur Verhinderung einer Längsläufigkeit entlang des Fildertunnels und zur Aufrechterhaltung der bestehenden Grundwasserstockwerksgliederung im ausgelaugten

Gipskeuper sind an jeder Tunnelröhre in km 0,89+50 Dammrings und in km 0,4+70, 0,5+10, 0,5+50, 0,5+90 und 0,6+30 Querschotts vorgesehen. Anzahl, Länge und Lage der Grundwassersperren werden bauzeitlich in Abhängigkeit von den geologischen Erfordernissen in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde festgelegt.

Das gesamte Tunnelbauwerk ist druckwasserhaltend ausgelegt, so dass im Endzustand keine Ableitungen von Grundwasser mehr erfolgen und sich die natürlichen Grundwasserverhältnisse wieder einstellen können.

Oberflächenwasser

Die Ableitung der auf der Baustelleneinrichtungsfläche Rettungszufahrt Hbf. Süd anfallenden Oberflächenwässer von 23 l/s auf der Basis eines Berechnungsregens von $r_{15;1} = 128 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ erfolgt über ausreichend dimensionierte Absetzbecken mit Ölabscheider in die städtische Kanalisation.

3 Fildertunnel im Streckenabschnitt km 0,7+05 bzw. 0,7+20 bis km 9,7+65 (bergmännische Bauweise)

Bauwerke und Bauausführung

Im Anschluss an die Verzweigungsbauwerke für die Zuführungen in Richtung Ober-/Untertürkheim verläuft der Fildertunnel ab km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 in zwei voneinander unabhängigen, eingleisigen Röhren. Die beiden Röhren des Fildertunnels werden bis zur Durchfahrung des Anhydritspiegels bei ca. km 5,0+40 als Kreisquerschnitt mit einer lichten Fläche über Schienenoberkante von 42,8 m² und daran anschließend bis zum Ende der bergmännischen Bauweise als eingleisige Maulprofile mit einer lichten Fläche über Schienenoberkante von ca. 55,4 m² erstellt.

Die Auffahrung der Tunnelbauwerke erfolgt vom Angriffspunkt Rettungszufahrt Hbf. Süd bis ca. km 3,6+40 steigend, vom Zwischenangriffstollen Sigmaringer Straße in km 5,4+50 bis ca. km 3,6+40 in fallendem sowie bis km 7,7+00 in steigendem Vortrieb, sowie vom Portal Filder in Richtung auf den Hauptbahnhof bis ca. km 7,7+00 wiederum fallend. Der Tunnel wird auf der gesamten Länge **druckwasserhaltend** ausgeführt.

Die Tunnelröhren kommen von km 0,51 bis km 3,425 in der Außenzone des abgegrenzten Heilquellenschutzgebietes für die Mineral- und Heilquellen in Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg (REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART, 2002) zu liegen.

Grundwasser

Die Tunnelbauwerke verlaufen zwischen km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 bis km 0,8+60 in teil- bis nicht ausgelaugten Gesteinsabfolgen des Gipskeupers und anschließend bis ca. km 5,1+00 in den nicht ausgelaugten Gesteinsabfolgen des Gipskeupers, wobei im Tunnelverlauf fortlaufend höhere stratigraphische Niveaus vom Bochinger Horizont bis zu den Estherienschiefern durchörtert werden.

Im weiteren Tunnelverlauf werden die hangenden Schichteinheiten des Sandsteinkeupers (km2/km5) sowie des Oberen Keupers (ko) und überlagernden Unteren Schwarzjuras (he) in den nachfolgend aufgeführten Streckenabschnitten durchfahren:

- Schilfsandstein-Formation (km2): ca. km 4,9+00 - ca. km 5,7+00
- Bunte Mergel (km3): ca. km 5,7+00 - ca. km 6,0+00
- Stubensandstein-Formation (km4): ca. km 5,7+20 - ca. km 8,7+00
- Knollenmergel (km5): ca. km 8,1+50 - ca. km 9,6+00

- Oberer Keuper und Unterer Schwarzjura (ko/he): ca. km 9,3+50 - km 9,7+65

Im Verlauf des Fildertunnels kommt es zu Eingriffen in die grundwasserführenden Schichteinheiten des Bochinger Horizontes (km1BH), des Schilfsandsteins (km2s), des Kieselsandsteins (km3s), der Stubensandstein-Formation (km4) und des Angulatensandsteins (he2).

Der nicht ausgelaugte Gipskeuper ist in den vorgenannten Durchfahrungsbereichen mit Ausnahme des höher leitfähigen Bochinger Horizontes als weitgehend grundwasserfrei zu erachten. Das Grundwasserstockwerk im Bochinger Horizont (km1BH) weist im Trassenverlauf Grundwasserspiegellagen zwischen ca. 228 m NN in Höhe ca. km 0,7+00 (Potenzialsprungphänomen) und ca. 236 m NN in Höhe ca. km 1,0+00 auf. Hierbei erfolgt im o. g. Bereich eine Unterschneidung des Druckniveaus im Bochinger Horizont um bis zu ca. 5 m. Eingriffe in den überwiegend gespannten Aquifer sind nach derzeitigem Kenntnisstand bis in Höhe ca. km 0,9+20 zu erwarten. Durch die Grundwasserhaltungsmaßnahmen im Zuge des Tunnelvortriebs wird der Grundwasserspiegel im Bochinger Horizont im Streckenabschnitt km 0,7+20 - ca. km 0,9+20 vorübergehend um bis zu ca. 5 m abgesenkt. Unter Verwendung der im Bauwerksumfeld im Bochinger Horizont ermittelten mittleren Durchlässigkeitsbeiwerte für das teilausgelaugte Gebirge (siehe Kapitel 2) berechnet sich nach CHAPMAN der Grundwasserandrang aus dem Bochinger Horizont unter Zugrundelegung der oben aufgeführten Durchlässigkeitsbeiwerte zu rd. 3,0 l/s. Aufgrund des durch den Anhydritspiegels nach Süden begrenzten Aquifers wird sich der Grundwasserandrang bauzeitlich auf rd. 2,0 l/s verringern. Es ist nach den neueren Untersuchungen zu vermuten, dass die Dunkelroten Mergel im Abschnitt bis zum Anhydritspiegel noch grundwasserführend und relativ durchlässig sind (siehe Kapitel 2). Für diese Schichtabfolge errechnet sich der Grundwasserandrang aus den Dunkelroten Mergeln nach DUPUIT zu rd. 5,0 l/s. Dieser relativ hohe Grundwasserandrang wird voraussichtlich nur kurzzeitig (Erstwasserandrang) auftreten, da der Aquifer durch den Anhydritspiegel nach Süden begrenzt wird und das Einzugsgebiet somit nur gering ist. Mit zunehmender Bauzeit wird sich der Wasserandrang aus den Dunkelroten Mergeln vermutlich auf Andrangsraten von bis zu 2 l/s verringern.

Insgesamt betrachtet sind somit bauzeitlich für die Tunnelabschnitte zwischen km 0,7+05 bis zum Anhydritspiegel Erstwasserandrangsraten von bis zu 7 l/s zu erwarten, die sich mit zunehmender Bauzeit auf Werte von ca. 4 l/s reduzieren.

Die Reichweite der Grundwasserabsenkungen ist bei Zugrundelegung des mittleren Durchlässigkeitsbeiwerte für die aufzufahrenden Schichteinheit nach SICHARDT überschlägig mit bis zu 200 m zu veranschlagen.

Im Durchfahrungsbereich des Schilfsandsteins (km2s) zwischen ca. km 4,9+25 und ca. km 5,4+00 schwankt die Durchlässigkeit sehr stark und erreicht Durchlässigkeitsbeiwerte von bis zu rd. $3 \cdot 10^{-6}$ m/s. Anhand des in einer Bohrung im Schilfsandsteinaquifer (Normalfazies) ermittelten Formationspotentials im Niveau 295 m NN ist von erforderlichen Ab-

senkbeträgen von bis zu rd. 9 m auszugehen. Bei Ansatz des höchsten ermittelten Durchlässigkeitsbeiwertes von rd. $3 \cdot 10^{-6}$ m/s ist über die Durchfahrungslänge von rd. 350 m von Grundwasserandrangsraten von rd. 1,6 l/s auszugehen. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung kann nach SICHARDT im Mittel mit rd. 50 m veranschlagt werden.

Im Durchfahrungsbereich des Kieselsandsteins (km3s) zwischen km 5,6+00 und ca. km 5,7+00 kommt es auf rd. 100 m Tunnelstrecke zu einem Eingriff in den gespannten Kieselsandsteinaquifer, dessen Druckspiegel nach den Ergebnissen eines hydraulischen Bohrlochtests bei rd. 354 m NN zu liegen kommt. Dieses hohe Potential kann vermutlich auf eine störungsbedingte hydraulische Verbindung zwischen dem Kieselsandsteinaquifer und dem Stubensandsteinaquifer zurückgeführt werden. Im Bauwerksverlauf ist somit mit erforderlichen Absenkbeträgen während des Vortriebs von bis zu ca. 35 m in Höhe ca. km 5,7+00 auszugehen. Anhand der im weiteren Bauwerksumfeld für den Kieselsandsteinaquifer ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel rd. $2,0 \cdot 10^{-7}$ m/s ist von Andrangsmengen von rd. 1 l/s im Durchfahrungs-bereich auszugehen. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung kann nach SICHARDT im Mittel mit rd. 50 m angegeben werden.

Im Durchfahrungsbereich der Stubensandstein-Formation (km4) von ca. km 5,7+50 bis ca. km 8,7+00 kommt es auf einer Länge von rd. 3.000 m zu einem Eingriff in den südlich ca. km 7,5+00 gespannten Stubensandsteinaquifer, dessen Grundwasserdruck- bzw. oberfläche in diesem Streckenabschnitt von ca. 367 m NN in Höhe ca. km 5,7+50 nach Süden auf ca. 377 m NN in Höhe ca. km 8,7+00 ansteigt. Im Bauwerksverlauf ist somit - bezogen auf die Tunnelsohle - von Druckhöhen (erforderlichen Absenkbeträgen) von bis zu rd. 60 m in Höhe ca. km 5,9+00 auszugehen.

Der Durchfahrungsbereich des Stubensandsteins lässt sich in drei Bereiche mit unterschiedlichen Eingriffstiefen in den Aquifer untergliedern. Im Abschnitt von km 5,7+50 – km 6,5+00 liegen die Tunnel in Höhe der Aquiferbasis und unterschneiden den Grundwasserspiegel im Mittel um 55 m. Die im Tunnelbereich im Stubensandsteinaquifer ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte weisen eine Spannweite von $2,5 \cdot 10^{-9}$ m/s bis $1,1 \cdot 10^{-6}$ m/s auf. Unter Zugrundelegung eines Durchlässigkeitsbeiwertes von $1 \cdot 10^{-7}$ m/s, lässt sich der Wasserandrang Vortrieb der Tunnelröhren nach CHAPMAN zu rd. 6,5 l/s errechnen. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung kann nach SICHARDT in Abhängigkeit vom erforderlichen Absenkungsbetrag im Mittel mit rd. 50 m angegeben werden.

Im Abschnitt von km 6,5+00 – km 7,4+00 liegen die Tunnel in Höhe der Aquifermitte und unterschneiden den Grundwasserspiegel im Mittel um 35 m. Die im Tunnelbereich im Stubensandsteinaquifer ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte weisen eine Spannweite von $2,5 \cdot 10^{-9}$ m/s bis $1,1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Unter Zugrundelegung eines Durchlässigkeitsbeiwertes von $1 \cdot 10^{-7}$ m/s, lässt sich der Wasserandrang beim Vortrieb der Tunnelröhren nach CHAPMAN zu rd. 5 l/s errechnen. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung kann nach SICHARDT in Abhängigkeit vom erforderlichen Absenkungsbetrag im Mittel mit rd. 40 m angegeben werden.

Im Abschnitt von km 7,4+00 – km 8,7+00 liegen die Tunnel im oberen Abschnitt des Aquifers und unterschneiden den gespannten Grundwasserspiegel im Mittel um 20 m. Unter Zugrundelegung eines Durchlässigkeitsbeiwertes von $1 \cdot 10^{-7}$ m/s, lässt sich der Wasserandrang Vortrieb der Tunnelröhren nach CHAPMAN zu rd. 3,8 l/s errechnen. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung kann nach SICHARDT in Abhängigkeit vom erforderlichen Absenkungsbetrag im Mittel mit rd. 30 m angegeben werden.

Insgesamt betrachtet lässt sich der Wasserandrang aus dem Stubensandstein somit zu rd. 15 l/s ermitteln. Bei der Ermittlung des Wasserandrangs ist zu beachten, dass die vertikalen Erkundungsbohrungen das weitständige Kluftsystem des Stubensandsteins nur schlecht aufschließen. Im Unterschied dazu wird durch den Ausbruch des Tunnelquerschnitts ein guter Anschluss an die vertikalen Klüfte erreicht. Nach den Erfahrungen vom Bau des Hasenbergstunnels der Stuttgarter S-Bahn können sich dadurch größere Wasserandrangsmengen ergeben. Daher wird im Rahmen der Planfeststellung eine bauzeitliche Grundwasserableitung aus dem Stubensandstein von 15 – 20 l/s (Erstwasserandrang) und 10 – 15 l/s (mittelfristiger Andrang) beantragt

Am Beginn der bergmännischen Bauweise im Bereich Filderportal erfolgt zwischen ca. km 9,6+85 und km 9,7+65 auf rd. 80 m Streckenlänge ein Eingriff in das oberflächennahe Grundwasservorkommen des Angulatensandsteins, dessen Grundwasseroberfläche in diesem Bereich auf ca. 391 - 396 m NN zu liegen kommt. Im Bauwerksverlauf ist somit von erforderlichen Absenkungsbeträgen während des Vortriebs von 9 - 11 m auszugehen. Anhand der im weiteren Bauwerksumfeld im Angulatensandsteinaquifer ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel rd. $2,6 \cdot 10^{-5}$ m/s ist im südlichsten bergmännisch zu erstellenden Tunnelabschnitt von Andrangsmengen von rd. 2 l/s auszugehen. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung kann nach SICHARDT im Mittel mit rd. 100 m veranschlagt werden.

Die bauzeitlich anfallenden Grund- und Sickerwässer sind geordnet zu fassen und entsprechend der jeweiligen Vortriebsbereiche abzuleiten, wobei die im Vortriebsbereich nördlich km 3,6+40 anfallenden Wässer in Richtung Rettungszufahrt Hbf. Süd bzw. Anfahrbaugrube Hbf. Südkopf, die im Streckenbereich km 3,6+40 - km 7,7+00 anfallenden Wässer über den Zwischenangriffsstollen Sigmaringer Straße und die südlich km 7,7+00 anfallenden Wässer in Richtung auf das Portal Filder geführt und an die Erdoberfläche gebracht werden. Die Ableitung der anfallenden Wässer erfolgt unter Vorschaltung von Klär- und Absetzbecken sowie von Neutralisationsanlagen aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingt erhöhten pH-Werte mit Übergabe ~~in die städtische Kanalisation (Streckenabschnitt nördlich km 3,6+40)~~ an das Grundwasser-managementsystem im PFA 1.1, die Weidach (Streckenabschnitt km 3,6+40 - km 7,7+00) bzw. den Hattenbach (Streckenabschnitt km 7,7+00 - km 9,7+65).

Die geplanten Tunnelbauwerke verlaufen in den Durchfahrungsbereichen der o. a. Grundwasservorkommen überwiegend senkrecht bzw. stumpfwinkelig zu dem in östlicher Richtung erfolgendem Grundwasserabstrom im km3s, km4 und he2, so dass Veränderungen der Potential-

verhältnisse infolge von Aufstauwirkungen bei verringertem Durchstromquerschnitt prinzipiell nicht auszuschließen sind.

Hierzu ist jedoch anzuführen, dass im Durchfahrungsbereich des Kiessandsteinaquifers bei einer Eingriffslänge von rd. 100 m, im Durchfahrungsbereich der Stubensandstein-Formation bei Aquifermächtigkeiten von ca. 45 - 75 m sowie im Durchfahrungsbereich des Angulaten-sandsteins bei Verringerung des Abstromquerschnitts um rd. 30 %, ausreichende Unter- bzw. Umströmungsmöglichkeiten bestehen, so dass wesentliche Veränderungen der Potentialverhältnisse über den natürlichen Grundwasserspiegelschwankungsbetrag in den entsprechenden Aquifern nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten sind.

Zur Verhinderung einer Längsläufigkeit im Verlauf der Tunnelbauwerke und zur Aufrechterhaltung der Grundwasserstockwerkstrennung der betroffenen Grundwasservorkommen sind in km ~~5,0+30~~ 4+590, km ~~5,4+50~~ 5+465, km ~~5,7+10~~ 5+720 und km ~~9,1+30~~ 8+950 Dammringe um die Tunnelröhren und Querschotts in Form doppelreihiger Injektionsfächer bei km 0+750 und km 0+910 vorgesehen. Anzahl, Länge und Lage der Grundwassersperrungen werden bauzeitlich in Abhängigkeit von den geologischen Erfordernissen in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde festgelegt.

Die gesamten Tunnelbauwerke sind druckwasserhaltend ausgelegt, so dass im Endzustand keine Ableitungen von Grundwasser mehr erfolgen und sich die natürlichen Grundwasserströmungsverhältnisse wieder einstellen.

Oberflächenwasser

Die Ableitung der im Tunnel anfallenden Oberflächenwässer, i. w. Schlepp-, Leck-, Lösch- und Kondenswasser sowie der im Bereich des Trogbauwerkes im Voreinschnitt Süd anfallenden Oberflächenwässer von rd. 17 l/s auf der Basis eines Berechnungsregens von $q_{15;1} = 128 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ erfolgt dem Tunnellängsgefälle folgend in Richtung Hauptbahnhof. Das anfallende Wasser wird mittels Hebeanlage der städtischen Kanalisation zugeführt.

4 Fildertunnel im Streckenabschnitt km 9,7+65 bis km 9,9+00 (offene Bauweise) und Voreinschnitt Süd im Streckenabschnitt km 9,9+00 bis 10,0+30 mit Rettungsplatz und -zufahrt Filderportal

Bauwerke und Bauausführung

Die in offener Bauweise herzustellenden Tunnelabschnitte zwischen km 9,7+65 und km 9,9+00 werden als Rechteckquerschnitt ausgebildet und weisen eine lichte Fläche über Schienenoberkante von 54,2 m² auf, die im Bereich des Tunnelportals auf 82,7 m² aufgeweitet wird. Zusätzlich werden in diesem Einfahrbereich in jeder Tunnelröhre seitlich Luftschächte von ca. 15 - 22,5 m² Querschnittsfläche bis an die Geländeoberfläche geführt. Die Tunnel werden analog zu den bergmännischen Tunnelabschnitten **druckwasserhaltend** ausgebildet. Im südlich anschließenden Voreinschnittsbereich wird zwischen km 9,9+00 und 10,0+20-083 ein Trogbauwerk erforderlich, das je Gleis aus einem u-förmigen Betontrog mit einer lichten Weite von 6,9 m besteht. Die verbleibende Höhe zwischen Geländeoberkante und Oberkante Trogwand wird abgeböschet. Die Tröge werden **druckwasserhaltend** ausgeführt, wobei die Auftriebssicherheit der Bauwerke durch deren Eigengewicht sichergestellt wird.

Grundwasser

Im Streckenabschnitt km 9,7+65 - km 10,0+30 durchfährt die NBS-Trasse von Nord nach Süd ansteigend die Gesteinsabfolgen des Unteren Schwarzjura, die sich aus dem Pylonotenton (he1) und dem hangenden Angulatensandstein (he2) zusammensetzt, und die überlagernden quartären Lockersedimente (q).

In den in offener Bauweise zu erstellenden Tunnelabschnitten zwischen km 9,7+65 und km 9,9+00 sowie der südlich anschließenden Einschnittsstrecke bis in Höhe ca. km 9,9+65 kommt es auf ca. 200 m Streckenlänge zu einem Eingriff in das oberflächennah ausgebildete Grundwasservorkommen im Angulatensandstein, dessen Grundwasserspiegeloberfläche im Durchfahrungsbereich bei MW-Verhältnissen von ca. 392 m NN in Höhe km 9,7+65 auf ca. 385 m NN in Höhe ca. km 9,9+65 nach Süden abfällt. Im Bauwerksverlauf ist somit von erforderlichen Absenkungsbeträgen während des Baugrubenaushubs von bis zu rd. 8 m auszugehen. Anhand der im weiteren Bauwerks Umfeld im Angulatensandsteinaquifer ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten von im Mittel rd. $2,6 \cdot 10^{-5}$ m/s ist in den in offener Bauweise zu erstellenden Tunnelabschnitten und dem südlich anschließenden Einschnittsbereich mit

einem Erstwasserandrang von rd. 5 - 6 l/s zu rechnen, der sich mittelfristig aufgrund des vgl. kleinen Einzugsgebietes auf rd. 2 - 3 l/s reduzieren wird.

Die Reichweite der Grundwasserabsenkung kann nach SICHARDT mit rd. 80 - 180 m im Bereich des Tunnelbauwerks angegeben werden, wobei sich die Absenkungsreichweite im Einschnittsbereich bis in Höhe ca. km 9,9+50 auf rd. 25 m reduziert.

Die bauzeitlich anfallenden Grund- und Sickerwässer sind geordnet zu fassen, aus der Baugrube zu heben und unter Vorschaltung von Klär- und Absetzbecken sowie einer Neutralisationsanlage aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingt erhöhten pH-Werte in den Hattenbach zu leiten.

Die in offener Bauweise zu erstellenden Tunnelbauwerke und die südlich anschließende Einschnittsstrecke verlaufen nach derzeitigem Kenntnisstand annähernd senkrecht bis stumpfwinklig zu dem in östlicher Richtung zur Körsch erfolgenden Grundwasserabstrom im oberflächennahen Grundwasservorkommen, so dass Veränderungen der Potentialverhältnisse durch Aufstaueffekte infolge einer Verringerung des Durchstromquerschnitts im betroffenen Aquifer zu besorgen sind. Im Zuge der Bauausführung sind daher an geeigneter Stelle Umläufigkeitssysteme in Form von Filterdränmatten vorgesehen, um Aufstaueffekten vorzubeugen und die natürlichen Grundwasserströmungsverhältnisse aufrecht zu erhalten.

Zur Verhinderung einer Längsläufigkeit entlang der Bauwerke in Richtung auf die südlich anschließenden Tröge sind Querschotts in Abständen von ca. 50 m vorgesehen.

Nach Fertigstellung der Tunnelbauwerke und der südlich anschließenden Trogbauwerke, die mit einem Grundwasserspiegelbegrenzungssystem in Höhe des mittleren Grundwasserspiegels versehen sind, erfolgen keine dauerhaften Grundwasserableitungen, da die Bauwerke druckwasserhaltend ausgeführt werden. Die episodisch auftretenden Grundwasserstandsspitzen im Niveau über MW+1,5m-Verhältnissen werden im Bereich des Trogbauwerks gekappt und zur Vorflut abgeleitet.

Oberflächenwasser

Die Ableitung der in der Baugrube und der Baustelleneinrichtungsfläche anfallenden Oberflächenwässer von 167 l/s bzw. 144 l/s auf der Basis eines Berechnungsregens von $q_{15;1} = 128 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ erfolgt über ausreichend dimensionierte Absetzbecken mit Ölabscheider, die im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche angeordnet sind und eine Vorflut in Richtung Hattenbach besitzen.

Im Endzustand erfolgt die Ableitung der im Voreinschnittsbereich anfallenden Oberflächenwässer getrennt für die Trog- und Böschungsbereiche. In den beiden Trögen wird das Niederschlagswasser von rd. 17 l/s am Übergang zum Tunnel gefasst und über die Tunnellängsentwässerung in Richtung Hauptbahnhof geführt und dort in die städtische Kanalisation geleitet.

Die Böschungen im Bereich des Troges, der Rettungsplatz und dessen Zufahrt sowie die östlich ab km 10,0+20-083 anschließende Erdbaustrecke entwässern über einen neu zu erstellenden Regenwasserkanal direkt in den Hattenbach. Bei Ansatz eines Berechnungsregens von $q_{10;1} = 160 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ fallen im Bereich der Trogböschungen, der Erdbaustrecke nördlich des Hattenbaches und des Rettungsplatzes einschließlich Rettungszufahrt im PFA 1.2 rd. 65 l/s Oberflächenwasser zur Einleitung an, die in vorflutverträglicher Form erfolgt.

5 Zuführungen in Richtung Ober-/Untertürkheim im Streckenabschnitt km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 bis km 0,8+55 bzw. km 1,1+55

Bauwerke und Bauausführung

Im Anschluss an die Verzweigungsbauwerke im Bereich von km 0,6+56 bzw. km 0,6+62 bis km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 verlaufen die Zuführungen Richtung Ober-/Untertürkheim in eingleisigen Tunnelröhren nach Südosten bzw. Osten. Bei ca. km 1,0+35 bzw. km 1,0+88 kreuzt dabei die eingleisige Tunnelröhre Richtung Ober-/Untertürkheim die eingleisigen Tunnelröhren des Fildertunnels. Der Kreuzungsbereich wird bergmännisch aufgefahren, wobei zwischen der Tunnelfirste der Tunnelröhre Richtung Ober-/Untertürkheim und den Sohlen der beiden Tunnelröhren des Fildertunnels ein Gebirgspfeiler von ca. 3 m verbleibt. Die Tunnelbauwerke werden **druckwasserhaltend** ausgeführt.

Die Tunnelröhren kommen in der Außenzone des abgegrenzten Heilquellenschutzgebietes für die Mineral- und Heilquellen in Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg (REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART, 2002) zu liegen.

Grundwasser

Die Zuführungen Richtung Ober-/Untertürkheim durchfahren im Anschluss an die Verzweigungsbauwerke bis zur Planfeststellungsgrenze in km 0,8+55 bzw. km 1,1+55 die primär sulfathaltigen, teilausgelaugten Gipskeuperschichten und anschließend die unausgelaugten Gipskeuperschichten im stratigraphischen Niveau des Bochinger Horizontes (km1BH) und der überlagernden Dunkelroten Mergel (km1DRM), wobei die Tunnelsohle der beiden eingleisigen Tunnelröhren im gesamten Streckenabschnitt im Bochinger Horizont zu liegen kommt.

Im Streckenabschnitt der Zuführung in Richtung Ober-/Untertürkheim (Achse 61) ab Verzweigungsbauwerk kommt es nach derzeitigem Kenntnisstand zu Eingriffen in das gespannte Grundwasservorkommen im teil- / unausgelaugten Bochinger Horizont, dessen Grundwasserspiegel im Niveau 228 m NN (aufgrund Potenzialsprungphänomen) bis 237 m NN zu erwarten ist. Im Streckenverlauf der Zuführung ist somit - bezogen auf die jeweiligen Tunnelsohlen - mit Druckhöhen (erforderlichen Absenkbeträgen) von 5 m bis zu 14 m zu rechnen. Im Bauwerks-umfeld wurden für den Streckenabschnitt zwischen Verzweigungsbauwerk und Anhydritspiegel (km 0,9+30) im Bochinger Horizont Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel $2,5 \approx 10^{-5}$ m/s ermittelt. Für diese teilausgelaugten Gebirgsbereiche (siehe Kapitel 2) ist bei Ansatz eines mittleren Absenkbetrages von 10 m von Wasserandrangsmengen aus dem km1BH von rd. 5,3 l/s (Erstwasserandrang) auszugehen. Dieser Wasserandrang

wird sich aufgrund des nach Süden hin durch den Anhydritspiegel begrenzten Aquifers bauzeitlich deutlich auf Werte um ca. 2 l/s verringern. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung ist nach SICHARDT im Mittel mit rd. 100 m zu veranschlagen.

Beim Vortrieb der Achse 61 erfolgt im Durchfahrbereich der Dunkelroten Mergel (km1DRM) zwischen dem Ende des Verzweigungsbaues bis zum Erreichen des Anhydritspiegels auf rd. 160 m Tunnelstrecke ein Eingriff in das bereichsweise gespannte obere Grundwasservorkommen im km1DRM, dessen Spiegelfläche bei etwa 250 m NN liegt. Im Bauwerksverlauf ist damit - bezogen auf die Tunnelsohlen - von Druckhöhen (erforderlichen Absenkungsbeträgen) von bis zu ca. 22 m auszugehen. Anhand der im Bauwerksumfeld in den Dunkelroten Mergeln ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel rd. $9 \approx 10^{-6}$ m/s für ausgelaugte Gebirgsbereiche kann die Reichweite der Grundwasserabsenkung nach SICHARDT mit rd. 200 m veranschlagt werden. Nach DUPUIT berechnet sich der Grundwasserandrang aus den Dunkelroten Mergeln für die rd. 160 m lange Tunnelstrecke mit 16,0 l/s. Dieser sehr hohe Grundwasserandrang wird voraussichtlich nur kurzzeitig (Erstwasserandrang) auftreten, da der Aquifer durch den Anhydritspiegel nach Süden begrenzt wird und das Einzugsgebiet somit nur gering ist. Mit zunehmender Bauzeit wird sich der Wasserandrang aus den Dunkelroten Mergeln vermutlich auf Andrangsraten von rd. 3 l/s verringern.

Im Streckenabschnitt der Zuführungen in Richtung Ober-/Untertürkheim (Achse 62) ab Verzweigungsbaues kommt es nach derzeitigem Kenntnisstand zu Eingriffen den Bochinger Horizont, dessen Grundwasserspiegel im Niveau 228 m NN bis 230 m NN (aufgrund Potenzialsprungphänomen) zu erwarten ist. Im Streckenverlauf der Zuführung ist somit - bezogen auf die jeweiligen Tunnelsohlen mit erforderlichen Absenkungsbeträgen von nur 1 m bis 2 m zu rechnen. Im Bauwerksumfeld wurden für den Streckenabschnitt zwischen Verzweigungsbaues und Anhydritspiegel (km 0,8+35) im Bochinger Horizont Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel $2,5 \approx 10^{-5}$ m/s ermittelt. Für diese teilausgelaugten Gebirgsbereiche (siehe Kapitel 2) ist bei Ansatz eines mittleren Absenkungsbetrages von 2 m von Wasserandrangsmengen aus dem km1BH von bis zu rd. 1 l/s auszugehen. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung ist mit rd. 10 bis 20 m zu veranschlagen.

Beim Vortrieb der Achse 62 erfolgt im Durchfahrbereich der Dunkelroten Mergel (km1DRM) zwischen dem Ende des Verzweigungsbaues bis zum Erreichen des Anhydritspiegels auf rd. 23 m Tunnelstrecke ein Eingriff in das bereichsweise gespannte obere Grundwasservorkommen im km1DRM, dessen Spiegelfläche bei etwa 248 m NN liegt. Im Bauwerksverlauf ist damit - bezogen auf die Tunnelsohlen - von Druckhöhen (erforderlichen Absenkungsbeträgen) von bis zu ca. 22 m auszugehen. Anhand der im Bauwerksumfeld in den Dunkelroten Mergeln ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel rd. $9 \approx 10^{-6}$ m/s für ausgelaugte Gebirgsbereiche kann die Reichweite der Grundwasserabsenkung nach SICHARDT mit rd. 150 m veranschlagt werden. Nach DUPUIT berechnet sich der Grundwasserandrang aus den Dunkelroten Mergeln für die rd. 23 m lange Tunnelstrecke mit 2,2 l/s. Dieser hohe Grundwasserandrang wird voraussichtlich nur kurzzeitig (Erstwasserandrang) auftreten, da der Aquifer durch den Anhydritspiegel nach Süden begrenzt wird und das Einzugsgebiet somit nur gering ist. Mit zuneh-

mender Bauzeit wird sich der Wasserandrang aus den Dunkelroten Mergeln vermutlich auf Andrangsraten von rd. 0,5 l/s verringern.

Die beim Tunnelvortrieb bauzeitlich anfallenden Grund- und Sickerwässer sind geordnet zu fassen und an die Erdoberfläche zu führen. Die Ableitung der anfallenden Wässer erfolgt über Absetz- und Klärbecken sowie einer Neutralisationsanlage aufgrund der zu erwartenden bau-stoffbedingt erhöhten pH-Werte mit Übergabe in die städtische Kanalisati-on.

Die geplanten Tunnelbauwerke verlaufen in den Durchfahrbereichen überwiegend parallel bzw. spitzwinkelig zu der auf das Nesenbachtal ausgerichteten Grundwasserströmung, so dass Veränderungen der Po-tentialverhältnisse infolge von Aufstauwirkungen bei verringertem Durch-stromquerschnitt, die über den natürlichen Grundwasserspiegel-schwankungsbetrag hinausgehen, nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten sind.

Die geplanten Tunnelbauwerke sind druckwasserhaltend ausgelegt, so dass im Endzustand keine Ableitung von Grundwasser erfolgt und sich die natürlichen Grundwasserverhältnisse wieder einstellen können.

Zur Vermeidung von Längsläufigkeiten werden beim Tunnel in Richtung Ober-/Untertürkheim (Achse 61) bei km ~~0,8+10~~ 0,8+46 ein Querschott und bei km ~~0,9+10~~ 0,9+40 ein Dammring eingebaut. Gleiches erfolgt beim Tunnel aus Richtung Ober-/Untertürkheim (Achse 62), wobei hier das Querschott bei km ~~0,7+30~~ 0,7+31 und der Dammring bei km ~~0,8+00~~ 0,8+10 hergestellt wird. Anzahl, Länge und Lage der Grundwassersperren werden bauzeitlich in Abhängigkeit von den geologischen Erfordernissen in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde festgelegt.

Oberflächenwasser

Im Verlauf der Zuführungen Richtung Ober-/Untertürkheim fallen bau-zeitlich wie auf Dauer keine Oberflächenwässer an.

6a Zwischenangriff Sigmaringer Straße in km 5,4+50

Bauwerke und Bauausführung

Für den Vortrieb des Fildertunnels ist ein Zwischenangriffspunkt bei km 5,4+50 vorgesehen. Der Zwischenangriff dient als Zugang zur Herstellung des Tunnelabschnittes von ca. km 3,6+40 bis km 7,7+00. Das Portal des Stollens liegt auf einer Wiesenfläche südwestlich von Degerloch im Zwinkel zwischen der B27 und der Sigmaringer Straße. In diesem Bereich kommen auch die Zufahrt und die Baustelleneinrichtungsflächen zu liegen.

Der Stollen wird auf einer Länge von ca. 1.392 m an den Fildertunnel herangeführt, wo er bei ca. km 5,4+50 auf die Trasse des Fildertunnels trifft. Am Eintrittsbereich zum Stollen beträgt dessen Gradientenhöhe ca. 444 m NN, zum Erreichen der Gradientenhöhe des Fildertunnels wird damit ein Längsgefälle des Stollens von ca. 10,8 % notwendig.

Zum Portal des Stollens führt eine ca. 110 m lange Rampe mit Einschnitt, welche ebenfalls mit einem Längsgefälle von ca. 10,8 % hergestellt wird.

Der Stollen wird in Spritzbetonmethode aufgeföhren, wobei ein Maulprofil vorgesehen ist, welches zur Befahrbarkeit durch Baustellenfahrzeuge ein Lichtraumprofil mit einer Breite von ca. 8,8 m und einer Höhe von 10,3 m aufweist. Nach Fertigstellung des Fildertunnels wird der Stollen vollständig verfüllt, sowie im Bereich der Zufahrtsrampe und der Baustelleneinrichtungsflächen der bisherige Nutzungszustand soweit als möglich wieder hergestellt.

Grundwasser

Der Zwischenangriffsstollen Sigmaringer Straße durchörtert vom Anbindungspunkt an das westliche Tunnelbauwerk in km 5,4+50 (Station 1,3+60) bis zum Stollenportal in ca. Station 0,1+10 die Gesteinsabfolge des Sandsteinkeupers von den Bunten Mergeln (km3) bis zum Angulatusandstein des Schwarzjura (he2). Die westlich anschließende Rampe verläuft von ca. Station 0,0+00 bis Station 0,1+10 in Einschnittslage innerhalb des Angulatusandsteins (he2) und der Pylonotone (he1) des Schwarzjura mit überlagernden quartären Lockersedimenten. Im Verlauf des Zwischenangriffsstollen Sillenbuch kommt es zu Eingriffen in die grundwasserführenden Schichteinheiten des Kieselsandstein (km3s), der Stubensandstein-Formation (km4) sowie des Schwarzjura (he1-2).

Im Durchfahrbereich des Kieselsandsteins (km3s) zwischen ca. 1,1+90 und ca. Station 1,3+20 kommt es auf rd. 130 m Stollenlänge zu einem Eingriff in den gespannten Kieselsandsteinaquifer, dessen Druckspiegel hier bei rd. 355 m NN zu liegen kommt. Im Stollenverlauf ist somit - bezogen auf die Bauwerkssohle - von Druckhöhen (erforderlichen Absenkbeträgen) von bis zu 45 m auszugehen. Anhand der im weiteren Bauwerksumfeld im Kieselsandsteinaquifer ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel rd. $2,0 \cdot 10^{-7}$ m/s ist nach DUPUIT von Andrangsmengen von rd. 1,5 l/s (Erstwasserandrang) im Durchfahrbereich auszugehen. Bei quasistationären Verhältnissen wird sich der Wasserandrang auf etwa 0,5 l/s reduzieren. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung kann nach SICHARDT mit rd. 60 m angegeben werden.

Im Durchfahrbereich der Stubensandstein-Formation (km4) von ca. Station 0,5+90 bis ca. Station 1,1+60 kommt es zwischen ca. Station 0,6+40 und ca. Station 1,1+60 auf rd. 520 m Länge zu einem Eingriff in den hier ungespannten Stubensandsteinaquifer, dessen Grundwasseroberfläche in diesem Bereich auf ca. 365 - 370 m NN zu liegen kommt. Im Stollenverlauf ist somit - bezogen auf die Bauwerkssohle - von Druckhöhen (erforderlichen Absenkbeträgen) von bis zu ca. 40 m auszugehen. Anhand der im weiteren Bauwerksumfeld im Stubensandsteinaquifer ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel rd. $2,6 \cdot 10^{-7}$ m/s (nördlicher Filderbereich) ist von Andrangsmengen von 3,0 l/s auszugehen. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung kann nach SICHARDT in Abhängigkeit vom Absenkbetrag mit bis zu rd. 70 m angegeben werden. Bei der Ermittlung des Wasserandrangs ist jedoch zu beachten, dass die vertikalen Erkundungsbohrungen das weitständige Kluftsystem des Stubensandsteins nur schlecht aufschließen. Im Unterschied dazu wird durch den Ausbruch des Tunnelquerschnitts ein guter Anschluss an die vertikalen Klüfte erreicht. Nach den Erfahrungen vom Bau des Hasenbergstunnels der Stuttgarter S-Bahn können sich dadurch größere Wasserandrangsmengen ergeben. Daher wird im Rahmen der Planfeststellung eine bauzeitliche Grundwasserableitung aus dem Stubensandstein von 5 l/s (Erstwasserandrang) und 3...4 l/s (mittelfristiger Andrang) beantragt.

Im Durchfahrbereich des Angulatensandsteins (he2) zwischen ca. 0,0+60 und ca. Station 0,2+00 kommt es auf rd. 140 m Länge zu einem Eingriff in den Aquifer, dessen Grundwasserspiegel hier bei rd. 435...437 m NN zu liegen kommt. Im Voreinschnitt bzw. im Stollenverlauf ist somit - bezogen auf die Bauwerkssohle - von erforderlichen Absenkbeträgen von bis zu 5 m auszugehen. Anhand der im weiteren Bauwerksumfeld im Angulatensandsteinaquifer ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte von im Mittel rd. $3,0 \cdot 10^{-5}$ m/s ist nach DUPUIT von Andrangsmengen von rd. 2,5 l/s im Durchfahrbereich auszugehen. Bei quasistationären Verhältnissen wird sich der Wasserandrang auf etwa 2,0 l/s reduzieren. Die Reichweite der Grundwasserabsenkung kann nach SICHARDT mit rd. 90 m angegeben werden.

Im Bereich des Stollens ist zudem mit Schicht-/Grundwasserzutritten aus dem Knollenmergel und den Pylonotentonen (Schwarzjura) von jeweils bis zu 0,5 l/s zu rechnen.

Die bauzeitlich anfallenden Grund- und Sickerwässer von bis zu 30 l/s (bis zu rd. 10 l/s aus dem Zwischenangriff und bis zu 20 l/s aus den Vortriebsbereichen des Fildertunnels von km 3+640 bis km 7+700) werden geordnet gefasst und entgegen dem Längsgefälle des Stollens (fallender Vortrieb) an die Erdoberfläche geführt. Die Ableitung der anfallenden Wässer erfolgt unter Vorschaltung von Klär- und Absetzbecken sowie einer Neutralisationsanlage aufgrund der zu erwartenden baustoffbedingt erhöhten pH-Werte in die Weidach.

Das geplante Stollenbauwerk verläuft nach derzeitigem Kenntnisstand in den Durchfahrungsbereichen der o. a. Grundwasservorkommen überwiegend senkrecht bzw. stumpfwinkelig zu dem in östlicher Richtung erfolgendem Grundwasserabstrom im km3s, km4 und he2, so dass Veränderungen der Potentialverhältnisse infolge von Aufstauwirkungen bei verringertem Durchstromquerschnitt prinzipiell nicht auszuschließen sind. Hierzu ist jedoch anzuführen, dass im Durchfahrungsbereich des Kieselsandsteinaquifers bei einer Eingriffslänge von rd. 130 m und im Stollen-Durchfahrungsbereich des Angulatensandsteins über rd. 50 m eine seitliche Umströmung möglich ist. Im Durchfahrungsbereich der Stubensandstein-Formation ist bei Aquifermächtigkeiten von ca. 60 m eine Verringerung des Abstromquerschnitts nur um rd. 20 % gegeben, so dass ausreichende Unter- bzw. Umströmungsmöglichkeiten bestehen. Wesentliche Veränderungen der Potentialverhältnisse über den natürlichen Grundwasserspiegelschwankungsbetrag in den entsprechenden Aquiferen hinaus sind daher nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

Zur Verhinderung einer Längsläufigkeit in Richtung auf das Tunnelbauwerk und zur Aufrechterhaltung der Grundwasserstockwerkstrennung der betroffenen Grundwasservorkommen im km3s, km4 und he2 sind bei Station 0,4+00, Station 1,1+80 und Station 1,3+40 Dammringe vorgesehen. Nach Fertigstellung des Tunnelbauwerks wird der Zwischenangriffstollen Sigmaringer Straße vollständig mit anfallendem, nicht kontaminiertem Ausbruchmaterial bzw. im Bereich der Grundwassersperren mit bindigem Bodenmaterial und ggf. Injektionsgut verpresst bzw. verfüllt, so dass im Endzustand keine Ableitungen mehr erfolgen und sich die natürlichen Grundwasserströmungsverhältnisse wieder einstellen.

Oberflächenwasser

Die Ableitung der im Bereich der Baugrube (Rampeneinfahrt) und der Baustellenrichtungsfläche anfallenden Oberflächenwässer erfolgt über das im Bereich der Baugrube angeordnete Rückhalte-/Absetzbecken mit Ölabscheider. Auf der Basis eines Berechnungsregens von $q_{15;1} = 128 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ ergibt sich für die Baustelleneinrichtungsflächen eine abzuleitende Gesamtwasserrate von 426 l/s. Als Ableitungsrate aus dem Becken ist - unter Berücksichtigung des anfallenden Grundwassers von bis zu 30 l/s - bis zu 50 l/s vorgesehen. Das Wasser wird über eine Rohrleitung in die Weidach als Vorfluter eingeleitet.

Anhang

Wasserrechtliche Tatbestände PFA 1.2 (Tabellen)

Benutzung nach § 39, Abs. 1, Ziffer 6–5 WHG: Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser

b) bauzeitlich

Streckenabschnitt	Zweck der Maßnahme	betroffene geologische Schichten	Tiefe der Grundwasserabsenkung (Absenkziel)	Reichweite der Grundwasserabsenkung	Für MW-Verhältnisse geschätzte Wassermengen	Einleitungsstelle	Beginn der Benutzung	Dauer der Benutzung	Fundstellen für: a) bauliche Gestaltung der erforderlichen Anlagen b) erwartete Wasserqualität mit Hinweis auf erforderliche Reinigungsmaßnahmen c) sonstige Pläne und Unterlagen
Fildertunnel km 0,4+32 bis km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 einschl. Verbindungsbau werke	Trockenlegung Vortriebs- bereich	km1DRM - km1BH	km1DRM/km1BB: bis ca. 22 m km1BH: bis ca. 4 m (Vortriebssohle, Tunnel: 226,5 - 228,0 m NN, Vortriebssohle, Stollen: 229,0 - 242,0 m NN)	km1DRM/ km1BB: bis 200 m km1BH: 50 – 220 m	km1BH/DRM A: 4,0 – 8,5 l/s pro 80 m Tunnelab- schnitt B: 2,0 - 5,0 l/s pro 80 m Tunnelab- schnitt	städtische Kanalisation ggf. Infiltration	Bau- beginn	4 Jahre ¹⁾	a) abschnittsweiser Tunnelvortrieb mit vorgezogenem Einbau der Tunnelinnenschale mit Längen von bis zu 100 m c) Tunnelbautechnisches Gutachten
Fildertunnel km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 - km 9,7+65 einschl. Verbindungsbau werke	Trockenlegung Vortriebs- bereich	he2 - km1BH	he2: ca. 5 - 8 m (385,0 - 387,0 m NN) km4: max. ca. 50 m (Vortriebssohle: 310,0 – 353,5 m NN) km3s: bis ca. 35 m (rd. 305 m NN) km2s: bis zu ca. 9 m (Vortriebssohle: 287,5 - 295,0 m NN) km1BH: bis zu ca. 5 m (Vortriebssohle: 228,0 - 232,5 m NN)	he2: rd. 100 m km4: rd. 30 – 50 m km3s: rd. 50 m km2s ²⁾ : rd. 50 m km1BH: rd. 200 m	he2 A: 2 l/s B: 1 - 2 l/s km4 A: 15 – 20 l/s B: 10 – 15 l/s km3s A: 1 l/s B: 0,5 - 1 l/s km2s ²⁾ A: 1,6 l/s B: rd. 1 l/s km1BH A: 3,0 l/s B: 2,0 l/s	städtische Kanalisation, Kleinhohen- heimer Bach, Weidach Hattenbach	Bau- beginn	4,5 Jahre	
Fildertunnel (off. Bauweise) und Voreinschnitt Süd km 9,7+65 - km 10,0+30	Trockenlegung Baugrube	q, he2, he1	he2: bis ca. 8 m (0,5 m unter Baugrubensohle: 378,0 - 384,0 m NN)	he2: max. ca. 120 m	he2 A: 5 - 6 l/s B: 2 - 3 l/s	Hattenbach	Bau- beginn	30 Monate 4,5 Jahre ²⁾	

Streckenabschnitt	Zweck der Maßnahme	betroffene geologische Schichten	Tiefe der Grundwasserabsenkung (Absenkziel)	Reichweite der Grundwasserabsenkung	Für MW-Verhältnisse geschätzte Wassermengen	Einleitungsstelle	Beginn der Benutzung	Dauer der Benutzung	Fundstellen für: a) bauliche Gestaltung der erforderlichen Anlagen b) erwartete Wasserqualität mit Hinweis auf erforderliche Reinigungsmaßnahmen c) sonstige Pläne und Unterlagen
Zuführung in Richtung Ober-/Untertürkheim (Achse 62) km 0,7+20 bis km 1,1+55	Trockenlegung Vortriebsbereich	km1DRM, km1BH	km1BH: bis zu 2 m km1DRM: bis zu 22 m (Vortriebssohle: 225,0 m NN)	km1BH: rd. 10-20 m km1DRM: rd. 150 m	km1BH A: 1 l/s B: 0,5 - 1 l/s km1DRM A: 2,2 l/s B: 0,5 l/s	städtische Kanalisation	10 Monate nach Baubeginn	8 Monate	
Zuführung aus Richtung Ober-/Untertürkheim (Achse 61) km 0,7+05 bis km 0,8+55	Trockenlegung Vortriebsbereich	km1DRM, km1BH	km1BH: ca. 5 – 14 m km1DRM: bis zu 22 m (Vortriebssohle: 220,0 – 228,0 m NN)	km1BH: rd. 100 m km1DRM: rd. 200 m	km1BH A: < 1 l/s B: rd. 1 l/s	städtische Kanalisation	10 Monate nach Baubeginn	8 Monate	
Rettungszufahrt Hbf. Süd Km 0,6+80	Trockenlegung Vortriebsbereich	km1MGH - km1DRM	Km1DRM/km1BB: bis ca. 19 m km1BH: bis ca. 4 m (Stollen: 229,0 - 242,0 m NN)	km1DRM/km1BB: bis 200 m km1BH: 50 – 220 m	km1DRM A: 6 l/s B: 4,0 - 5,0 l/s	städtische Kanalisation ggf. Infiltration	Baubeginn	6 Monate	

Streckenabschnitt	Zweck der Maßnahme	betroffene geologische Schichten	Tiefe der Grundwasserabsenkung (Absenkziel)	Reichweite der Grundwasserabsenkung	Für MW-Verhältnisse geschätzte Wassermengen	Einleitungsstelle	Beginn der Benutzung	Dauer der Benutzung	Fundstellen für: a) bauliche Gestaltung der erforderlichen Anlagen b) erwartete Wasserqualität mit Hinweis auf erforderliche Reinigungsmaßnahmen c) sonstige Pläne und Unterlagen
Zwischenangriffsstollen Sigmaringer Straße Station 0,0+00 – Station 1,3+92	Trockenlegung Vortriebsbereich	q, he2 - km3s	he2: bis zu 5 m (Vortriebssohle: 422,0 - 437,5 m NN) km4: bis zu 40 m (Vortriebssohle: 319,0 - 380,0 m NN) km3s: bis zu 45 m (rd. 299,0 – 315,5 m NN)	he2: bis zu rd. 90 m km4: bis zu rd. 70 m km3s: bis zu rd. 60 m	he2 A: 2,5 l/s B: 2 l/s he1: <0,5 l/s km5: <0,5 l/s km4 A: 5 l/s B: 3 - 4 l/s km3s A: 1,5 l/s B: 0,5 l/s	Weidach	Baubeginn	4,5 Jahre	

Legende:

- A: = instationärer Erstwasserandrang
B: = mittelfristiger (quasi) stationärer Wasserandrang im jeweiligen Durchfahrungsbereich

- 1) = Zeitbedarf bedingt durch abschnittweisen Vortrieb mit Abschnittlängen < 100 m von zweigleisigen Tunnelröhren mit Teilausbruch (Ulmenstollen) zur Minimierung der wasserwirtschaftlichen Auswirkungen
2) = Höherer Zeitbedarf ergibt sich aus der vertiefenden Planung des Bauablaufkonzeptes

Benutzung nach § 39, Abs. 1, Ziffer 6-5 WHG: Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser

a) dauerhaft

Streckenabschnitt	Zweck der Maßnahme	betroffene geologische Schichten	Tiefe der Grundwasserabsenkung (Absenkziel)	Reichweite der Grundwasserabsenkung	für MW-Verhältnisse geschätzte Wassermengen	Einleitungsstelle	Fundstellen für: a) bauliche Gestaltung der erforderlichen Anlagen b) erwartete Wasserqualität mit Hinweis auf erforderliche Reinigungsmaßnahmen c) sonstige Pläne und Unterlagen
Fildertunnel einschließlich Rettungszufahrt Hauptbahnhof Süd km 0,4+32 bis km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 einschl. Verbindungsbauwerke	keine dauerhafte Grundwasserableitung						a) druckwasserhaltende Tunnelausführung
Fildertunnel km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 - km 9,7+65 einschl. Verbindungsbauwerke	keine dauerhafte Grundwasserableitung						a) druckwasserhaltende Tunnelausführung
Fildertunnel und Voreinschnitt Süd km 9,7+65 - km 10,0+30	Grundwasserspiegelbegrenzung im Bereich des Troges	q, he2, he1	MW+1,5 m (ca. 385,5 – 389,9 m NN)	he2: wenige Meter bei Wasserspiegellagen über MW+1,5 m	Ableitung bei Wasserspiegellagen über MW+1,5 m	Hattenbach	a) druckwasserhaltende Tunnel- und Trogausführung mit Umläufigkeitssystem und Grundwassersperrern
Zuführungen in und aus Richtung Ober-/ Untertürkheim (Achsen 61 und 62) km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 - km 0,8+55 bzw. km 1,1+55	keine dauerhafte Grundwasserableitung						a) druckwasserhaltende Tunnelausführung

Streckenabschnitt	Zweck der Maßnahme	betroffene geologische Schichten	Tiefe der Grundwasserabsenkung (Absenkziel)	Reichweite der Grundwasserabsenkung	für MW-Verhältnisse geschätzte Wassermengen	Einleitungsstelle	Fundstellen für: a) bauliche Gestaltung der erforderlichen Anlagen b) erwartete Wasserqualität mit Hinweis auf erforderliche Reinigungsmaßnahmen c) sonstige Pläne und Unterlagen
Zwischenangriffsstollen Sigmaringer Straße Station 0,0+00 - Station 1,3+92	keine dauerhafte Grundwasserableitung					a) Rückverfüllung des Stollenbauwerks	

Benutzung nach § 39, Abs. 1, Ziffer 5.4 WHG Einleiten von Stoffen in das Grundwasser Gewässer

a) dauerhaft

Abschätzung des Eintrags an Verpressmitteln in den Untergrund (PFA 1.2)

Bergmännische Tunnel (ausgelaugter Gipskeuper)

Tunnelabschnitt		Geologische Formation	Einbringung von Verpressmitteln				Bemerkungen
von [km]	bis [km]		Zweck / Art	Menge Gesamt [m³]	Davon unterhalb GW-Spiegel [%]	Reichweite [m]	
0+432 0+000 0+655	0+670 ¹⁾ 0+040 ⁵⁾ 0+670 ⁴⁾	Ausgelaugter Gipskeuper	Anker / Verpressmörtel	422	ca. 100	0 - 0,3 ⁹⁾	
			IBO-Spieße / Verpressmörtel	296	ca. 100	0 - 0,3 ⁹⁾	
			Rohrschirme / Verpressmörtel	499	ca. 100	0 - 0,3 ¹⁰⁾	
			Abdichtungsinjektion / Zementsuspension	360	ca. 70	0,5 - 3,0 ¹¹⁾	
			Hebungsinjektion / Verpressmörtel	485	0	-	
			Spritzbeton	9.952	ca. 100	-	

Bergmännische Tunnel (unausgelaugter Gipskeuper)

Tunnelabschnitt		Geologische Formation	Einbringung von Verpressmitteln				Bemerkungen
von [km]	bis [km]		Zweck / Art	Menge Gesamt [m³]	Davon unterhalb GW-Spiegel [%]	Reichweite [m]	
0+670	5+040 ¹⁾	Unausgelaugter Gipskeuper	Anker / Verpressmörtel	178	ca. 100	0 - 0,1 ⁵⁾	
			IBO-Spieße / Verpressmörtel	-	ca. 100	-	
0+040	0+158 ⁵⁾		Rohrschirme / Verpressmörtel	-	ca. 100	-	
0+670	0+855 ⁴⁾		Spritzbeton	44.715	ca. 100	-	
0+670	1+155 ⁴⁾						

Bergmännische Tunnel (Schilfsandstein, UBM, Kieselsandstein, OBM)

Tunnelabschnitt		Geologische Formation	Einbringung von Verpressmitteln				Bemerkungen
von [km]	bis [km]		Zweck / Art	Menge Gesamt [m³]	Davon unterhalb GW-Spiegel [%]	Reichweite [m]	
5+040 1+100	5+920 ¹⁾	Schilfsandstein, UBM,	Anker / Verpressmörtel	426	ca. 100	0 - 0,2 ⁷⁾	
			IBO-Spieße / Verpressmörtel	321	ca. 100	0 - 0,2 ⁷⁾	
	1+392 ²⁾	Kieselsandstein, OBM	Rohrschirme / Verpressmörtel	-	ca. 100	0 - 0,2 ⁸⁾	
			Spritzbeton	17.260	ca. 100	-	

Bergmännische Tunnel (Stubensandstein)

Tunnelabschnitt		Geologische Formation	Einbringung von Verpressmitteln				Bemerkungen
von [km]	bis [km]		Zweck / Art	Menge Gesamt [m³]	Davon unterhalb GW-Spiegel [%]	Reichweite [m]	
5+920 0+620	8+400 ¹⁾	Stubensandstein	Anker / Verpressmörtel	1.132	ca. 100	0 - 0,2 ⁷⁾	
			IBO-Spieße / Verpressmörtel	2.420	ca. 100	0 - 0,2 ⁷⁾	
	1+100 ²⁾		Rohrschirme / Verpressmörtel	-	ca. 100	0 - 0,2 ⁸⁾	
			Spritzbeton	50.597	ca. 100	-	

Bergmännische Tunnel (Knollenmergel)

Tunnelabschnitt		Geologische Formation	Einbringung von Verpressmitteln				Bemerkungen
von [km]	bis [km]		Zweck / Art	Menge Gesamt [m³]	Davon unterhalb GW-Spiegel [%]	Reichweite [m]	
8+400 0+320	9+200 ¹⁾	Knollenmergel	Anker / Verpressmörtel	396	ca. 100	0 - 0,2 ⁷⁾	
			IBO-Spieße / Verpressmörtel	328	ca. 100	0 - 0,2 ⁷⁾	
	0+620 ²⁾		Rohrschirme / Verpressmörtel	-	ca. 100	0 - 0,2 ⁸⁾	
			Spritzbeton	15.977	ca. 100	-	

Bergmännische Tunnel (Reduktionszone, Rät, Lias α)

Tunnelabschnitt		Geologische Formation	Einbringung von Verpressmitteln				Bemerkungen
von [km]	bis [km]		Zweck / Art	Menge Gesamt [m ³]	Davon unterhalb GW-Spiegel [%]	Reichweite [m]	
9+200 0+115	9+765 ¹⁾ 0+320 ²⁾	Reduktionszone, Rät, Lias α	Anker / Verpressmörtel	277	ca. 100	0 - 0,2 ⁷⁾	
			IBO-Spieße / Verpressmörtel	672	ca. 100	0 - 0,2 ⁷⁾	
			Rohrschirme / Verpressmörtel	43	ca. 100	0 - 0,2 ⁸⁾	
			Spritzbeton	13.495	ca. 100	-	

1) Fildertunnel

6) Mengen abgeschätzt mit $r = 0,05$ m

7) Mengen abgeschätzt mit $r = 0,10$ m

4) Abzweig Ober-/Untertürkheim

2) Zwischenangriff Sigmaringer Straße

3) entfällt

5) Rettungszufahrt

10) Mengen abgeschätzt mit $r = 0,30$ m

11) Handlungskonzepte bei örtlich starken Wasserzutritten

8) Mengen abgeschätzt mit $r = 0,15$ m

9) Mengen abgeschätzt mit $r = 0,20$ m

Benutzung nach § 39, Abs. 1, Ziffer 5.4 WHG Einleiten von Stoffen in das Grundwasser Gewässer

b) bauzeitlich

Streckenabschnitt	Einleitungsstelle (Teilbaugrube)	geologische Schichten, in die eingeleitet wird	Höhe der Grundwasseranhebung	Reichweite der Grundwasseranhebung	Herkunft des Wassers	Bemessungswassermenge (mit Angabe des Bemessungsfalles)	Wassermenge bei r 15, n = 1	Beginn der Einleitung	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
Fildertunnel einschließlich Rettungszufahrt Hauptbahnhof Süd (km 0,4+32 - km 0,7+05 bzw. km 0,7+20)	Anfahrbaugrube Hbf. Süd (Nr. 25)	q, km1BH	bis zu rd. 5 m ¹⁾	bis zu rd. 100 m ¹⁾	Trockenhaltung der Vortriebsbereiche	3 - 5 l/s (MW-Verhältnisse)	-	Baubeginn	4,5 Jahre	a) spezifisches Infiltrationsvermögen: 0,25 l/(s · m) ²⁾ c) Vorschaltung von Absetzbecken und Neutralisationsanlagen, Einhaltung der Einleitgrenzwerte des AfU Stuttgart, ggf. Aktivkohlebehandlung
Fildertunnel (km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 - km 9,7+65)	-	-	-	-	-	-	-	keine Versickerung vorgesehen		
Fildertunnel und Voreinschnitt Süd (km 9,7+65 - km 10,0+30)	-	-	-	-	-	-	-	keine Versickerung vorgesehen		
Zuführungen in Richtung Ober-/ Untertürkheim (km 0,7+05 bzw. km 0,7+20 - km 0,8+55 bzw. km 1,1+55)	-	-	-	-	-	-	-	keine Versickerung vorgesehen		
Zwischenangriffsstollen Sigmaringer Straße (Station 0,0+00 - Station 1,2+92)	-	-	-	-	-	-	-	keine Versickerung vorgesehen		

Anmerkung:

1) = bezogen auf benachbarte Teilbaugruben bzw. Teilbauschritte mit Wasserhaltung

2) = ermittelt durch Infiltrationsversuche an bestehenden 5"-Grundwassermessstellen; Werte für ausreichend dimensionierte Schluckbrunnen liegen z. Z. nicht vor.

Benutzung nach § 39, Abs. 1, Ziffer 4 WHG Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer

b) bauzeitlich

Streckenabschnitt	Gewässer, in das eingeleitet wird	Einleitungsstelle (Flurstücksnummer)	Herkunft des Wassers	Abzuleitende GW- andrangsrate (mit Angabe des Bemessungsfalles)	Abzuleitende Niederschlagswasserrate bei r 15, n = 1	Beginn der Einleitung	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
Zwischenangriffsstollen Sigmaringer Straße (Station 0,0+00 - Station 1,3+92), Fildertunnel (km 3,6+40 - km 7,7+00)	Weidach	4319	Trockenhaltung der Vortriebsbereiche und Baugruben, Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen	20 – 25 l/s (quasistationär) 25 – 30 l/s (instationär)	offene Baugrube: 76 l/s Baustelleneinrichtungsfläche: 350 l/s. Die Einleitmenge des Grund- und Niederschlagswassers wird durch eine Drossel auf 50 l/s begrenzt	Baubeginn	4,5 Jahre	a) - ¹⁾ c) Vorschaltung von Absetz-/Rückhaltebecken und Neutralisationsanlagen, Einhaltung der Einleitgrenzwerte des AfU, ggf. Aktivkohle-Behandlung
Fildertunnel (km 7,7+00 – km 9,9+00) und Voreinschnitt Süd (km 9,9+00 - km 10,0+30)	Hattenbach	5335	Trockenhaltung der Vortriebsbereiche und Baugruben, Entwässerung der Baustelleneinrichtungsflächen	7 - 12 l/s (quasistationär) 10 - 14 l/s (instationär)	offene Baugrube: 167 l/s Baustelleneinrichtungsfläche: 144 l/s	Baubeginn	3 Jahre, 10 Monate 4,5 Jahre ²⁾	a) - ¹⁾ c) Vorschaltung von Absetzbecken und Neutralisationsanlagen, Einhaltung der Einleitgrenzwerte des AfU, ggf. Aktivkohle-Behandlung

Anmerkung: ¹⁾ = Abflusskennwerte und Angaben zur hydraulischen Leistungsfähigkeit der Vorfluter liegen nach Angabe des Tiefbauamtes Stuttgart bzw. des Landratsamtes Esslingen nicht vor. Die bauzeitlich anfallenden Wassermengen werden in vorflutverträglicher Form über ausreichend dimensionierte Absetzbecken in die Gewässer geleitet.

²⁾ = Höherer Zeitbedarf ergibt sich aus der vertiefenden Planung des Bauablaufkonzeptes

Benutzung nach § 39, Abs. 1, Ziffer 4 WHG Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer

a) dauerhaft

Streckenabschnitt	Gewässer, in das eingeleitet wird	Einleitungsstelle (Flurstücksnummer)	Herkunft des Wassers	Bemessungswassermenge (mit Angabe des Bemessungsfalles)	Wassermenge bei $r = 10, n = 1^{2)}$	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
Zwischenangriffsstollen Sigmaringer Straße (Station 0,0+00 - Station 1,3+92) Fildertunnel (km 3,6+40 - km 7,7+00)	-	-	-	-	-	-
Fildertunnel (km 8,4+00 - km 9,9+00) und Voreinschnitt Süd (km 9,9+00 - km 10,0+30)	Hattenbach	5343	Trockenhaltung der Bahnanlagen, Grundwasserspiegelbegrenzung Trogbauwerk	Episodischer Wasseranfall bei Wasserspiegellagen über MW (je nach GW-Stand bis zu 2 l/s)	Oberflächenwasser ²⁾ : Trogbereich: 19 l/s Rettungsplatz und -zufahrt: 34 l/s Erdbaustrecke: 13 l/s	a) - ¹⁾

Anmerkung:

- 1) = Abflusskennwerte und Angaben zur hydraulischen Leistungsfähigkeit der Vorfluter liegen nach Angabe des Tiefbauamtes Stuttgart bzw. des Landratsamtes Esslingen nicht vor. Nach Aussage des Tiefbauamtes Stuttgart sind die geplanten Einleitungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Vorfluter vertretbar.
- 2) = nach Angabe des technischen Planers mit $(r = 10, n = 1) = 1,262$ ($r = 15, n = 1$)

Benutzung nach § 39, 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 (m)	Höhe des Grundwasseraufstaus	Tiefe der Grundwasserabsenkung	Umleitungswassermenge (mit Angabe des Bemessungswasserstandes)	Fundstelle für Pläne und Unterlagen
Fildertunnel (km 0,7+05 bis km 9,7+65 einschl. Verbindungsbawerke)	Druckwasserdichter Tunnel (bergmännische Bauweise), kein Umleitungssystem	km1BH – he2	km1BH: ~234,0-236,0 km2s: ~295 km3s: ~338 km4: ~357-375 he2: ~392-393	-	lokaler GW-aufstau im Dezimeter- bis Meterbereich in Abhängigkeit von örtlicher Gegebenheit	Lokale GW-absenkung im Dezimeter- bis Meterbereich in Abhängigkeit von örtlicher Gegebenheit	-	Anlage 11, PFU Anlage 20.1, PFU (Anhang wasserrechtliche Tatbestände, Kap. 2)
Fildertunnel (km 9,7+65 bis km 9,9+00)	Druckwasserdichter Tunnel (offene Bauweise) mit Umleitungssystem	he1, he2	ca. 392 – 387,3	-	Kein Grundwasseraufstau	Keine Grundwasserabsenkung	ca. 1 l/s ²⁾	Anlage 11, PFU Anlage 20.1, PFU (Anhang wasserrechtliche Tatbestände, Kap. 3)
Trog Vorschnitt Süd Fildertunnel (km 9,9+00 bis km 10,0+20083)	Trogbauwerk mit Umleitungssystem	q,he2-si1	ca. 388,4 – 384,0 (MW; Stichtag 24.03.03)	-	Kein Grundwasseraufstau	Kappen von GW-spitzen oberhalb Bemessungswasserstand (MW+1,5 m)	< 1 l/s ²⁾ (bei GW-Ständen unterhalb Bemessungswasserstand)	Anlage 7.5, PFU Anlage 11, PFU Anlage 20.1, PFU (Anhang wasserrechtliche Tatbestände, Kap. 4)

Legende:

q = Quartär
km1BH = Bochinger Horizont
km3s = Bunte Mergel
he2 = Angulatensandstein

km1DRM = Dunkelrote Mergel
km2s = Schilfsandstein
km4 = Stubensandstein
he1 = Pylonotenton

- 1) = GwStand angegeben als Min-Max-Spanne bezogen auf gesamten Bauwerksbereich
2) = überschlägige Ermittlung der Umleitungsmenge nach dem DARCY-Ansatz ($k_f = 10^{-4}$ m/s, $l = 0,005 - 0,01$)

Sonstige Benutzungen nach ~~§ 3~~ WHG und WG

- Genehmigung nach § ~~34~~ 67ff WHG: **Verlegen oder wesentliche Veränderung von oberirdischen Gewässern**
Genehmigung nach § 76, Teil 5 WG: **Anlagen in, über und an oberirdischen Gewässern**
Genehmigung nach § 68 b, Teil 4 WG: **Anlagen in Gewässerrandstreifen**
Befreiung nach § 45 e, Teil 3 WG: **Regenwasserbehandlungsanlagen**
Genehmigung nach § 78, Teil 5 WG: **Maßnahmen in Überschwemmungsgebieten**

Die o. a. wasserrechtlichen Tatbestände, die Benutzungen nach § ~~3~~ 9 WHG darstellen, treten im Bereich des PFA 1.2 Fildertunnel nicht auf. Sie treffen jedoch z. T. für den knapp außerhalb des PFA 1.2 gelegenen Hattenbach, der in Höhe km 10,0+60 von der im PFA 1.3 gelegenen Erdbaustrecke gequert wird zu, und werden daher der Vollständigkeit halber aufgeführt.

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.

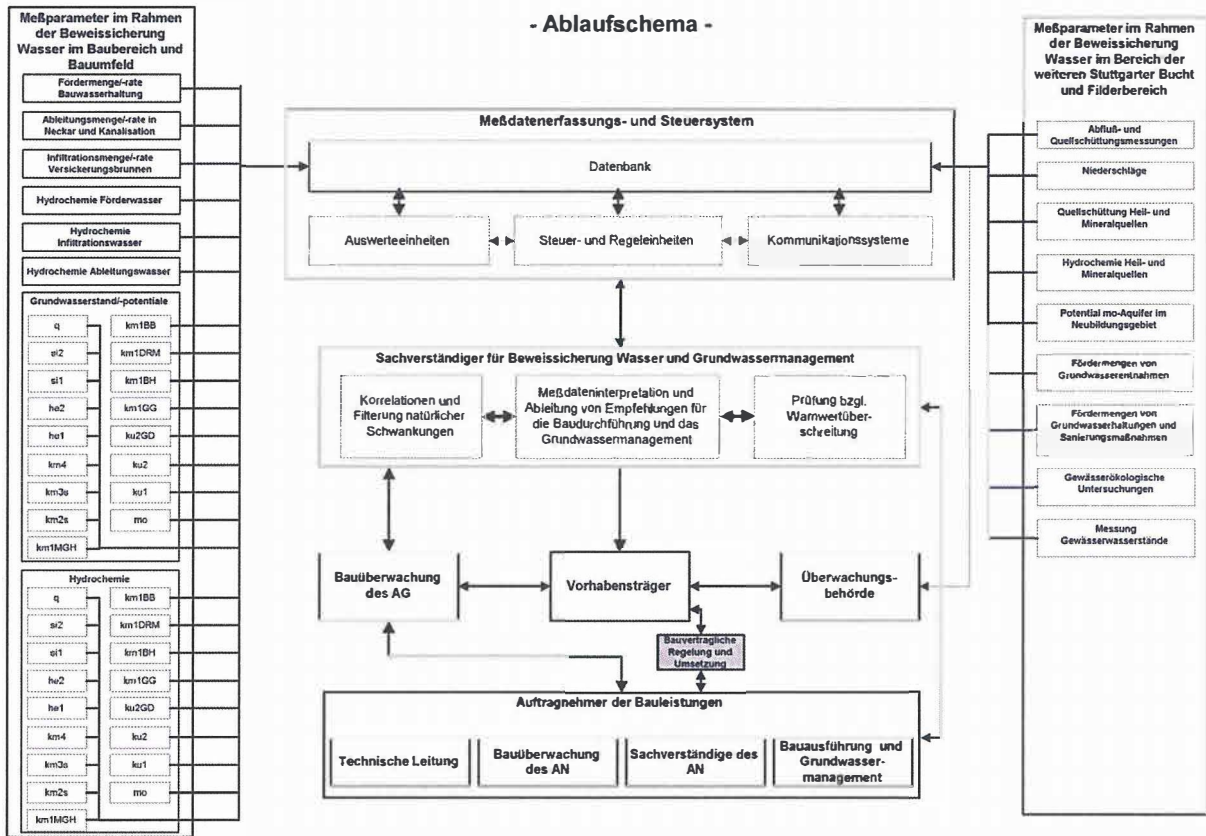
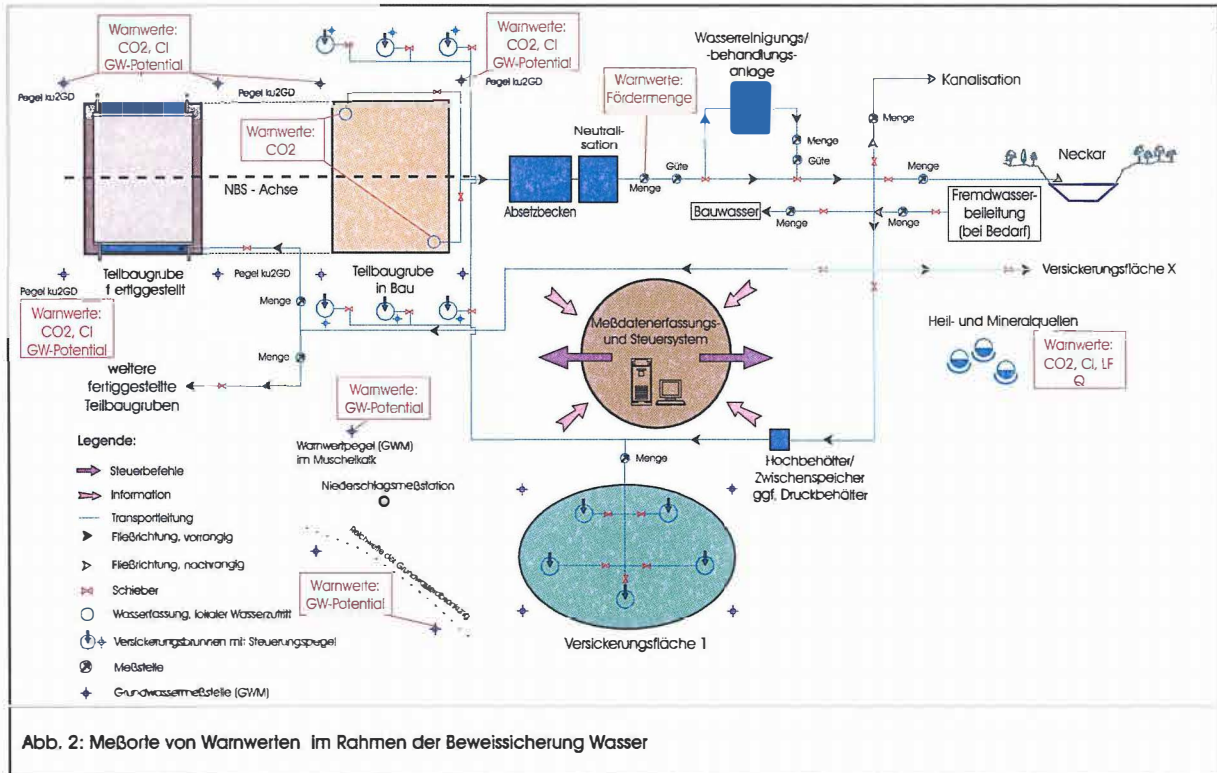
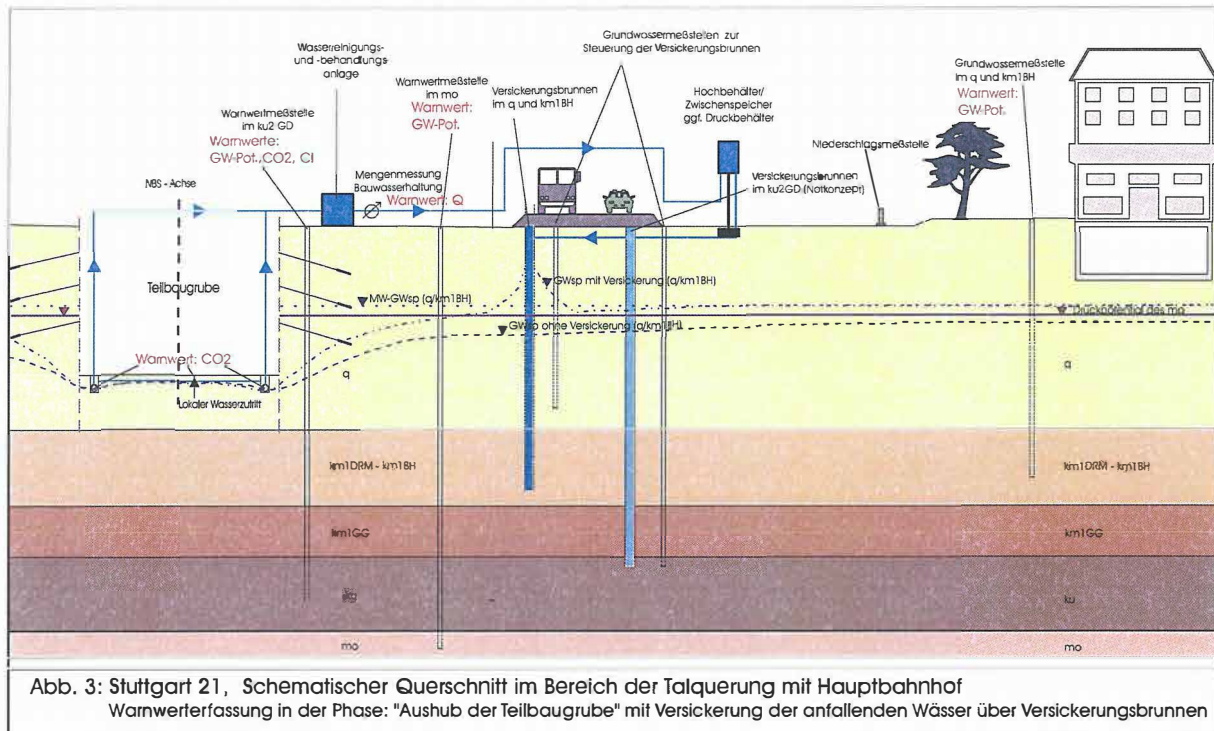


Abb. 1: Beweissicherung Wasser und Grundwassermanagement (Flußdiagramm)





1.2 Zeitraum, Zweck und Ziele der einzelnen Phasen der Beweissicherung Wasser

Der Zweck, die Ziele und die einzelnen Phasen der Beweissicherung Wasser sind zusammenfassend in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tab. 1: Zeitraum, Zweck und Ziele der einzelnen Phasen

Phase	Zeitraum	Zweck und Ziele der Beweissicherung
Phase 1 Vor Baubeginn	Ab mindestens 1 Jahr vor Baubeginn	<p>Erfassung von Schwankungen der natürlichen Grund-, Heil- und Mineralwasserverhältnisse sowie der Gewässerverhältnisse unter Berücksichtigung bestehender Nutzungen</p> <p>Schaffung einer Beurteilungsbasis für die Abgrenzung der baubedingten Auswirkungen auf die Grund-, Heil- und Mineralwasservorkommen sowie auf die Gewässer</p>

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

Die im Rahmen der Beweissicherung Wasser gewonnenen Messergebnisse werden laufend hinsichtlich einer Annäherung bzw. einer Überschreitung der in Kapitel 4 aufgeführten Warn- und Einstellwerte überprüft.

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 mehreren 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 mehreren 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 unbeflussten 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 NW_5 -Verhältnissen (statistisch ermittelt für jede Messstelle) herangezogen. Bei Grundwasseraufhöhungen ist als Warnwert der natürliche

Grundwasserstand bei etwa HW_1 -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-Verhältnissen sowie möglicher Schicht-/Sickerwasserzutritte aufgerundet und wasserrechtlich beantragt.

Die wasserrechtlich beantragte Fördermenge wird wie folgt ermittelt:

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

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 Sulfat-

gehalt 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 Säuerling-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 Störungsbe- reich), wobei das im PFA 1.1 gelegene NBS-Trogbauwerk im westlichen Randbereich und auf der Tiefscholle bzw. dem Störungsbereich und Teile des Nesenbachdüker 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 Anfahrbe- reich des bergmännischen Tunnels des PFA 1.2 ist in Verbindung mit einer etwa W-E strei- chenden 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 CO_2 -Gehalt (410 mg/l) auf.

Auf der Hochscholle liegen derzeit deutlich weniger Daten vor. Die mo-Messstellen P 174 im Baufeld sowie die P 172 im Oberstrom der geplanten Baumaßnahme weisen Mineralwasser des niederkonzentrierten Typs (P 174: Lf 2.390 $\mu\text{s}/\text{cm}$, CO_2 212 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 CO_2 -Gehalten von rd. 110 mg/l, Cl-Gehalten von bis rd. 60 mg/l und einer Leitfähigkeit von rd. 1.500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ diese Situation.

Die Werte für Leitfähigkeit und SO_4 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 (PFA 1.1) bzw. in der Tunnelwandung (PFA 1.2) 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 Wasseraufbereitungen 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 CO_2 festzulegen:

Tabelle 2: CO₂-Warnwerte

PFA	Teilbaugruben	bergmännische 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 CO₂ 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. CO₂-Gehalte > 600 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 Durchführung 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 CO₂-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 CO₂-Gehalt. Wie die Isokonzenkarten für die Cl-Verteilung im oberen GW-Stockwerk des q/km1 BH bzw. km1 DRM 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 CO₂ 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	Teilbaugruben	bergmännische 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 für den PFA 1.2 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) <ul style="list-style-type: none"> - 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) <ul style="list-style-type: none"> - 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 prognostizier-te Absenkung unter natürlich zu erwartendem Grundwasserpotential (bei Infiltration ku2GD) <ul style="list-style-type: none"> - 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 Inventar ausgewählt bzw. vom Vorhabensträger rechtzeitig vor Baubeginn errichtet.
Grundwasserstand/Potential im mo im Nahbereich der Teilbau-gruben	Mit Grundwasserströmungsmodell prognostizier-te Absenkung unter natürlich zu erwartendem Grundwasserpotential (bei Infiltration q/km 1BH) <ul style="list-style-type: none"> - 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 prognostizier-te Absenkung unter natürlich zu erwartendem Grundwasserpotential (bei Infiltration ku2GD) <ul style="list-style-type: none"> - 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-trichters (bei Infiltration im q/km 1BH)	<ul style="list-style-type: none"> - GW-Absenkung unter natürlichem GW-Stand bei NW5-Verhältnissen (statistisch ermittelt für jede Messstelle) - GW-Aufhöhung über 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 über MW

Messparameter im Rahmen der Beweissicherung 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 Tunnelabschnitt oder für die einzelne Baugrube	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 der analytischen Berechnungen
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 Verzweigungsbaubauwerk) 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 Verzweigungsbaubauwerk) 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 baueitlich 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 Baugrubenwasserhaltung (sowohl bei Infiltration q/km1BH als auch bei Infiltration ku2GD) sowie Wasserhaltung in bergmännisch aufzufahrenden Tunneln	<ul style="list-style-type: none"> - CO₂ > 250 mg/l (Baugruben 1-15 und Anfahrbereich PFA 1.5) > 350 mg/l (Baugruben 16 - 25 und Anfahrbereich PFA 1.2) 	<ul style="list-style-type: none"> 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 bzw. der Tunnelausbruchswandung oder die Pumpensümpfe (wenn Zutritt von Tagwasser und baubedingt verunreinigtem Grundwasser ausgeschlossen ist). Bauzeitlich erfolgt laufend eine Messung des pH-Wertes und der Leitfähigkeit
Hydrochemie an Warnwertmessstellen 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 Anfahrbereich PFA 1.5 sowie Messstellen im Bereich der Hochscholle in Höhe der Baugruben 16 - 25) - N1 - N2 - N10 	<ul style="list-style-type: none"> PFA 1.1 PFA 1.2 (Anfahrbereich) PFA 1.5 (Anfahrbereich) <ul style="list-style-type: none"> PFA 1.1 PFA 1.5 (Anfahrbereich) 	kein Wert beantragt	--

Messparameter im Rahmen der Beweissicherung und des Grundwasser-managements	Warnwerte	Geltungsbereich des Warnwertes	Wasserrechtlich beantragter Wert	Hinweise
Fortsetzung der Tabelle: Hydrochemie an Warnwert-messstellen im ku2GD	<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 (Anfahr-be-reich)</p>		
Hydrochemie des ku-Aquifers ermittelt durch Vollanalyse an Warnwertmessstellen (bei Infiltration ku2GD)	<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 (Anfahr-be-reich)</p>	siehe oben	--
Hydrochemie Heil- und Mineral-quellen (Vollanalyse)	<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>	kein Wert beantragt	Parallel erfolgt Trendanalyse der Parameter um einen ggf. auftretenden, baubedingten, langsamen Änderung der Parameterwerte zu erfassen Für die Quelle Maurischer Garten wird CO ₂ nicht als Warnwert herangezogen Eine Überprüfung der Einhaltung des Säuerling-Kriteriums (1000 mg/l CO ₂) erfolgt

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. Potenzialabsenkungen 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. 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 1.2	beantragt im Rahmen wasserrechtlicher Tatbestände (Anlage 20.1)	Die beantragten Werte entsprechen i.w. der Prognosen mittels analytischer 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 Grundwasserstömungsmodell (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/km ¹ BH als auch bei Infiltration ku ² GD) sowie Wasserhaltung bei bergmännischen Tunneln	– CO₂ > 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 Warnwerten 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 oder der Tunnelausbruchswandung 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