

Projekt Stuttgart 21

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

Planfeststellungsabschnitt 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof

Geologische, hydrogeologische, geotechnische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme

Teil 3: Wasserwirtschaft
(Hydrogeologie, Wasserwirtschaft und Altlasten)

Ordner 3.3

Anhang 2: Zentrales Grundwasser- und Niederschlagsmanagement

5. Planänderung
nach § 18d AEG i.V. mit § 76 Abs. (2) und Abs. (3) des VwVfG

Vorhabensträger:

Deutsche Bahn AG
vertreten durch
DBProjektBau GmbH
~~Stuttgart 21~~
~~Am Hauptbahnhof 7~~
~~70173 Stuttgart~~
Räpplenstr. 17
70173 Stuttgart

Bearbeitung:

igi Niedermeyer Institute
UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH
~~Hohenrüdinger Straße 11~~
ARGE Wasser Umwelt Geotechnik
Oberdorfstraße 12
91747 Westheim
und
~~Mönchstraße 32~~
Heilbronner Straße 81
70191 Stuttgart

~~Az. 82803 (Schu)~~

~~Stuttgart, im Dezember 2000~~

Az. A0007

Westheim, den 30.03.2010

(aktualisiert am 19.03.2012)

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Vorhaben und Anlaß.....	1/1
1.1 Vorhaben, bauliche Anlagen und bauzeitlicher Rahmen	1/1
1.2 Wasserrechtliche Rahmenbedingungen	1/4
1.3 Grundwasserströmungsmodell Stuttgarter Bucht Bereich Stuttgarter Talkessel - Nesenbach	1/65
2. Konzept des zentralen Grundwasser- und Niederschlags- wassermanagements	2/1
2.1 Geltungsbereich	2/1
2.2 Ziele und Aufgaben	2/1
2.3 Grundsätze des Konzeptes	2/2
3. Wasserfassung, -transport und -verteilung	3/1
3.1 Wasserhaltung und -fassung	3/12
3.2 Rohrleitungskonzept für Rohwasser und die Infiltrationswasser	3/2
3.2.1 Sammelleitungen für das Infiltrationswasser Rohwasser	3/23
3.2.2 Leitungen Rohrleitungen zu den Infiltrationsbrunnen	3/3
3.2.3 Leitungen Rohrleitungen zu den Teilbaugruben für die Flächeninfiltration.....	3/34
3.3. Überschußwasserleitung zum Neckar- und Niederschlagswassersystem	3/4
3.3.1 Sammelleitungen für das Überschuß- und Niederschlagswasser	3/4
3.3.2 Ablaufleitung zum Neckar	3/5
3.4. Leitungen zu den Infiltrationsbrunnen des Notkonzeptes in den Grenzdolomit.....	3/5
3.5. Zentrale Pumpstationen und Pumpen an den Übergabestellen (ÜGSt)	3/56
4. Wasseraufbereitung	4/1
4.1. Rohwasserbeschaffenheit im Zulauf der Aufbereitung	4/1
4.2. Reinwasserbeschaffenheit im Ablauf der Aufbereitung	4/3

	Seite
4.3	Verfahrens- und Anlagenkonzept der Wasseraufbereitung 4/4
4.3.1	Aufbereitung des Infiltrationswassers 4/4
4.3.2	Aufbereitung des Überschuß- und Niederschlagswassers 4/7
5.	Infiltration 5/1
5.1	Infiltrationsflächen und Einleitpunkte 5/1
5.2	Hydrogeologische Verhältnisse im Bereich der Infiltrationsflächen 5/1
5.3	Infiltrationskonzept 5/3
5.4	Technische Auslegung der Infiltrationsbrunnen 5/4
6.	Überschuß- und Niederschlagswasserableitung..... 6/1
6.1	Einleitstelle in den Neckar 6/1
6.2	Einleitstellen in die Kanalisation (Notüberläufe) 6/1
7.	Messung, Steuerung, Regelung und Überwachung 7/1
7.1	Messungen 7/1
7.1.1	Quantitative Messung (Volumen, Volumenstrom und Wasserstand) 7/1
7.1.2	Qualitative Messungen (Wassergüte) 7/2
7.2	Warnwertsystem 7/3
7.3	Beweissicherung Wasser 7/54
7.4	Datenmanagement, Dokumentation 7/5
7.5	Steuerung und Regelung 7/65
7.5.1	Steuerung und Regelung der Infiltrationswasseraufbereitung 7/6
7.5.2	Steuerung und Regelung der Infiltration 7/6
7.5.3	Steuerung und Regelung der Überschuß- und Niederschlags- wasserbehandlung 7/76

	Seite
8. Not- und Störfallkonzepte	8/1
8.1 Plötzliche Änderungen der Wassermengen oder der Mineralisation	8/1
8.2 Starkniederschläge / Hochwasser	8/2
8.3 Anlagenausfall.....	8/3
8.4 Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen.....	8/3
9. Logistik und Organisation	9/1
9.1 Räumliche und zeitliche Zwangspunkte aus dem Bauablauf.....	9/1
9.2 Flächenbedarf und Dienstbarkeiten.....	9/1
9.3 Energieversorgung.....	9/2
9.4 Winterbetrieb	9/3
9.5 Rück- bzw. Umbau der Anlagen nach Baufertigstellung	9/3
9.6 Auswirkungen auf Bauwerke und Anlagen Dritter	9/4
9.7 Umsetzung, Ablauf und bauvertragliche Organisation	9/4
9.8 Qualitätssicherung	9/5
10. Wirksamkeitsanalyse der Infiltration	10/1
10.1 Quantitative Kontrolle.....	10/1
10.2 Qualitative Kontrolle	10/2

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Übersicht **(keine Änderung, liegt nicht bei)**
Anlage 1.1: Übersichtsplan, M ca. 1 : 75.000
Anlage 1.2: Übersichtslageplan, M 1 : 10.000
Anlage 1.2: Übersichtslageplan, M 1 : 5.000
- Anlage 2: Lageplan, M 1 : 1.000 (2 Blätter) - entfällt
Anlage 2NEU: Lageplan, M 1 : 1.000 (1 Blatt)
- Anlage 3: Übersichtslageplan mit den Anlagen des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements nach Bauschritten, o. M.
(11 Blätter) **(keine Änderung, liegt nicht bei)**
- Anlage 4: Wasserbilanz **(keine Änderung, liegt nicht bei)**
Anlage 4.1: Wasserzufuhr-, Infiltrations- und Ableitungsmengen (Tabelle)
Anlage 4.2: Zeitplan mit Wassermengen nach Bauschritten (Balkendiagramm)
- Anlage 5: Wasserfassung, -aufbereitung und -verbringung (Schema) - entfällt
Anlage 5NEU: Wasserfassung, -aufbereitung und -verbringung (Schema)
- Anlage 6: Wasseraufbereitung
Anlage 6.1: Grundwasserchemismus, Wasserschadstoffe, Einleitgrenzwerte (Tabelle)
(keine Änderung, liegt nicht bei)
Anlage 6.2: Analysenmethoden, Untersuchungshäufigkeit (Tabelle)
(keine Änderung, liegt nicht bei)
Anlage 6.3: Infiltrationswasseraufbereitung (Verfahrensfließbild) - entfällt
Anlage 6.3NEU: Zentrales Grundwasser- und Niederschlagswasser-management
- Verfahrensfließbild -
Anlage 6.4: Überschußwasseraufbereitung (Verfahrensfließbild) - entfällt
Anlage 6.4NEU: Zentrales Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement
- Aufstellskizze Wasseraufbereitung -
- Anlage 7: Infiltrationsbrunnen (Schematisches Bohrprofil mit Ausbausskizze, M 1:200)
(keine Änderung, liegt nicht bei)
Anlage 7.1: Infiltrationsbrunnen - Typ 1
Verfilterung im Quartär bis Gipskeuper (Dunkelrote Mergel, Bochinger Horizont)
Anlage 7.2: Infiltrationsbrunnen - Typ 2
Verfilterung im Gipskeuper
Typ 2a: Verfilterung in den Bleiglanzbankschichten und im Bochinger Horizont
Typ 2b: Verfilterung nur im Bochinger Horizont
Anlage 7.3: Infiltrationsbrunnen - Typ 3 (für Notkonzept)
Verfilterung im Lettenkeuper (Grenzdolomit)
- Anlage 8: Vorhandene Grundwasseraufschlüsse im näheren Umfeld der Baugruben
(Tabelle) **(keine Änderung, liegt nicht bei)**

Beilagenverzeichnis

- Beilage 1: Baubegleitende Beweissicherung Wasser
(keine Änderung, liegt nicht bei)
- Beilage 2: Qualitative und quantitative Warn- und Einstellwerte
(keine Änderung, liegt nicht bei)
- Beilage 3: Grundwasservorbelastung mit Schadstoffen
(keine Änderung, liegt nicht bei)

1. Vorhaben und Anlaß

1.1 Vorhaben, bauliche Anlagen und bauzeitlicher Rahmen

Das Vorhaben des Bahn-Projektes Stuttgart 21 sieht im Planfeststellungsabschnitt 1.1 die Umgestaltung des Hauptbahnhofs Stuttgart und im weiteren Verlauf die unterirdische Querung des Nesenbachtals (Bereich Hauptbahnhof und Mittlerer Schloßgarten) mit einem Fernbahntunnel (nachfolgend "DB-Tunnel" genannt) vor. Mit der Umgestaltung des Hauptbahnhofs sind innerhalb des PFA 1.1 weitere Folgebaumaßnahmen (Verlegung der Stadtbahn sowie von Ver- und Entsorgungsleitungen u. a. m.) notwendig. Darüber hinaus werden im Stuttgarter Talkessel zeitgleich zu den Baumaßnahmen im PFA 1.1 weitere Vorhaben im Zuge des Städtebau-Projektes Stuttgart 21 wie die Erschließung des Teilgebietes A1 sowie Baumaßnahmen in den PFA 1.2, 1.5 und 1.6 durchgeführt. Die einzelnen Teilbaumaßnahmen erfolgen nach Festlegung teilweise in offener Bauweise und teilweise in geschlossener Bauweise (bergmännischer Tunnelvortrieb). Eine bautechnische Beschreibung findet sich in Band 1, Anlage 1 "Erläuterungsbericht", Teil III der Planfeststellungsunterlagen. Die logistischen Aspekte sind in Band 15, Anlage 13 "Baulogistik" dargelegt.

Der Neubau des rund 880 m langen DB-Tunnels im unmittelbaren Bereich des Stuttgarter Hauptbahnhofs erfolgt in offener Bauweise in 20 Teilbaugruben (Bezeichnung Nr. 1-3, 8-25 - s. Anl. 2), die teilweise direkt in das Grundwasservorkommen des Quartärs und des Gipskeupers eingreifen. In die Konzeption zum Wassermanagement des PFA 1.1 sind außerdem die angrenzenden, z. T. auch räumlich vom Bahntunnel getrennten Teilbaugruben in offener Bauweise für Folgebauwerke bzw. Medienleitungen einzubeziehen. Das betrifft die im Plan markierten Teilbaugruben für die Verlegung der Stadtbahn Heilbronner Straße (Nr. 4-5), für die Verlegung der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie (Nr. 8.1a-8.9c), für den Düker Hauptsammler West (Nr. H1-H4), für den Düker Cannstatter Straße (Nr. DC2-3 und 16A-B) für den Düker Nesenbach (Nr. D-4) sowie für das Technikgebäude am Hauptbahnhof (Nr. T1).

Die Gesamtbauzeit der o. g. Abschnitte wird nach derzeitigem Planungsstand mit ca. 6,5 Jahren angesetzt. Wasserhaltungs- und Grundwasserstützungsmaßnahmen sind in den Bauschritten 1-11 (insgesamt 5,5 Jahre) erforderlich. Bauschritt 12 (ca. 1 Jahr) ist für Ausrüstungsarbeiten vorgesehen. Nicht in der vorgenannten Konzeption enthalten ist die erst im Anschluss an den Neubau/Umbau des neuen Hauptbahnhofs vorgesehene Baumaßnahme "Nördliches Bahnhofsgelände" (mit Wasserhaltung im Bereich der Tiefgarage).

Die Teilbaugruben des DB-Tunnels sind i. M. in Achsrichtung 30-50 m lang und 40-80 m breit. Die Tunnelsohle liegt ca. 10-23 m unter derzeitigem Geländeniveau (s. Band 2, Anlage 4 "Lagepläne" und Anlage 5 „Höhenpläne“ der Planfeststellungsunterlagen). Die Teilbaugruben werden zeitversetzt in bestimmten Bauschritten während vorausseilender Wasserhaltung ausgehoben. Nach Herstellung der Stahlbetonsohlen, -wände und -decken werden die Arbeitsräume verfüllt. Gleichzeitig sind bis zu 12 Teilbauabschnitte in Bau. Die Abfolge der Bauschritte und ihre räumliche Verzahnung ist in Anl. 3 ersichtlich. Die in die Konzeption einzubeziehenden Teilbauabschnitte in offener Bauweise belegen eine Gesamtfläche von 8,9 ha. Davon entfallen nach dem aktuellen Taktplan Baugruben mit einer Gesamtfläche von ca. 1,6 ha bis 4,1 ha (= 18-46 %) auf gleichzeitig geöffnete Teilbaugruben mit Wasserhaltung. Die jeweils in Bau befindlichen Teilbaugruben sind in allen Bauschritten unregelmäßig über das Gesamtareal des PFA 1.1 verteilt (Anl. 3).

Die geplanten Baumaßnahmen liegen alle innerhalb des Funktionsraumes von Grund- und Mineralwasservorkommen des Quartärs und der Trias. Die Bauwerke schneiden dabei in die oberen Grundwasservorkommen im Quartär und Gipskeuper (Obere Trias) ein. Zudem liegen sie im engeren Zustrombereich der wasserwirtschaftlich bedeutsamen Heil- und Mineralquellen von Stuttgart - Bad Cannstatt und - Berg (Zonen B II und C II des fachtechnisch abgegrenzten Heilquellenschutzgebietes - vgl. Teil 3, Kap. 2.1 der Stellungnahme) im unterlagernden Oberen Muschelkalk (Mittlere Trias). Die Baugruben unterschneiden zum Teil die Druckfläche des Mineralwasservorkommens. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind in Teil 1, Kap. 3 der Stellungnahme beschrieben.

Aus den mit wasserdurchlässigem Verbau gestützten Baugruben wird in offener Wasserhaltung anfallendes Grund- und Niederschlagswasser zur Trockenlegung gefaßt und gehoben. Mit dem Herstellen der Baugruben wird der Wasserspiegel des angeschnittenen Grundwassers in den obersten Grundwasserhorizonten bzw. -stockwerken sukzessive abgesenkt. Die Wasserfassung in den Baugruben erfolgt mit Entwässerungsgräben und Pumpensämpfen sowie Schächten und gegebenenfalls Flachbrunnen im Arbeitsraum. Unter die Bauwerkssohle wird eine Kiesschicht zur Gewährleistung der Grundwasserumläufigkeit mit Grundwassersperren in Längsrichtung eingebaut (s. Plan 11.2.4 in Band 15, Anlage 11 "Grundwasserumläufigkeit und Sicherheitsdrainagen" der Planfeststellungsunterlagen). Die Einhaltung entsprechend abgestimmter Bemessungswasserstände und ein System von Notflutöffnungen und Überläufen sichert die Auftriebssicherheit der Bauwerke in allen Bauzuständen.

Während der Herstellung der Baugruben vermischt sich bei Regenereignissen Grund- und Niederschlagswasser in den Teilbaugruben. Nach Einbringen der Betonsohle ist eine getrennte Ableitung von Grund- und Niederschlagswasser prinzipiell möglich. Der größte Teil des gehobenen Grundwassers soll nach entsprechender (zentraler) Wasseraufbereitung sofort zur Stützung des Grundwasserspiegels an definierten Stellen außerhalb der Baugruben in die hydraulisch miteinander verbundenen Grundwasserhorizonte im Quartär bis Gipskeuper (für bestimmte Problemszenarien auch im unterlagernden Grenzdolomit des Lettenkeupers) wieder infiltriert (versenkt) werden. Dafür werden spezielle Infiltrationsbrunnen abgeteuft und bauzeitlich unterhalten.

Im Rahmen des Infiltrationskonzeptes sind Infiltrationen über Infiltrationsbrunnen (q, km1BH) und die Sohlfilter fertiggestellter Teilbaugruben des DB-Tunnels vorgesehen. Lagepläne für das vollständige Ausgangs-Infiltrationskonzept der 11 Bauschritte sind in der Anlage 3, Blatt 1 bis 11 enthalten. In einer umfassenden Sensitivitätsanalyse wurde anschließend der Einfluß der Infiltration über Brunnen und Sohlfilter näher untersucht, um im Rahmen einer 1. und 2. Optimierung des Infiltrationskonzeptes sowohl den Quellschüttungsrückgang der Heil- und Mineralquellen als auch die Reichweiten der Absenkrichter bei den Baumaßnahmen minimieren zu können, ohne gegenüber dem Ausgangsinfiltrationskonzept eine signifikante Erhöhung der Wasserandrangs- und Infiltrationsraten in Kauf nehmen zu müssen. Die vorgesehenen zusätzlichen Infiltrationsbrunnen und vorgesehene Sohlfilter für die Bauschritte 1a bis 11 bei der 2. Optimierung des Infiltrationskonzeptes sind in Tabelle 3/1 des Anhang 1, Teilbericht 2 der Stellungnahme Teil 3 "Wasserwirtschaft" dokumentiert. Insgesamt sind für alle Bauschritte ~~37~~ 39 Standorte für die Infiltrationsbrunnen im PFA 1.1 und 6 Standorte in den Anfahrbereichen PFA 1.5 (1 Brunnen) und PFA 1.2/1.6a (5 Brunnen) vorgesehen, auf die je nach Bedarf in den einzelnen Bauschritten zugegriffen wird. Außerdem soll über die Schächte und gegebenenfalls Flachbrunnen in den Arbeitsräumen, die später als Kontrollschächte dienen, flächig unter die Bauwerksohlen infiltriert werden. Aufgrund der relativ großen Wassermengen, der komplizierten Baulogistik und der hohen Anforderungen an die bei der Einleitung in das Grundwasser und in die Vorflut einzuhaltende Wasserqualität sowie der unbedingten Vermeidung von Störfällen ist ein spezielles Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement aufzubauen und über die gesamte Bauzeit zu unterhalten.

Das vorliegende Handlungskonzept zur bauzeitlichen Wasserfassung, -aufbereitung und -verbringung umfaßt die technische Umsetzung im Rahmen der Baumaßnahmen des Planfeststellungsabschnittes 1.1. Bei Erfordernis ist die Vorplanung um andere Planfeststellungsabschnitte ~~erweiterbar~~ zu ergänzen. Mit der Gleichzeitigkeitsbetrachtung der Baumaßnahmen in allen PFA's wurde das Infiltrationskonzept auf den PFA 1.5 und PFA 1.2/1.6a erweitert, wie dies

in dem PFB des PFA 1.5 vom 13.10.2006, dem PFB 1.2 vom 19.08.2005 und dem PFB 1.6a vom 16.05.2007 dokumentiert ist. Das Konzept ist im Kontext der Teile 3 „Wasserwirtschaft“ und 4 „Handlungskonzept Problemszenarien“ der geologisch-wasserwirtschaftlichen Stellungnahme, der Protokolle zu den laufenden Besprechungen des Arbeitskreises Wasserwirtschaft und der entsprechenden Unterarbeitskreise sowie im engen Zusammenhang mit der technischen Planung des PFA 1.1 zu sehen. Dabei ist zu beachten, daß die technische Planung noch nicht abgeschlossen ist. Konstruktive und technologische Änderungen sind laufend in die weiteren Planungen einzuarbeiten.

Das nachfolgend beschriebene System enthält sowohl zentrale Anlagen zum Wassertransport und zur Wasserverteilung als auch Aufbereitungsanlagen sowie Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen. Um einerseits eine geordnete Behandlung und Verbringung der Gesamtwassermenge zu organisieren und andererseits flexibel auf Änderungen im Bauablauf und den Randbedingungen reagieren zu können, ist dieses System zentralisiert mit einheitlicher Leitung und Verantwortlichkeit auszulegen und den am Bau beteiligten Unternehmen hierarchisch überzuordnen. Entsprechende Schnittstellen (technisch und abrechnungsseitig) zu den dezentralen Wasserhaltungsmaßnahmen der einzelnen Auftragnehmer sind zu definieren.

1.2 Wasserrechtliche Rahmenbedingungen

Der Durchführung des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements liegen wasserrechtliche, genehmigungspflichtige Tatbestände (Benutzungen) gemäß Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und Wassergesetz für Baden-Württemberg (Bad.-Württ. WG) zugrunde.

Folgende Gewässerbenutzungen treffen zu:

- Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser nach § 3-9 (1) Nr. ~~6-5~~ und (2) Nr. 1 u. 2 WHG,
- Einleiten von Stoffen in das Grundwasser nach § 3-9 (1) Nr. ~~5-4~~ WHG,
- Einbringen und Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer nach § 3-9 (1) Nr. 4 WHG.

Alle erforderlichen wasserrechtlichen, baurechtlichen und eventuell erforderlichen weiteren Genehmigungen werden im Rahmen der festgelegten Planfeststellung für den PFA 1.1 konzentriert. Anhörende Behörde ist hierbei das Regierungspräsidium Stuttgart. Feststellende Behörde ist das Eisenbahn-Bundesamt, Außenstelle Stuttgart.

Die für das Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement zutreffenden wasserrechtlichen Tatbestände sind im Teil 3, Kap. 3 der Stellungnahme erläutert. Im Anhang 1 zur Stellungnahme, Teilbericht 2 „Grundwasserströmungsmodell Stuttgarter Bucht, Bereich Stuttgarter Talkessel-Nesenbach“ sind die bilanzierten Grundwasserentnahmemengen und die Infiltrationsmengen in den Grundwasserkörper aufgeführt. Die hydrochemischen Grundwasserhältnisse sind in Kap. 3.2.6. der Stellungnahme beschrieben. Für die technische Auslegung der Aufbereitungsanlagen des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements ~~müssen sind~~ Einleitbedingungen in Form von Grenzwerten ~~im Zuge der Planfeststellung~~ im Planfeststellungsbeschluss vom 28.01.2005 vorgegeben ~~werden~~ worden.

Die im Rahmen des Zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements bauzeitlich erforderlichen Infiltrationsbrunnen und Beobachtungspegel zur Steuerung werden der unteren Wasserbehörde nach Festlegung der Teufe und Ausbauart rechtzeitig vor Bohrbeginn mit dem konkreten Ausbauprofil angezeigt (§ ~~35-49~~ WHG bzw. § 37 Bad.-Württ. WG).

Die vorgeschlagenen Anbindungen der Teilaufbereitungsanlagen an die Kanalisation der Stadt Stuttgart für eventuelle Störfälle (Notüberläufe) werden mit dem Betreiber rechtzeitig vor Baubeginn abgestimmt.

1.3 Grundwasserströmungsmodell Stuttgarter Bucht Bereich Stuttgarter Talkessel - Nesenbach

Das System des zentralen Wassermanagements wird technisch und kostenseitig wesentlich durch die zu bewältigenden Wassermengen und ihre exakte räumliche und zeitliche Verteilung bestimmt. Die Grundwasserandrangs- und Infiltrationsmengen in den einzelnen Teilbaugruben und Bauschritten sind im Anhang 1, Teilbericht 2 der Stellungnahme aufgeführt. Grundlage sind die Ergebnisse des 4. Erkundungsprogramms und die darauf aufbauenden Modellvorstellungen (Stand: 2. Optimierung Infiltrationskonzept, 03/00).

Das Grundwasserströmungs- und -bilanzmodell Stuttgarter Bucht ist ein dreidimensionales Modell auf Grundlage der Methode finiter Elemente, mit dem sich stationäre und instationäre Zustände in den oberen Grundwasservorkommen bis zum Oberen Muschelkalk simulieren lassen. Mit den Modellzuständen können grundwasserabstromhemmende Bauwerke, Tiefgründungen, Wirksamkeit von Grundwasserumleitungssystemen, Änderungen der Potentialverhältnisse und

damit insbesondere eine baubedingte Beeinflussung von Schüttungen an den Heil- und Mineralquellen und anderen Grundwassernutzungen sowie Gefährdungspotentiale hinsichtlich Gebäudesetzungen sowie andere wasserwirtschaftlich bedeutsame Fragestellungen untersucht und beantwortet werden.

Das Grundwasserströmungsmodell für den Naturraum Stuttgarter Bucht wurde zunächst anhand einer Stichtagsmessung in den vorhandenen Grundwassermeßstellen stationär geeicht. Anschließend erfolgte eine instationäre Eichung anhand der Langzeitpumpversuche der bisherigen Erkundungsprogramme sowie deren Verifizierung anhand der Baumaßnahme Südwest-Landesbank in den Jahren 1991 - 1997. Die Besonderheiten des Vorhabens erfordern eine laufende Anpassung der räumlichen Diskretisierung des Finite-Elemente-Netzes an die fortlaufende Modifikation der technischen Planung. Das Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement muß in der Lage sein, auf Änderungen zu reagieren.

In Anl. 4.1 sind die Angaben zu den Wasserbilanzen, die auf der Grundlage des „Grundwasserströmungsmodells Stuttgarter Bucht, Bereich Stuttgarter Talkessel - Nesenbach“, Stand 2. Optimierung des Infiltrationskonzeptes beruhen, zusammengefaßt. Danach sind insgesamt folgende Wassermengen zu bewältigen:

- Grundwasserandrang: i. M. ca. 480.000 m³/a (Dauer 5,5 a)
bzw. insgesamt ca. 2.620.000 m³;
 - * davon aus Teilbaugruben in offener Bauweise: i. M. 460.000 m³/a (Dauer 5,5 a)
bzw. insgesamt ca. 2.530.000 m³;
 - * davon aus Tunnelbauwerken 60.000 m³/a (= Bauschritte 1+2+3) (Dauer 1,5 a)
bzw. insgesamt ca. 90.000 m³;
- Niederschlagswasserandrang: i. M. ca. 20.000 m³/a (Dauer 5,5 a)
bzw. insgesamt ca. 110.000 m³;
- Gesamtwasserandrang: ca. 500.000 m³/a (Dauer 5,5 a)
bzw. insgesamt ca. 2.730.000 m³;
- Infiltration: i. M. ca. 410.000 m³/a (Dauer 5,5 a)
bzw. insgesamt 2.260.000 m³;

- effektive Grundwasserentnahme: i. M. ca. 65.000 m³/a (Dauer 5,5 a)
bzw. insgesamt ca. 360.000 m³;
- überschüssige Grundwasser-
menge zur Ableitung: i. M. ca. 100.000 m³/a (Dauer 5,5 a)
bzw. insgesamt ca. 540.000 m³;

Aus den Zusammenstellungen und dem Zeitplan (Anl. 4.2) wird ersichtlich, daß die zeitliche Verteilung der Wassermengen über die Bauzeit ungleichmäßig ist. Die maximalen Mengen fallen in den Bauschritten 1-3, 6-7 und 9 an. Der weitaus geringste Wasserandrang erfolgt gegen Bauende im Bauschritt 11. Das Verhältnis von Grund- zu Niederschlagswasser beträgt für den Gesamtbetrachtungszeitraum ca. 25:1, d. h. dominierend für den Chemismus im Mischwasser und damit für die Auslegung der Wasseraufbereitung ist das Grundwasser. Das Niederschlagswasser ist bei der Dimensionierung des Überschußwassersystems zu berücksichtigen (z.B. gedroselte Ableitung, Absetzbecken, Zwischenspeicher).

Der mittlere Gesamtwasserandrang in die offenen Teilbaugruben über die gesamte Bauzeit beträgt nach derzeitiger Modellprognose 14,6 l/s. Der maximale, durchschnittliche Andrang pro Bauschritt liegt bei 26,4 l/s (= Andrang im Bauschritt 1). Die kurzzeitige, maximale Andrangsmenge (Erstwasserandrang) liegt bei maximal ca. 41 l/s (= Bauschritt 1). Bei Starkregen erhöht sich der Gesamtwasserandrang kurzzeitig auf das Mehrfache (z. B. bei einem Bemessungsregen mit 15-minütiger Dauer, Jährlichkeit 1 auf bis zu rund 530 l/s im Bauschritt 3). Aus den Tunnelbauwerken im Rahmen der Umverlegung der Stadtbahn Heilbronner Straße (s. Teil 3 der Stellungnahme, Anhang „Wasserrechtliche Tatbestände“, Anl. 2.1. - Teilbaugruben 6-1, 6-2, 6-3, 7-1, 7-2, 7-3 und 633-3) ist in den ersten Bauschritten zusätzlich ein Wasserandrang von bis zu ca. 3,0 l/s (= Andrang im Bauschritt 2) zu erwarten. Der mittlere Grundwasserandrang über die Gesamtbauzeit aus dem PFA 1.1 beträgt insgesamt (Baugruben in offener Bauweise plus Tunnelbauwerke der Stadtbahn Heilbronner Straße) 15,1 l/s (das sind bei 5,5 jähriger Bauzeit ca. 2.730.000 m³).

Die mittlere Infiltrationsrate über den Gesamtzeitraum beträgt 13,0 l/s. Aus der Differenz zum mittleren Grundwasserandrang im PFA 1.1 (einschließlich Tunnelbauwerke) ergibt sich eine mittlere effektive Grundwasserentnahmerate über die Gesamtbauzeit von 2,1 l/s. Die überschüssige Grundwassermenge zur Ableitung beträgt rd. 540.000 m³.

Weitere Einzelheiten sind den Anlagen 4.1, Blatt 1 und Blatt 2 sowie Anlage 4.2, Blatt 1 zu entnehmen.

Hinweis:

Aus den Tunneln Feuerbach und Bad Cannstatt sind lt. PFB des PFA 1.5 vom 13.10.2006 rd. 90.000 m; ins Grundwassermanagement des PFA 1.1 zu übernehmen.

Aus dem nördlichen Anfahrbereich der Tunnel PFA 1.2 sind lt. PFB vom 19.08.2005 710.000 m; Grundwasser ins Grundwassermanagement des PFA 1.1 zu übernehmen (vgl. auch Kap. 1.1, S. 1/4).

Im PFB des PFA 1.6a vom 16.05.2007 sind unter IV. Wasserwirtschaftliche Entscheidungen die Auflagen und Maßnahmen aufgeführt, die durch die Einleitung vom 550.000 m; Wasser aus dem PFA 1.6 in den PFA 1.2 und damit in Aufbereitungs-/Überschusswasseranlagen des PFA 1.1 bedingt sind; diese Auflagen und Maßnahmen werden berücksichtigt.

2. Konzept des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements

2.1 Geltungsbereich

Der Geltungsbereich des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements beschränkt sich auf die Teilbaugruben des PFA 1.1 in offener Bauweise einschließlich dem Düker Nesenbach sowie die unmittelbar an den PFA 1.1 angrenzenden Anfahrbereiche des PFA 1.5 und 1.2/1.6a.

Die Wasserhaltung in den Teilbaugruben für das Sammeln und Ableiten des anfallenden Grund- und Niederschlagswassers gehört nicht zum zentralen Management, sondern wird von den Tiefbauunternehmen innerhalb der Baugrube komplett eigenständig realisiert. Dazu erfolgen mit der Ausschreibung entsprechende Vorgaben. Schnittpunkte zum zentralen System sind feste Übergabepunkte am Rand der Teilbaugruben in Form von Abzweigen der stationären Hauptleitungen des zentralen Systems mit Flanschanschlüssen zu den Interimsleitungen. Bei Bedarf und in Abstimmung mit der Bauüberwachung kann an diesen Stellen angebunden werden. Für die Infiltrationswassersammelleitung sind dabei Mengenbeschränkungen möglich. Die Pumpen in den Schächten bzw. Flachbrunnen im Arbeitsraum der Teilbaugruben und die Druckleitungen bis zum Übergabepunkt am Rand der Teilbaugrube gehören vereinbarungsgemäß zur Wasserhaltung des Tiefbauunternehmens und sind dort ausrüstungsmäßig und betriebsspezifisch vorzusehen.

2.2. Ziele und Aufgaben

Grundlage für das Handlungskonzept sind entsprechende Maßgaben aus der raumordnerischen Beurteilung des Regierungspräsidiums Stuttgart zur Aus- und Neubaustrecke Stuttgart- Augsburg, Bereich Stuttgart-Wendlingen mit Flughafenanbindung und Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart vom September 1997. Im Kap. 5.5. der Umweltverträglichkeitsprüfung wird eine Stützung des Grundwasserkörpers außerhalb der Baugruben gefordert. Dabei sind Auflagen zur weitestgehenden Minderung von Eingriffsauswirkungen auf den Wasser- und Gashaushalt und damit auf die hydraulischen Verhältnisse des Systems (quantitativer Schutz) sowie des Eintrags von Fremd- und Schadstoffen und von Veränderungen der chemisch-physikalischen Beschaffenheit der Heilquellen (qualitativer Schutz) zu beachten.

Hauptziele des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements sind:

Schutz der Heil- und Mineralwasservorkommen von Stuttgart - Bad Cannstatt und - Berg
(Verhinderung einer Potentialumkehr mit Mineralwasseraufbrüchen (Entgasung))

Minimierung der Änderung des Wasserhaushalts (Verringerung der bauzeitlichen
Grundwasserentnahme)

Schutz der umliegenden Gebäude und Bauwerke (z.B. Begrenzung der Reichweite des
bauzeitlichen Grundwasserabsenkungstrichters zur Vermeidung von Setzungsschäden).

2.3 Grundsätze des Konzeptes

Bei der Konzeption des Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements wurden nach Vergleich mit anderen Großbaustellen unter Berücksichtigung spezifischer Besonderheiten des Projektes Stuttgart 21 folgende, das System bestimmende Grundsätze aufgestellt:

- Grund- und Niederschlagswässer aller offenen Teilbaugruben werden in einem zentralen System nach einheitlichen Grundsätzen behandelt und verbracht (fehlende Vorflut in der Nähe, besondere Schutzwürdigkeit der Grundwasservorkommen, Notwendigkeit einer gesteuerten Infiltration zur Grundwasserstützung, hohe Anforderungen an die Wassergüte). Die Ableitung von überschüssigen Wässern erfolgt generell (bis auf Notfälle) in den Neckar (Vermeidung von Kanalbenutzungsgebühren).
- Grundwasser aus der Auffahrung von Tunneln zur Umverlegung der Stadtbahn Heilbronner Straße) mit einem geschätzten Gesamtumfang von rd. 90.000 m³; wird, separat behandelt und soweit möglich, im Kreislauf als Bauwasser mitverwendet (geringer Grundwasserandrang; Vermischung mit Bauwasser, Bauwassermenge und -charakteristik ist abhängig von der Vortriebstechnologie, mögliche Verunreinigung durch Eintrag von Spritzbeton und/oder Bentonit). Überschußwasser aus dem bergmännischen Tunnelvortrieb wird auf kurzem Weg in die städtische Mischwasserkanalisation abgeschlagen. Die Wasseraufbereitung erfolgt dezentral durch den Auftragnehmer in bzw. an der Anfahgrube (TB 4).
- Der zentrale Wassertransport aus den offenen Teilbaugruben erfolgt mit 2 getrennten, z. T. parallel verlaufenden Rohrleitungsnetzen - einem für die Infiltration und einem für das Überschuß- und Niederschlagswasser (unterschiedliche Dimensionen und Entfernungen). Alle Leitungen werden als geschlossene Drucksysteme mit steuerbaren Auslauf am Ende ausgebildet (Anpassung an komplizierte Baustellenverhältnisse, Möglichkeit von operativen Umverlegungen während der Bauzeit). Die Überschuß- und Niederschlagswasserableitung erfolgt in 2 parallelen Hauptleitungen (Möglichkeit der separaten Ableitung und Behandlung punktuell kontaminierter Wässer ohne Vermischung mit nichtkontaminierten Teilströmen).

- Für die ~~Infiltration werden 3 Teilaufbereitungsanlagen~~ Rohwasseraufbereitung wird eine zentrale WA-Anlage mit 4 Aufbereitungssträngen (-linien) installiert (Bereiche mit unterschiedlichem Chemismus, Störfallkonzept). Das aufbereitete Wasser wird bevorzugt infiltriert, überschüssiges aufbereitetes Wasser wird als Überschusswasser abgeleitet. Die Überschusswasseraufbereitung erfolgt in ~~einer~~ der zentralen WA-Anlage. Die Aufbereitungskomponenten richten sich nach möglichen Schadstoffen im Grundwasser aus den Ergebnissen der geologischen Erkundungen sowie potentiellen, baustellenbedingten Schadstoffeinträgen (Vorsorgegrundsatz). Die Schadstoffaufbereitung erfolgt modular mit Erweiterungsmöglichkeit in Abhängigkeit von den Ergebnissen der laufenden Überwachung.
- Die Flächeninfiltration in die Sohlfilter erfolgt nur in die Teilbaugruben des DB-Tunnels (TB 1-3, 8-25). Für die Infiltrationswasserentnahme können auch angrenzende andere Teilbaugruben bei Bedarf mit einbezogen werden. Das Grundwasser aller anderen Teilbaugruben wird im Überschusssystem abgeführt (Vereinfachung der Leitungsführung und Steuerung).
- Die Infiltrationsbrunnen werden in den ausgewiesenen Baustelleneinrichtungsflächen oder Grundwasserinfiltrationsarealen unter Beachtung örtlicher Gegebenheiten angeordnet.
- Die Anlagen des zentralen Wassermanagements müssen während der gesamten Bauzeit verfügbar sein (Zusammenspiel mit Baulogistik und -ablauf, Unterbringung nach Möglichkeit in Baustelleneinrichtungsflächen und -straßen, ständige Andienungsmöglichkeit).
- Die Anlagenteile müssen unter den rauen Baustellenbedingungen robust und zuverlässig sein.
- Für Störfälle müssen Notkonzepte vorliegen. Steuerungs- und Regelmechanismen mit ausreichenden Vorwarnzeiten müssen ein rechtzeitiges Reagieren auf unvorhergesehe Situationen ermöglichen. Den zuständigen Fachbehörden sind ständig ausreichende Informationen zur Verfügung zu stellen.

Nach den o. a. Grundsätzen wurde ein System konzipiert, das bei Änderungen der räumlichen oder zeitlichen Baufolge anpassungsfähig ist und in Abhängigkeit vom Planungs- und Ausführungsstand sowie nach Auflagen aus der Planfeststellung jederzeit ergänzt oder abgeändert werden kann.

3. Wasserfassung, -transport und -verteilung

Das für den Wassertransport erforderliche Rohrleitungssystem wird als geschlossenes, in seinen Haupttrassen während der gesamten Bauzeit festgelegtes System auf der Baustelle aufgebaut und über alle Bautakte vorgehalten. Die vorläufigen Rohrleitungstrassen sind auf dem Lageplan in Anl. 2, Bl. 1 neu dargestellt. Änderungen der Leitungsführung sind möglich. An Leitungsverzweigungen bzw. -vermaschungen werden Absperrmöglichkeiten für die einzelnen Teilstränge vorgesehen.

Das Leitungssystem umfaßt folgende Teilstränge:

a) Rohwasserleitungen Infiltrationswassersystem

- Sammelleitungen von den Teilbaugruben zur zentralen 3 Aufbereitungsanlagen

b) Infiltrationswasserleitungen

- Infiltrationsleitungen von der 3 Wasseraufbereitungsanlagen zu den Infiltrationsbrunnen und den für die Flächeninfiltration ausgewählten Teilbaugruben

bc) Überschuß- und Niederschlagswassersystemwasserleitungen

- ~~Sammelleitungen von den Teilbaugruben zur zentralen Aufbereitung und Rückhaltung~~
- Transportleitung von der zentralen Wasseraufbereitung zum Neckar.

Die RohwasserSammel- und Infiltrationsleitungen entlang der Haupttrasse des Fernbahntunnels verlaufen entlang der Baugruben sowie entlang von Baustraßen und öffentlichen Wegen aus Platzgründen auf der nördlichen Trogseite. Im Juchtenkäferbereich werden die Leitungen in Abständen gemäß Gutachten des Sachverständigen Siegert verlegt. Querungen der Fernbahntunneltrasse werden über die noch geschlossenen Teilbaugruben 9 und 18 vorgenommen, die relativ spät geöffnet werden. Werden diese Baugruben 18 ausgehoben, erfolgen Leitungsumverlegungen auf den fertigen Deckel der benachbarter Teilbaugrube 8 oder alternativ im Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz sowie auf die Teilbaugrube 17 oder alternativ in den Medienkanal Schloßgarten über den Fußgängersteg über die fertiggestellte Teilbaugrube 16. Die Teilbaugruben des Fernbahntunnels erhalten jeweils einen Anbindepunkte für

eine Übergabestelle bzw. die Sohlfiterinfiltrationsbrunnen ~~am nördlichen Rand~~. Die Lage der Leitungen im Bereich des Baufeldes wird entsprechend dem Baufortschritt und den bautechnischen Anforderungen bauzeitlich angepasst.

3.1 Wasserhaltung und -fassung

Die Wasserhaltung in den Teilbaugruben erfolgt offen mit einem System von Entwässerungsgräben auf jeweiligem Aushub-/Sohlniveau, in denen das eindringende Grund- und Niederschlagswasser in freiem Gefälle zu Pumpensämpfen (Anzahl in Abhängigkeit von Baugrubengröße und -form) abgeführt wird. Die Fassung erfolgt in Flachbrunnen oder Sammelschächten ~~speziellen Schächten~~ im Arbeitsraum, die im oberen Teil (oberhalb des Bemessungswasserspiegels) wasserdicht und im unteren Teil als Brunnenschächte ausgeführt werden. In den Schächten ~~bzw. Flachbrunnen~~ aus Betonfertigteilen werden die niveaugesteuerten Sammelumpen für die Ableitung des Bauwassers untergebracht. Die Schächte ~~im Arbeitsraum~~ können ~~dienen~~ später nach Einbringung von Kiesfilter und Sohlbeton als ~~Negativbrunnen~~ zur Flächeninfiltration dienen. Für Kontrollzwecke des Grundwasserspiegelbegrenzungssystems können solche Absenkschächte umgebaut werden. ~~bleiben sie dauerhaft erhalten.~~

3.2 Rohrleitungskonzept für Rohwasser und Infiltrationswasser

Das Rohrleitungssystem des Grundwassermanagements ~~Infiltrationswassersystem (IW-System)~~ arbeitet entsprechend dem Rohwasseranfall und dem Infiltrationswasserbedarf kontinuierlich mit einem regelbaren Durchsatz. Die Rohre werden als geschlossene Druckleitungen ausgebildet. ~~(Nenndruck PN 6) mit Vollfüllung ausgebildet. Am Stranganfang sind Pumpen und am Strangende ist immer ein freier Auslauf vorgesehen.~~

Die Rohrleitungen ~~des IW-Systems~~ können im Bereich von Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen wahlweise in frostfreier Tiefe ohne Isolierung oder oberirdisch mit Isolierung verlegt werden. Außerhalb der Baustelle ist eine oberirdische Leitungsführung zweckmäßig. Die Armaturen sind in robuster, wenig störanfälliger Ausführung zu wählen. Für das IW-System sind vorzugsweise HDPE-Rohre (bei oberirdischer Verlegung in Form von wärmeisolierten Doppelrohren) mit passenden Verteilerschächten aus Fertigteilen vorgesehen.

3.2.1 Sammelleitungen für das Rohfiltrationswasser

Zur Berücksichtigung lokaler Unterschiede der Grundwasserbeschaffenheit und für das Störfallmanagement (z. B. bei Ausfall einzelner technischer Komponenten, durch unbeabsichtigten Schadstoffeintrag, nach Havarien, bei Antreffen bislang nicht bekannter Altlasten o. ä.) ~~wird~~ werden ~~eine Unterteilung~~ die Rohrleitungen für das Rohwasser ~~des IW-Systems~~ auf ~~3 Teilbereiche~~ mehrere Sammelbereiche (Stränge) quer zur Anstromrichtung der Grundwässer verteilt ~~vorgesehen~~. Die Rohrleitungen ~~3 Aufbereitungsanlagen~~ werden mit Knotenpunkten zwischen den jeweiligen Teilsträngen (~~Schieberkreuze im Bereich der TB 11 und 18~~) miteinander verbunden, um Ausfälle kurzzeitig überbrücken zu können. Die vorläufigen Rohrdimensionen des IW-Systems liegen nach derzeitigen Annahmen bei DN 100 – 150 ~~50-150 (Durchfluß ca. 2...25 l/s)~~. Die ~~Gesamtlängen betragen für den Sammelstrang rund 1,2 km.~~

3.2.2 Rohrleitungen zu den Infiltrationsbrunnen

Die Infiltrationsleitungen zu den Infiltrationsb ~~konzipierten~~ Brunnen werden analog den Rohwasserleitungen mit Rohrdurchmessern von DN 100 bis DN 150 ~~Sammelleitungen des IW-Systems~~ ausgebildet. Da die Brunnen teilweise außerhalb der Baustelle in Frei-/Verkehrsflächen und in WA-Flächen bzw. Wz-Flächen (Grundwasserinfiltrationsareale) liegen, sind Straßenquerungen (i. d. R. mit Aufständern) unumgänglich. Im Bereich der Kreuzung Arnulf-Klett-Platz / Friedrichstraße kann der von der Baumaßnahme nicht betroffene Teil der Fußgängerpassage für die Rohrverlegung zu den Brunnen Nr. 1, 2, 37 und 38 genutzt werden. Die Andienung der Brunnen 1, 2 und 37 kann mit oberirdischer Leitungsverlegung erfolgen. Am Gebhard-Müller-Platz kann ~~selb~~ die Leitung zu den Brunnen 28, 29 und 30 im Bereich der Straßenquerung ~~an die bauzeitliche Transportleitung F-2 angehängt~~ über eine separate Rohrbrückenleitung zur Baueinrichtungsfläche BES2 geführt werden. Nördlich der Teilbaugrube 23 ist für die Querung der Willy-Brandt-Straße eine Aufständern notwendig. Die Leitung zum Brunnen 34 in der Halbergstraße kreuzt die Willy-Brandt-Straße in Höhe der Stadtbahnhaltestelle Neckartor. Die Straßenquerung ist alternativ aufgeständert, unterirdisch (Spülbohrung) oder im benachbarten Fußgängertunnel möglich. In der Kernerstraße ist eine oberirdische Verlegung der relativ kleinen Leitung mit Rohrbrücken möglich. An Leitungsverzweigungen sind Verteilerschächte mit den Armaturen zur Regelung der Zuflüsse zu den jeweiligen Infiltrationssträngen einzelnen Brunnen vorgesehen.

3.2.3 Rohrleitungen zu den Teilbaugruben für die Flächeninfiltration

Für eine flächenhafte Grundwasserstützung über die unter den Bodenplatten teilfertiggestellter Baugruben eingebauten Kiesfilter werden zu den Teilbaugruben des DB-Tunnels ebenfalls Infiltrationsleitungen verlegt. Die Infiltrationsleitungen werden bereichsweise parallel zu den RohwasserEntnahmeleitungen bis zu den im ~~nördlichen~~ Arbeitsraum vorgesehenen Schachtbrunnen geführt. ~~Die Anbindung der Schächte im südlichen Arbeitsraum erfolgt über Interimsleitungen DN 50 von den Anbindepunkten am nördlichen Baugrubenrand (vereinbarungsgemäß nicht Bestandteil des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements, sondern bei den Bauunternehmen vorzusehen).~~

~~Die Gesamtlänge der Infiltrationsleitungen zu den 37 Infiltrationsbrunnen und den Teilbaugruben beträgt ca. 2,6 km.~~

3.3 Überschußwasserleitung zum Neckar – und Niederschlagswassersystem

3.3.1 ~~Sammelleitungen für das Überschuß- und Niederschlagswasser~~

~~Das Überschuß- und Niederschlagswassersystem (ÜW-System) arbeitet diskontinuierlich (Zuschaltung bei steigendem Wasserstand in den Sammelschächten oder Flachbrunnen). Die Obergrenze des Durchsatzes bei der Auslegung des Niederschlagswassersystems ergibt sich aus der maximalen Rate an überschüssigem Grundwasser (= ca. 12,3 l/s im Bauschritt 1 s. Anl. 4.1) und einer Rate für die gedrosselte Niederschlagswasserableitung. Das System wird auf insgesamt 30 l/s (mit kurzzeitiger Ableitungsmöglichkeit von 50 l/s) begrenzt. Die Rohre werden als geschlossene Druckleitungen (Nenndruck PN 6) ausgebildet. Am Stranganfang befinden sich Pumpen. Am Strangende ist ein freier Auslauf ins Absetzbecken vorgesehen.~~

~~Für das ÜW-System können alternativ Druckrohre aus HD-PE, geschweißte Stahlrohre oder Druckrohre aus duktilem Gußeisen mit Stockmuffen (bei unterirdischer Verlegung) bzw. mit Flanschen (bei oberirdischer Verlegung) eingesetzt werden. Die vorläufigen Rohrdimensionen des ÜW-Systems liegen nach derzeitigen Annahmen bei DN 50...200 (Durchfluß ca. 2...30 l/s). Einzelne Teilstränge erhalten an den Knotenpunkten Absperrungen. Die Leitungen können bei Bedarf (Frostperiode, Reparaturen) vollständig mit 3 über das Leitungsnetz verteilten Druckluftspülstationen (Lage s. Anl. 2) abschnittsweise entleert werden. Die Gesamtlänge der Rohrlei-~~

~~tungen des Niederschlagswassersystems beträgt ca. 4,0 km (Trassenlänge 1,9 km, davon erfolgt auf 1,1 km Länge eine parallele Verlegung von 2 Hauptleitungen).~~

3.3.2 Ablaufleitung zum Neckar

Das überschüssige Grundwasser aus der Wasserhaltung soll zusammen mit dem Niederschlagswasser über eine Ablaufleitung zum Neckar abgeschlagen werden. Die Rohrleitung verläuft an der Cannstatter Straße und weiter parallel zu den Bahngleisen in Richtung Unteren Schloßgarten bis zum Übergabepunkt - einem Schacht zum Rosensteintunnel (Trasse s. Anl. 1). Die Gefälledruckleitung DN 200 hat eine Länge von 2,2 km. Bei einer Drosselableitungsmenge von 30 l/s beträgt die Fließgeschwindigkeit 1,0 m/s. Die hydraulischen Gesamtverluste liegen bei 12 m (1,2 bar). Bei entsprechender Pumpenleistung ist eine (kurzzeitige) Durchflußerhöhung bis auf etwa 50 l/s möglich.

3.4 Leitungen zu den Infiltrationsbrunnen des Notkonzeptes in den Grenzdolomit

~~Die Leitungsführung zu den 10 Notbrunnen (Lage s. Anl. 2, NEU) für eine Infiltration von Wasser im Grenzdolomit gemäß Handlungskonzept Problemszenarien sieht lt. PFB vom 28.01.2005 die Einspeisung von Trinkwasser aus dem städtischen Wasserversorgungsnetz vor. steht noch nicht fest. Derzeitig werden für die Einspeisung verfügbare Brunnen bzw. Quellen untersucht, die den speziellen Anforderungen an die Wassergüte für eine Infiltration in den Lettenkeuper genügen. Als Alternative kommt eine Entnahme aus dem städtischen Trinkwassernetz in Frage. Die Rohrdimensionen zu den Notbrunnen betragen sind analog zu den normalen Infiltrationsleitungen mit DN 50...DN 100 anzunehmen. Die Gesamtlänge der Zuleitungen für einen des Notbrunnenkonzeptes richtet sich nach den Anschlussschacht der städtischen Wasserversorgung ist noch festzulegen.~~

3.5 Zentrale Pumpstationen und Pumpen an den Übergabestellen (ÜGSt)

Als Pumpen des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements kommen vorzugsweise niveaugesteuerte Abwasserpumpen (Kreiselpumpen mit Tauchmotor) mit Mehrkanal- oder Freistromrad in Naß- oder Trockenaufstellung zum Einsatz. Der freie Kugeldurchgang beträgt i.d.R. 100-150 mm. Die Pumpen des zentralen Wassermanagements an den zentralen Aufbereitungsanlagen werden bauzeitlich fest (i. d. R. als Doppelpumpenanlagen) installiert. Auslegung und bauliche Gestaltung erfolgt gemäß ATV-Arbeitsblatt A 134.

~~Die Förderleistung beträgt an den einzelnen IW-Aufbereitungen 10-25 l/s pro Einzelpumpe. Die Gesamtförderhöhe (Summe aus geodätischer und manometrischer Höhe) liegt i. M. bei 15-20 Metern. Der elektrische Leistungsbedarf beträgt ca. 4-10 kW für die Ableitung des Infiltrationswassers pro Teilaufbereitungsanlage. Zur Druckstabilisierung ist in die 3 Anlagen jeweils ein Druckausgleichsbehälter (Windkessel) zu integrieren. Die Pumpanlage im Ablauf der zentralen ÜW-A ist auf eine Fördermenge von 30 l/s und eine Gesamtförderhöhe von ca. 20 Metern auszulegen. Der Leistungsbedarf beträgt ca. 12 kW für die Ableitung des Überschußwassers. Es werden in der zentralen WA-Anlage 4 Aufbereitungslinien mit einer Kapazität von jeweils 15 l/s angeordnet. Die Förderleistung der Pumpen wird auf diese Kapazität angepaßt.~~

Die Niveaumessung im Saugraum der Pumpstationen erfolgt mittels elektrischem Druckaufnehmer. Der Förderdruck wird mit einem Manometer und der Durchfluß mit einem magnetisch-induktivem Durchflußmesser (MID) kontrolliert. Im Sammelschacht der Teilbaugruben wird über eine Niveausteuerng das ~~IW-System und das ÜW-System~~ Rohwassersystem geregelt. Bei niedrigem Wasserstand werden zunächst die IW-Pumpen bis zu der für die Infiltration benötigten Menge bedient. Bei steigendem Wasserstand schalten die ÜW-Pumpen zu bis zur maximalen Ableitungsmenge. Bei Verschließen des Zulaufs der zentralen ÜW-Aufbereitung (d. h. bei Vollenfüllung des Absetzbeckens) schalten die ÜW-Pumpen im Ergebnis des Druckanstiegs ab. Die Teilbaugruben werden in diesem Extremfall kurzzeitig (bis zu einigen Stunden) eingestaut.

Die Schaltung der Aggregate erfolgt über speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS-Steuerungen). Eine Umschaltmöglichkeit zwischen Hand- oder Automatiksteuerung ist vorhanden. Als Schutzart ist IP 54 vorzusehen. Die Pumpen mit Umrichter-Antrieben ermöglichen eine stufenlose Drehzahlregelung.

4. Wasseraufbereitung

4.1 Rohwasserbeschaffenheit im Zulauf der Aufbereitung

In Anl. 6.1 sind die bisher aus Untersuchungen bekannten Parameter zum Grundwasserchemismus dargestellt. Die Spannweite verdeutlicht die mit gewissen Annahmen zu erwartenden Werte in den offenen Baugruben des PFA 1.1. Es handelt sich dabei um Grobabschätzungen anhand vorliegender Untersuchungsergebnisse an repräsentativen Grundwassermeßstellen im Umgriff der Baumaßnahme.

Der Grundwasserchemismus ist charakterisiert durch:

- hohe Mineralisation (insbesondere Gehalte an Calcium, Magnesium und Sulfat)
- hohe Pufferkapazität sowie hohe Gehalte an Hydrogencarbonat und an freier Kohlensäure, das Wasser befindet sich im Gleichgewicht der Calciumcarbonatsättigung
- pH-Wert ca.7
- niedrigen Sauerstoffgehalt
- Vorhandensein von Eisen und Mangan in signifikanten Konzentrationen (bis 1 mg/l Eisen)
- Hauptschadstoffe:
 - LHKW bis 35 µg/l (lokal auch wesentlich höhere Konzentrationen)
 - MKW bis 300 mg/l (vereinzelt stark erhöhte Gehalte bis >2000 µg/l)
 - BTEX (Konzentrationen i. d. R. <20 µg/l)
 - PAK (insbesondere Naphthalin bis ca. 0,5 µg/l)

Bei anorganischen Stoffen sind vereinzelt erhöhte Gehalte an Schwermetallen (vor allem Nickel, seltener Kupfer und Zink) und Fluorid gegenüber den in der Literatur für Grundwässer angegebenen Hintergrundbelastungen festgestellt worden. Die beobachteten Werte für Fluorid (ca. 0,5-2,0 mg/l) und Nickel (ca. 10-50 µg/l) liegen zwar meist unter den Vorgaben der Trinkwasserverordnung, würden jedoch bei den vom Amt für Umweltschutz vorgegebenen strengen Grenzwerten (Fluorid - 0,4 mg/l, Nickel - 10 µg/l) eine spezielle Aufbereitung vor Einleitung in das Grund-

wasser erfordern. Für beide Komponenten sind in Deutschland keine gängigen Verfahren im industriellen Maßstab bei o. g. Konzentrationen bekannt. Entsprechende Untersuchungen wären Voraussetzung für eine Aufbereitung dieser Parameter.

Bei Niederschlag vermischt sich das Grundwasser in den Gruben mit Niederschlagswasser (mindestens bis zur Fertigstellung des ~~Sohl~~~~betonplatte~~ Schalendaches).

Im Rohwasser (Baugrubenwasser) ergeben sich dabei folgende durchschnittlichen Mischungsverhältnisse (s. Anl. 4.1):

- a) bei Trockenwetter: 100% Grundwasser (ca. 10-27 l/s für Bauschritte 1-10)
- b) bei Regenwetter: Mischung von Grund- und Niederschlagswasser in der Baugrube, (Niederschlagswasser kann kurzzeitig deutlich überwiegen)
- c) im Jahresmittel: 96 % Grundwasser (460.000 m³;) + 4 % Niederschlagswasser (20.000 m³;) .

Das Niederschlagswasser ist gekennzeichnet durch:

- niedrige Mineralisation
- niedrige Pufferkapazität und niedrigen Kohlensäuregehalt,
- hohen Sauerstoffgehalt.

In den Baugruben werden sich durch das Überwiegen unbelasteter Grund- und Niederschlagswasser vermutlich überwiegend niedrige Schadstoffkonzentrationen einstellen. Plötzliche Schadstoffeinträge z. B. aus unbekanntem Altlasten lassen sich allerdings nicht ausschließen und sind kaum prognostizierbar.

Zusätzlich zu beachten sind folgende prinzipiellen hydrochemischen Veränderungen in den Baugruben:

- Ausgasung von Kohlendioxid aus dem Grundwasser bei Entspannung an der Oberfläche (führt zu einem Anstieg des pH-Wertes und zu Kalkausfällungen, d.h. auch zur Reduzierung des Calcium- sowie des Hydrogencarbonatgehaltes)

- Erhöhung des Sauerstoffgehaltes im austretenden Grundwasser
- zusätzliche Mineralisierung des Niederschlagswassers
- Trübstanfänger
- Anstieg des pH-Wertes durch Reaktionen mit Beton abhängig von der Pufferkapazität des Wassers. Allerdings ist dieser Effekt nur temporär während des Betonierens (bis zur Aushärtung des Betons) für einen vergleichsweise kurzen Zeitraum bzw. nur lokal an bestimmten Stellen, daher dürfte der pH-Wert-Anstieg durch Pufferung (Grundwasser) und durch Mischung (Verdünnung) mit unbelastetem Wasser und Regenwasser insgesamt relativ gering ausfallen, dauerhafte Grenzwertüberschreitungen bei der Einleitung / Infiltration sind nicht zu erwarten (aber Überwachung erforderlich, ggf. Dosierung zur pH-Wert-Korrektur)
- ggf. Eintrag von Öl, Schmierstoffen, Kraftstoffen, Lösungsmitteln bei Havarien o. ä..

4.2 Reinwasserbeschaffenheit im Ablauf der Aufbereitung

Die Reinwasserqualität im Ablauf der **zentralen Aufbereitungsanlagen** wird bestimmt von den Auflagen in Form von Grenzwerten zur Einleitung des Infiltrationswassers in die Grundwasserkörper und des Überschuß- und Niederschlagswassers in den Neckar.

Die Einleitbedingungen werden mit dem Planfeststellungsbeschluß vorgegeben. Für das Anlagenkonzept wurden deshalb vorläufige Annahmen aufgestellt, die dem gegenwärtigen Diskussionsstand der Fachgremien entsprechen (vgl. Anl. 6.1).

An das Reinwasser sind danach generell folgende Anforderungen zu stellen:

- weitgehende Entfernung der absetzbaren und abfiltrierbaren Stoffe
- Schadstoffelimination nach dem Stand der Technik, wobei insbesondere organische Schadstoffe (LHKW, MKW, BTEX, PAK) relevant sind
- pH-Wert-Pufferung auf Sollbereich 6,5 - 8,5
- Senkung des Gehaltes an gelösten Stoffen auf unter 20 mg/l
- vollständige Beseitigung von baustellenbedingten, potentiellen Verunreinigungen (infolge Auslaufen von Benzin, Diesel, Schmierstoffen, Reinigungs- und Lösungsmitteln u.a.).

4.3 Verfahrens- und Anlagenkonzept der Wasseraufbereitung

Das Verfahrenskonzept wurde nach dem Vorsorgeprinzip aufgestellt. Das bedeutet, daß alle nach derzeitigem Kenntnisstand unter realistischen Umständen relevanten Aufbereitungs-komponenten in das Konzept prinzipiell einbezogen wurden. Bestimmte Anlagenteile (z. B. Aktivkohlefilter, Stripanlagen) können dabei zeitweilig (durch entsprechende Umschiebung) zur Senkung der Betriebskosten abgeschaltet und nur bei erhöhten Schadstoffgehalten wieder zuge-schaltet werden. Hierbei könnten u. U. kurzzeitige (maximal 1 Woche) Grenzwertannäherungen bzw. -überschreitungen zwischen den Messungen bzw. Analysen auftreten. Vorgesehen ist die Vorhaltung von Aktivkohlefiltern für die in den anfänglichen Bauschritten erwarteten Teilströme. Aktivkohlefilter für die restlichen Teilströme sowie Stripkolonnen sollen modular bei Bedarf auf der Baustelle bei Erfordernis kurzfristig (innerhalb 2 Wochen) installiert werden. Dazu sind ent-sprechende bauvertragliche Regelungen zu treffen. Voraussetzung für diese Variante ist aller-dings, daß ein gewisser Zeitraum (ca. 2-3 Wochen) mit eventueller Annäherung oder Überschrei-tung des oder der Grenzwerte(s) zwischen Ablaufkontrolle an den Aufbereitungsanlagen bis zur Beschaffung und Inbetriebnahme der spezifischen Komponenten toleriert wird.

4.3.1 Aufbereitung des Infiltrationswassers

Der Standort der zentralen Wasseraufbereitungsanlage liegt zwischen BE-Fläche S1 und S3 (früherer Alternativstandort ÜW-Anlage), wobei die BE-Fläche S3 teilweise in Anspruch genom-men wird (vgl. Anlage 2, Bl. 1 neu). Der Flächenbedarf für die Anlagen- Betriebs- und Lagerflä-chen beträgt rd. 2000 m². Die 3 Infiltrationswasseraufbereitungsanlagen liegen vorzugsweise auf den Baustelleneinrichtungsflächen BE 3, BE 10 und BE 16. Der Flächenbedarf beträgt pro Anla-ge je nach technischer Auslegung ca. 200-350 m². Bei unvorhergesehenen Situationen (Störfäl-le, Einfluß nicht berücksichtigter Altlasten o.ä.) müssen eventuell situationsbezogen weitere Auf-bereitungs-komponenten beigestellt werden können. Für die kleine, östliche Teilfläche BE 3 ist eventuell ein zusätzlicher Randstreifen von 2 m Breite des angrenzenden Parkplatzgeländes in die Aufbereitungsanlage einzubeziehen. Nach aktuellem Kenntnisstand wird von einer Gesamtflä- che für die 3 IW-Aufbereitungsanlagen von etwa 900 m² ausgegangen.

Der Durchsatz an aufzubereitendem Infiltrationswasser beträgt maximal ca. 15-20 l/s insgesamt. Für die vorläufige Auslegung der Anlagen wurde eine Gesamtkapazität von 30 l/s angesetzt, um

~~ggf. in einzelnen Bauschritten auch bis zu 100% des gehobenen Grund- und Niederschlagswassers infiltrieren zu können. Nach derzeitigem Kenntnisstand verteilen sich die Kapazitäten wie folgt:~~

~~Anlagen A, B und C: jeweils 10 l/s.~~

Die zentrale Wasseraufbereitungsanlage mit einer Gesamtkapazität von 60 l/s besteht aus vier Wasseraufbereitungslinien (WA1 bis WA4) mit einer Kapazität von jeweils 15 l/s.

Lageverschiebungen und Größenänderungen sind mit laufendem Erkundungsfortschritt möglich.

Die IW-Aufbereitung umfaßt folgende Verfahrensstufen (Schema s. Anl. 6.3 neu):

- Wasserspeicherung
- mechanische Aufbereitung zur Entfernung schwerlöslicher Stoffe
- Entfernung organischer Stoffe
- Einstellung des pH-Wertes.
- Wassertransport

Die mechanische Aufbereitung und die pH-Wert-Einstellung werden für den maximalen Durchsatz ausgelegt. Für die Entfernung organischer Komponenten werden die ~~Anlagen B und C~~ vier Rohwasserstränge ~~in 2 Stränge zu jeweils 5 l/s aufgeteilt~~ bei Bedarf über eine im Strang 1 angeordnete Stripkolonne und über im Verlauf aller Stränge angeordneter Aktivkohlefilter geleitet (s. Schema in Anl. 5 neu). Ein Strang wird zu Baubeginn für den Erstwasserandrang ausgerüstet. Der zweite ~~bis vierte~~ Strang ist optional und wird bei Bedarf (d. h. im Ergebnis der Trendbeobachtung in den ersten Bauschritten) nachgerüstet.

Die ~~zentrale Anlagen (A/B/C)~~ zur IW-Aufbereitung bestehen aus jeweils folgenden Komponenten:

- Vorlagebecken (Auffang- und Absetzbecken) mit Fertigbehältern zur Entfernung absetzbarer Stoffe (Trübstoffe)

Absetzbecken: Oberflächenbeschickung ca. 2,0 m/h
daraus folgt: benötigte Fläche FB,WAV = 18 m²
bei einer gewählten Tiefe von 2 m: Volumen VB,WAV = 36 m³;
und damit Aufenthaltszeit ca. 1,0 h

- Leichtflüssigkeitsabscheider (Koaleszenzabscheider) und Ölschlammfang zur Vorsorge für Störfälle
- Dosiereinrichtung zur Flockungsmittelzugabe (für die Flockung abfiltrierbarer Stoffe) bestehend aus Impfstutzen, Vorlagebehälter, Dosierpumpe, MSR-Technik

- Kiesfilter zur Entfernung von Trübstoffen (z. T. auch Eisen und Mangan)
Mehrschichtfilter mit Filterkies unterschiedlicher Körnung:
Filtergeschwindigkeit 8-10 m/h
daraus folgt: benötigte Filterfläche FKF,ben. = 4,5 m²
gewählt: 1 Filter bzw. 2 x 2 Filter parallel für Anlagen B und C
mit einer Filterfläche von je FKF = 4,5 m² (· DKF = 2,4 m)
Filterschichthöhe HKF = 2 m

- Aktivkohlefilter zur Entfernung organischer Schadstoffe
Filtergeschwindigkeit 12-15 m/h
daraus folgt: benötigte Filterfläche FAKF,ben. = 3 m²
1 Filter bzw. 2 x 2 Filter parallel für Anlagen B und C
mit einer Filterfläche von je FAKF = 3 m² (· DAKF = 2 m),
Filterschichthöhe HAKF = 3 m
und damit: Filtervolumen VAKF = 9 m³; je Filter
Aufenthaltszeit t = ca. 15 min.

- Stripanlage (optional) zur Entfernung leicht flüchtiger organischer Schadstoffe, falls Aktivkohlefiltration nicht ausreichend, mit Ventilator und Abluftreinigung (Luftaktivkohlefilter)
Flächenbelastung 50 m/h
daraus folgt: benötigte Querschnittsfläche FSA = 0,75 m²

- Dosiereinrichtung zur pH-Wert-Korrektur (pH-Wert-Einstellung durch Kohlendioxidzugabe)
bestehend aus Impfstutzen, Vorlagebehälter, MSR-Technik (pH-gesteuerte Dosiermittelzugabe)

- sonstige Anlagenkomponenten
 - Einrichtungen zur Filterspülung (Spülwasserpumpen, Vorlagebehälter etc.)
 - Einrichtungen zur Schlammbehandlung bzw. -zwischenpeicherung
 - optional: jeweils ein Kies- und Aktivkohlefilter zusätzlich zwecks Redundanz (Filterspülung, Aktivkohlewechsel)
 - Probenahmeeinrichtungen
 - Pumpen (Pumpstation für Ablauf mit Windkessel)
 - Einhausung
 - Notüberlauf in die Kanalisation

4.3.2 Aufbereitung des Überschuß- und Niederschlagswassers

Die Überschußwasseraufbereitung wird auf eine maximale Kapazität von 30 l/s ausgelegt. Damit ist sowohl die Ableitung des in den einzelnen Bauschritten anfallenden Überschußwassers (d. h. des für die Infiltration nicht benötigten, in den Teilbaugruben anfallenden Grundwassers), als auch des (z. T. gedrosselten) Niederschlagswassers möglich (Mengenbilanz s. Anl. 4.1 und 4.2).

~~Die zentrale Aufbereitungsanlage soll im Mittleren Schloßgarten zwischen Biergarten und Planetarium eingerichtet werden (Lage s. Plan in Anl. 2). Die benötigte Fläche beträgt ca. 500 m². Ein Alternativstandort zwischen den zentralen BE-Fläche S 1 und S 3 ist im Plan ebenfalls ausgewiesen.~~ Der Standort der zentralen Wasseraufbereitungsanlage liegt zwischen BE-Fläche S1 und S3.

Für die zentrale ÜW-Aufbereitung sind ~~2-4~~ Straßen mit ~~unterschiedlichen Kapazitäten (10 l/s und 20 l/s)~~ je 15 l/s vorgesehen. Der Zulauf erfolgt über ~~2-4~~ getrennte (parallel verlaufende) Rohrleitungen (Schema s. Anl. 5). Auf diese Weise wird die Möglichkeit geschaffen, organisch belastete Wässer, die punktuell und in geringen Mengen anfallen, separat zu reinigen. Dabei wird ~~jeder~~ Teilstrang für 10 l/s im Gegensatz zum ~~2-~~ Teilstrang mit 20 l/s außer der mechanischen Aufbereitungsstufe mit einer Stufe zur Entfernung organischer Schadstoffe bei Baubeginn versehen. ~~Wenn die Menge an kontaminiertem Wasser 10 l/s übersteigt, wird die 2-~~ Straße mit entsprechenden Komponenten modular nachgerüstet (Schema s. Anl. 6.4). Das gereinigte Überschußwasser wird vor der Ableitung zum Neckar zusammengeführt und der pH-Wert auf den Sollbereich reguliert.

Die ÜW-Aufbereitung ~~umfaßt in Analogie zur IW-Aufbereitung~~ ist Bestandteil der zentralen WA-Anlage und umfasst damit folgende Anlagenkomponenten:

- Leichtflüssigkeitsabscheider (Koaleszenzabscheider) zur Vorsorge für Havariefälle
Auslegung analog Kap. 4.3.1
- Dosiereinrichtung zur Flockungsmittelzugabe (für die Flockung abfiltrierbarer Stoffe)
bestehend aus Impfstutzen, Vorlagebehälter, Dosierpumpe, MSR-Technik
- Kiesfilter (2 parallele Mehrschichtfilter) zur Entfernung von Trübstoffen (z. T. auch Eisen und Mangan)
Mehrschichtfilter mit Filterkies unterschiedlicher Körnung:
Auslegung analog Kap. 4.3.1

- Aktivkohlefilter zur Entfernung organischer Schadstoffe
Auslegung analog Kap. 4.3.1

- Dosiereinrichtung zur pH-Wert-Korrektur (pH-Wert-Einstellung durch Kohlendioxid-zugabe)
bestehend aus Impfstutzen, Vorlagebehälter, MSR-Technik (pH-gesteuerte Dosiermittelzugabe)

- sonstige Anlagenkomponenten
 - Vorlagebehälter und Eintragspumpen mit Niveausteuerng
 - Einrichtungen zur Filterspülung (Spülwasserpumpen, Vorlagebehälter etc.)
 - Einrichtungen zur Schlammbehandlung bzw. -zwischenpeicherung
 - optional: Kiesfilter zusätzlich zwecks Redundanz (Filterspülung)
 - Probenahmeeeinrichtungen
 - Pumpstation
 - Einhausung
 - Notüberlauf in die Kanalisation.

5. Infiltration

Die Infiltration zur Stützung der Grundwasserkörper erfolgt in einem definierten Umgriff der offenen Teilbaugruben (in einem Areal 800 x 500 m) in speziellen Infiltrationsbrunnen und in die Kiesfilter unter die Sohlen der teilfertiggestellten Teilbaugruben des Fernbahntunnels.

5.1 Infiltrationsflächen und Einleitpunkte

Als Infiltrationsflächen, d .h. Flächen mit bauzeitlicher Installation und Betrieb von Infiltrationsbrunnen (Negativbrunnen) wurden die in der technischen Planung ausgewiesenen Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen) des PFA 1.1 (s. Band 15, Anlage 13 "Baulogistik" der Planfeststellungsunterlagen) sowie die in Anl. 2 eingezeichneten und im Band 14, Anlage 9 "Grunderwerb" der Planfeststellungsunterlagen aufgeführten 7 Wasserinfiltrationsareale außerhalb der BE-Flächen (Bezeichnung WA 1-3, Wz 1-3 und Wz 5) entsprechend den hydrogeologischen Erfordernissen definiert.

Derzeitig geplante Einleitpunkte in die Grundwasserkörper sind dabei:

- ~~20~~ 12 Bohrbrunnen mit Verfilterung im Quartär-Gipskeuper (Dunkelrote Mergel, Bochinger Horizont)
- ~~17~~ 27 Bohrbrunnen mit Verfilterung im Gipskeuper (Bleiglanzbankschichten bis Bochinger Horizont)
- 10 Bohrbrunnen mit Verfilterung im Lettenkeuper (Grenzdolomit) für ein Notkonzept
- Schächte/Brunnen im Arbeitsraum der 20 Teilbaugruben des DB-Tunnels.

Die Infiltrationsbrunnen im PFA 1.1 befinden sich in Entfernungen zwischen ca. 20 und 100 m von den Teilbaugruben in offener Bauweise des PFA 1.1.

5.2 Hydrogeologische Verhältnisse im Bereich der Infiltrationsflächen

Der Untergrund wird im Bereich der Infiltrationsareale von Schichtabfolgen der Trias und des Quartärs aufgebaut. Dabei stehen oberflächlich anthropogene Auffüllungen sowie ca. 5 bis 15 Meter mächtige, überwiegend schluffig-lehmige Talablagerungen des Quartärs an.

Darunter folgen Ton-, Mergel- und Dolomitsteine mit eingeschalteten Gipslagen des mehr oder

weniger ausgelaugten und erodierten Gipskeupers (Mittlerer Keuper) mit Mächtigkeiten von ca. 10-40 m (primär ca. 100 m). Im Liegenden des Gipskeupers stehen ca. 20 m mächtige Dolomite und Mergel des Lettenkeupers (Unterer Keuper) an. Unterlagert werden die Schichten des Lettenkeupers von 70-80 m mächtigen Kalksteinen des Oberen Muschelkalks. Eine detaillierte geologische Untergliederung und Schichtenbeschreibung findet sich in Teil 1, Kap. 2.2 der Stellungnahme. Tektonisch ist das Infiltrationsareal im Bereich des Schloßgartens durch ENE-WSW-streichende Störungen mit Sprunghöhen von mehreren Metern schollenartig zerlegt. Dabei läßt sich eine südlichere Hoch- und eine nördlichere Tiefscholle unterscheiden. Der DB-Tunnel liegt weitgehend auf der Tiefscholle, während Teile des Nesenbachtüfers (Bereich des Oberhauptes) und des neuen Stadtbahntunnels Haltestelle Staatsgalerie auf der angrenzenden Hochscholle liegen.

Hydrogeologisch relevant sind im Infiltrationsareal vom Hangenden zum Liegenden folgende Grundwasservorkommen:

- (1) Schichtporengrundwasservorkommen in quartären Bach- und Schuttablagerungen.
- (2) Schicht- und Kluffgrundwasservorkommen im Gipskeuper (in Zonen aktiver Gipsauslaugung bzw. Verwitterung klüftiger Dolomite und Mergel).
- (3) Schicht- und Kluffgrundwasservorkommen im Grenzdolomit (Grenzbereich zwischen Gips- und Lettenkeuper).
- (4) Schicht- und Kluffgrundwasservorkommen in Dolomiten und Sandsteinen des Lettenkeupers.
- (5) Kluff- und Karstgrundwasser im Oberen Muschelkalk.

Infiltriert wird in die Vorkommen (1) - (2) (bei spezieller Erfordernis im Rahmen eines Notkonzeptes auch in (3)). Das Vorkommen (5) umfaßt im Planungsbereich den Träger des zu schützenden Mineralwasservorkommens.

Das gespannte bis lokal ungespannte Grundwasservorkommen im Quartär steht mit den durchweg gespannten Grundwasservorkommen im Gipskeuper (insbesondere dem Bochinger Horizont) in enger hydraulischer Verbindung. Die Grundwasserleiter weisen Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen 10^{-4} und 10^{-6} m/s auf. Die Grundwasserpotentialfläche liegt im zentralen Nesenbachtal bei ca. N 235-236 m (Flurabstand im Mittleren Schloßgarten 3,5-5,0 m). Talrandlich sind Grundwasservorkommen im Gipskeuper vor allem in den Dunkelroten Mergeln bis Bleiglanzbank-schichten ausgebildet (Potentialfläche bei ca. N 235-240 m, Flurabstände 8-14 m). Die Grund-

wasserströmungsrichtung folgt der Topografie des Nesenbachtals.

Die ausgelaugten Grundgipsschichten bilden die hydraulisch wirksame Trennschicht zu den tieferen Grundwasserstockwerken im Grenzdolomit, Lettenkeuper und dem Oberen Muschelkalk. Diese, durch zahlreiche Störungen hydraulisch miteinander verbunden Grundwasserleiter weisen abschnittsweise auch höhere Durchlässigkeiten zwischen 10^{-2} m/s und 10^{-4} m/s auf. Die Potentialfläche der tieferen Stockwerke liegt im zentralen Nesenbachtal bei N 234-235 m und weist eine Differenz zur Potentialfläche des oberen Stockwerks von 0,5-1,0 m auf. Die Grundwasserströmung in den tieferen Stockwerken ist großräumig auf den Neckar ausgerichtet (NNE im Lettenkeuper und NNW im Oberen Muschelkalk).

Hydrochemisch unterscheiden sich die Grundwasservorkommen insgesamt durch die im oberen Stockwerk deutlich geringere Mineralisation. Nach der chemischen Charakteristik ist das Wasser des oberen Stockwerks erdalkalisch-hydrogenkarbonatisch bis erdalkalisch-sulfatisch geprägt, während in den tieferen Stockwerken erdalkalisch-sulfatische bis erdalkalisch-sulfatisch-chloridische Wässer dominieren.

Eine detaillierte Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse im PFA 1.1 findet sich in Teil 1, Kap. 3.2 der geologisch-wasserwirtschaftlichen Stellungnahme.

5.3 Infiltrationskonzept

Das Infiltrationskonzept sieht eine bauzeitliche Stützung des oberen Grundwasserstockwerks durch gezielte Infiltration (Versenkung) von Wasser vor. Die Infiltration erfolgt auf der Grundlage entsprechender, interaktiver Prognoserechnungen eines numerischen 3D-Grundwasserströmungsmodells, das inzwischen erarbeitet, geeicht und verifiziert wurde (s. Ordner 3.2 mit Anhang 1 der vorliegenden Stellungnahme). Während der Infiltration werden die prognostizierten Verhältnisse mit den tatsächlichen laufend verglichen und das Modell gegebenenfalls korrigiert.

Regulative für die Infiltration sind dabei:

- (1) maximal zulässige Absenkung der Grundwasser-Potentiale aus der Prognoserechnung des Grundwasserströmungsmodells
- (2) Einhaltung der wasserrechtlich beantragten Fördermengen und -raten aus der Prognoserechnung des Grundwasserströmungsmodells

- (3) maximal zulässige Grundwasserspiegelaufhöhung im Bereich der Infiltration (~~nach derzeitigem Stand der Diskussion~~ PF-Beschluss vom 28.01.2005 ca. 2,0 m über MW)
- (4) operative Erfordernisse aus der Messung von quantitativen und qualitativen Warnwerten und der baubegleitenden Beweissicherung Wasser.

5.4 Technische Auslegung der Infiltrationsbrunnen

Die Regelprofile der als Bohrbrunnen ausgebildeten Infiltrationsbrunnen (Negativbrunnen) sind in Anl. 7 für die einzelnen Typen mit unterschiedlicher hydrogeologischer Zielstellung dargestellt. Die Tiefe der Brunnen schwankt zwischen etwa 10 m (Quartär-Gipskeuper im Bereich der Hochscholle) und 40 m (Grenzdolomit - Brunnen für Notkonzept).

Die Brunnenrohre (Filter- und Vollrohre DN 300 mm vorzugsweise aus wandverstärktem PVC, alternativ aus HDPE oder Stahl) werden in die Brunnenbohrungen DN 600 mm eingebaut. Der Ringraum wird mit entsprechend abgestuften Kiesfiltern und Sperrschichten verfüllt. Die einfachen Brunnenköpfe werden mit Schachtfertigteilen aus Stahlbeton (DN 625 mm nach DIN 4034) und überfahrbaren Abdeckungen (Klasse D 400 nach DIN 1229) gebaut. Die Zuleitung erfolgt mit HDPE-Druckrohren DN 50 (Da 63 mm). Die Steuerung der Infiltration erfolgt in jedem einzelnen Brunnen niveau- bzw. druckabhängig über Regelorgane (Verschluß bei Erreichen des jeweiligen Sollwertes) in speziellen Schalt-, Schieber- bzw. Verteilerschächten neben den Brunnen.

Im Durchschnitt beträgt die Infiltrationsrate pro Einzelbrunnen etwa 1-3 l/s. Die in den verschiedenen Bauschritten erforderlichen Infiltrationsmengen und ihre räumliche Verteilung auf einzelne Infiltrationsbrunnen werden gegenwärtig mit Versuchen und Modellen prognostiziert (derzeitiger Stand). Nach Fertigstellung werden die Infiltrationsbrunnen entsandet und klar gespült. Mit Versuchen werden die Aquiferparameter bestimmt.

6. Überschuß- und Niederschlagswasserableitung

Für die Ableitung des Überschuß- und Niederschlagswassers besteht prinzipiell die Möglichkeit einer Einleitung in die städtische Kanalisation (Mischwasserkanäle) oder in Oberflächengewässer (Neckar). Eine Kanalbenutzung ist i. d. R. durch die Kapazität des Netzes begrenzt. Da in der Vergangenheit Kanäle meist auf einen Bemessungsregen mit der Jährlichkeit $n=1$ ausgelegt wurden, besteht bei Einleitung größerer, zusätzlicher Mengen die Gefahr einer zeitweiligen Überlastung. Außerdem würden in diesem Fall über die Gesamtbauzeit für rund 550.000 m³ Wasser Kanal- bzw. Abwassergebühren anfallen. Aus diesen Gründen wurde im Rahmen der technischen Planung eine generelle Ableitung zum Neckar mit der bauzeitlichen Errichtung und Unterhaltung einer Druckleitung DN 200 vom Mittleren Schloßgarten auf kürzestem Weg durch den Unteren Schloßgarten zum Neckar vorgesehen. Die Länge der Leitung beträgt ca. 2,2-8 km.

6.1 Einleitstelle in den Neckar

Die Einleitung in den Neckar erfolgt im letzten Abschnitt durch den vorhandenen Rosensteintunnel. Der Einleitpunkt in den Neckar am Ende des Rosensteintunnels am südwestlichen Neckarufer weist folgende Gauß-Krüger-Koordinaten auf:

Rechtswert:	3.515.438 m
Hochwert:	5.407.104 m

Bei Trockenwetter liegt die Einleitmenge unter 15 l/s. Die maximale Einleitmenge nach Starkniederschlägen beträgt ca. 30 l/s. Unter Berücksichtigung einer Sicherheitsreserve wird wasserrechtlich eine zulässige Einleitmenge von 50 l/s in den Neckar beantragt.

6.2 Einleitstellen in die Kanalisation (Notüberläufe)

Für ~~bestimmte~~ Stör- und Notfälle (z. B. Anlagenausfall) ~~sollten~~ wird an ~~den~~ ~~der~~ ~~einzelnen~~ ~~Teil-~~ ~~aufbereitungsanlagen~~ ~~WA-~~ ~~Aufbereitungsanlage~~ ein ~~Notüberläufe~~ ~~Notüberlauf~~ mit Abschlagsmöglichkeit in den nahegelegenen ~~Mischwasserkanäle~~ ~~Mischwasserkanal~~ (Kanal Cannstatter Straße) installiert werden. Die Benutzung ~~dieser~~ ~~dieses~~ ~~Notüberlaufsaufe~~ erfolgt in Abstimmung mit dem Kanalbetreiber und unter Beachtung entsprechender Auflagen zu den Einleitbedingungen.

~~Dazu bestehen für die einzelnen Aufbereitungsanlagen folgende Möglichkeiten der Anbindung:~~

~~IW-Aufbereitungsanlage A: Hauptsammler West~~

~~IW-Aufbereitungsanlage B: Mischwasserkanal DN 600 (= BW 1.5767 s. Band 2, Anlage 3
Bauwerksverzeichnis der Planfeststellungsunter-
lagen)~~

~~IW-Aufbereitungsanlage C: Mischwasserkanal DN 400 (= BW 1.5788)~~

~~zentrale ÜW-Aufbereitungsanlage: Nesenbachkanal (Dükerunterhaupt)~~

Die Überschußwasserableitung bei der bergmännischen Auffahrung des Verkehrstunnels zur Verlegung der Stadtbahn im Bereich der Heilbronner Straße kann in den Hauptsammler West in der Heilbronner Straße im Bereich der Anfahrgrube (TB 4) erfolgen.

7. Messung, Steuerung, Regelung und Überwachung

7.1 Messungen

Zur Durchführung der Wasseraufbereitung und -verbringung sind Messungen an folgenden Punkten erforderlich:

a) im unmittelbaren Baustellenumgriff

- an den Teilbaugruben (Menge und Qualität des zufließenden Wassers)
- an den Aufbereitungsanlagen (Menge und Qualität des Roh- und des Reinwassers)
- im Bereich der Infiltration (Wasserstände ohne und mit Infiltration, Infiltrationsmenge)

b) im weiteren Baustellenumgriff

- Schüttung und Qualität der benachbarten Mineral- und Heilquellen von Stuttgart - Bad Cannstatt und - Berg
- Schüttung und Qualität vorhandener Grundwassernutzungen (s. Stellungnahme Teil 3 "Hydrogeologie und Wasserwirtschaft", Tab. 3/2 und Anl. 3.1.1)
- Grundwasserstände und -qualität in vorhandenen oder einzurichtenden Meßstellen (Pegeln).

Die unter a) zur unmittelbaren Steuerung und Erfolgskontrolle des zentralen Wasser-managements erforderlichen Messungen werden nachfolgend beschrieben. Die unter b) aufgeführten Kontrollen gehören zur baubegleitenden Beweissicherung Wasser, die in Beilage 1 gesondert abgehandelt wird. Dazu kommen die baubegleitenden ingenieur-geologischen Messungen, die nicht Gegenstand des vorliegenden Konzeptes sind.

Wassermessungen erfolgen für quantitative und qualitative Parameter.

7.1.1 Quantitative Messungen (Volumen, Volumenstrom und Wasserstand)

Für die Wasserbilanzierung und Kontrolle der wasserrechtlich beantragten Förder- und Einleitmengen sind absolute Volumenmessungen erforderlich. Dafür sind in den Ablaufleitungen der Aufbereitungsanlagen geeichte Woltmann-Flügelrad-Wasserzähler mit digitaler Datenspeicherung vorzusehen.

Zur Steuerung der Entnahme- und Infiltrationsmengen in einzelnen Teilbaugruben und Infiltrationsbrunnen werden in die Sammel- bzw. Infiltrationsleitungen magnetisch-induktive Durchflußmesser (MID) mit digitaler Datenspeicherung und -(fern)übertragung zur zentralen Datenerfassung (Leitstand) eingebaut.

Wasserstände zur Steuerung der Infiltration werden in den Infiltrationsbrunnen und den Vorlagebehältern bzw. dem Rückhaltebecken der Aufbereitungen mit Hilfe von Drucksonden und in den im Umfeld der Infiltrationsbrunnen befindlichen ca. 40 Meßstellen für das Monitoring (Steuerpegel) mit schwimmerbetriebenen Winkelcodierern gemessen. Dabei erfolgt ebenfalls eine digitale Datenspeicherung und -(fern)übertragung zum Leitstand.

7.1.2 Qualitative Messungen (Wassergüte)

Für die Untersuchungen der Wassergüte sowohl des anfallenden Bauwassers als auch des zur Infiltration bzw. zur Ableitung vorgesehenen Wassers wurde ein abgestuftes System der Probenahme und Analytik entwickelt. Die zu untersuchenden Parameter und die für verschiedene Meßorte differenzierten Meßzyklen sind in Anl. 6.2 aufgeführt.

Grundsätzlich werden 3 Arten von Messungen und Analysen der Wassergüte vorgesehen:

- regelmäßige Messungen an den Aufbereitungsanlagen sowie in ausgewählten Teilbaugruben und Pegeln (Meßstellen zur Beobachtung von Warnwerten) von pH-Wert, elektrischer Leitfähigkeit, freier Kohlensäure und Chlorid (letzteres nur für Meßstellen im ku2GD)
- nach dem jeweiligen Baustand in Intervallen abgestufte Messungen ausgewählter Parameter am Zu- und Ablauf der 4 Teilaufbereitungsanlagen und in den Teilbaugruben
- periodische Messungen in den zur Beweissicherung Wasser festgelegten Meßstellen.

Die arbeitstäglichen Messungen von pH-Wert und elektrischer Leitfähigkeit erfolgen mit Hilfe von Sonden (entweder fest installiert mit Anschluss an die Datenfernübertragung oder mit tragbaren Geräten). Die Chloridmessung kann vor Ort mit einem colorimetrischem Schnelltest erfolgen. Etwa alle 2-4 Wochen sollte im Labor ein Abgleich mit Hilfe der Ionenchromatografie erfolgen. Die CO₂-Messungen sollten prinzipiell durch Vor-Ort-Analyse (titrimetrische Bestimmung) erfolgen.

Die Kontrollmessungen an den Aufbereitungsanlagen und in den Teilbaugruben umfassen sowohl mit Hilfe von Sonden automatisierte Vor-Ort-Messungen (Temperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit) als auch Laboranalysen mit Probenahme vor Ort. Bei den Laboranalysen, die prinzipiell von einem akkreditierten Labor auszuführen sind, kommen unter Beachtung der Nachweisgrenzen und den (vorläufig angenommenen) Einleitwerten die in den einschlägigen DIN- bzw. EN- bzw. ISO-Normen gefaßten Verfahren zum Einsatz (s. Anl. 6.2).

Das System der analytischen Überwachung sichert die im Rahmen der Beweissicherung Wasser und des Warnwertkonzeptes konzipierten Möglichkeiten eines rechtzeitigen Eingreifens bei Änderungen bzw. Störungen. Dabei sieht das Schema im Grundsatz ein engeres Meßprogramm sowohl hinsichtlich des Parameterumfangs als auch hinsichtlich der Untersuchungshäufigkeit vor. Sind keine Auffälligkeiten erkennbar, kann das Schema in Abstimmung mit dem Amt für Umweltschutz gelockert werden. Umgekehrt ist bei Auftreten oder Anstieg von Schadstoffgehalten eine operative Verdichtung der Untersuchungen möglich.

7.2 Warnwertsystem

Warnwerte sind festgelegte Größen quantitativer und qualitativer Meßparameter im Rahmen der Beweissicherung Wasser, die noch unter den wasserrechtlich genehmigten Grenz- bzw. Einstellwerten liegen. Sie dienen der Früherkennung einer möglichen Annäherung an Grenz- oder Einstellwerte und sichern einen gewissen Reaktionszeitraum. Das generelle Warnwertsystem für die PFA 1.1, 1.2, 1.5 und 1.6 ist in Beilage 2 beschrieben.

Warnwerte sind sowohl bei Messungen im Rahmen des baubegleitenden Beweissicherungsprogramms (s. Beilage 1) als auch im Rahmen des unmittelbaren Steuerungssystems (z. B. in den Teilbaugruben und Pegeln) zu beachten. Für das Wassermanagement im PFA 1.1. sind folgende vorläufigen Warnwerte relevant:

a) quantitative Werte

- Grundwasserstand/Potential im ku2GD, im ku und im mo (Überschreiten prognostizierter Absenkungen)
- Grundwasserstand/Potential im obersten Grundwasservorkommen außerhalb des prognostizierten Absenktrichters (GW-Absenkung unter natürlichem GW-Stand bei NW5-Verhältnissen, GW-Aufhöhung über natürlichem GW-Stand bei HW1-Verhältnissen)
- Fördermenge bzw. -rate der Bauwasserhaltung (Überschreiten von 90% der prognostizierten Menge)

- Schüttung Heil- und Mineralquellen (plötzliche Schüttungsminderung: kurzfristige Schüttungsminderung im Vergleich zum Schüttungsmittel der vorherigen 7 Tage, die die Prognose überschreitet; schleichende Schüttungsminderung: mit dem Grundwasserströmungsmodell berechnete Schüttungsminderung)

b) qualitative Werte

- CO₂-Gehalt des Wassers aus der Bauwasserhaltung (> 250 mg/l im Bereich der Baugruben 1 - 15 bzw. >350 mg/l im Bereich der Baugruben 16 - 25)
- CO₂-Gehalt des Wassers aus Meßstellen im ku2GD (> 250 mg/l für Messstellen im Bereich der Tiefscholle in Höhe der Baugruben 1-15 bzw. > 500 mg/l für Messstellen im Bereich der Tiefscholle in Höhe der Baugruben 16-25)
- Cl-Gehalt des Wassers aus Meßstellen im ku2GD (> 250 mg/l für Messstellen im Bereich der Baugruben 1-15 sowie Messstellen im Bereich der Hochscholle in Höhe der Baugruben 16-25 bzw. > 350 mg/l für Messstellen im Bereich der Tiefscholle in Höhe der Baugruben 16-25)
- Änderung der hydrochemischen Zusammensetzung der ku-Wässer im Vergleich zu den Parameterminima und -maxima der vorhandenen Vollanalysen der letzten 4 Jahre (Statistik) um über 5%
- Änderung der Heil- und Mineralwasserzusammensetzung für folgende Parameter im Vergleich zum Parametermittel der vorhandenen Analysen der letzten 4 Jahre (Statistik):
 - CO₂ um 20 %
 - Cl um 10 %
 - Leitfähigkeit um 10 %

7.3 Beweissicherung Wasser

Die Beweissicherung Wasser (igi Niedermeyer, 2000) Phasen 1-3 sind:

- | | |
|----------|--|
| Phase 1: | bauvorbereitend (ab mindestens 1 Jahr vor Baubeginn) |
| Phase 2: | baubegleitend (ca. 6,5 Jahre nach aktuellem Bautaktplan) |
| Phase 3: | nach Beendigung der Wasserhaltung (ca. 1-2 Jahre bis zum Erreichen des Ausgangszustandes bzw. stationärer Verhältnisse). |

Für die bauvorbereitende Beweissicherung wurde ein entsprechendes Konzept erarbeitet und mit den Fachbehörden abgestimmt (igi Niedermeyer, 1999). Die Beschreibung für die Phase 2 ist Beilage 1 zu entnehmen.

Die Zielstellung der baubegleitenden Beweissicherung, die mit dem zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement in engem Zusammenhang steht, besteht in:

- der Erfassung relevanter Änderungen der Grund- und Mineralwasservorkommen im Einflußbereich der Baumaßnahme,
- der Steuerung des Grundwassermanagements,
- dem Beleg der Einhaltung behördlicher Auflagen,
- der Abwehr unberechtigter Ansprüche Dritter.

Für die baubegleitende Beweissicherung ist ein System von ca. 80 Meßstellen mit dazugehörigen Meßprogrammen vorgesehen. Die bislang ausgewählten Meßstellen dazu sind in Anl. 2 und 8 aufgeführt (soweit sie im näheren Baustellenumgriff liegen). Dabei ist bei Meßstellen Dritter ihr derzeitiger Zustand und ihre Verwendbarkeit mit Begehungen zu prüfen. Nicht mehr verwendbare Meßstellen sind ggf. durch neu zu errichtende zu ersetzen.

7.4 Datenmanagement, Dokumentation

Im Leitstand des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement werden alle eingehenden Daten sowohl auf PC in entsprechenden Dateien als auch in gedruckter Form erfaßt, dokumentiert und archiviert. Dem Auftraggeber und den zuständigen Überwachungsbehörden werden quartals- und jahresweise Berichte mit Zusammenfassung der laufenden Arbeitsergebnisse übergeben. Bei Bedarf kann für die Überwachungsbehörden ein ständiger Zugriff auf bestimmte digitale Daten durch Schaffung entsprechender online-Verbindungen über Modem hergestellt werden.

7.5 Steuerung und Regelung

Die Steuerung und Regelung erfolgt an folgenden Stellen des Systems:

- **Zentrale Aufbereitungsanlagen** (Mengendurchsatz, Komponentenzuschaltung, Dosiermittelzugabe) und **Übergabestellen**,
- **Infiltrationsbrunnen und Notbrunnen** (Menge / Grundwasserspiegelaufhöhung),
- ~~Überschuß- und Niederschlagswasseraufbereitungsanlage (Mengendurchsatz, Komponentenzuschaltung, Dosiermittelzugabe).~~

7.5.1. Steuerung und Regelung der Infiltrationswasseraufbereitung

Der Mengendurchsatz in ~~den~~ **den zentralen** Aufbereitungsanlagen des Infiltrationswassers und **den Übergabestellen** wird in Abhängigkeit vom Andrang in den Teilbaugruben und den Erfordernissen der Infiltration mit Hilfe von elektrisch angesteuerten Regelorganen (Ventilen) vom Leitstand aus gesteuert. Die Zu- oder Abschaltung **einzelner Aufbereitungslinien** und Aufbereitungskomponenten erfolgt manuell durch Umschieberung in Abhängigkeit von Analyseergebnissen bzw. operativen Erfordernissen. Die Infiltrationswasserabgabe erfolgt mengen- bzw. druckabhängig über die Drehzahlregelung der Pumpen.

7.5.2 Steuerung und Regelung der Infiltration

Zur Optimierung der Infiltration ist eine separate Mengenregelung im Zulauf der einzelnen Infiltrationsbrunnen bzw. -schächte erforderlich. Die Mengensteuerung sowie Zu- oder Abschaltung erfolgt ferngesteuert vom Leitstand aus mit Hilfe von Regelventilen.

7.5.3 Steuerung und Regelung der Überschuß- und Niederschlagswasserbehandlung

Die Zulaufmenge wird in den Teilbaugruben automatisch in Zusammenhang mit der Infiltrationswasserableitung geregelt. Steigt der Wasserstand in den Entnahmebrunnen infolge Überschußwasserandrang oder bei Regenereignissen an, schalten die Pumpen ~~des Überschußwassersystems~~ der zentralen WA-Anlage automatisch (niveaugesteuert) zu. ~~Die Mengengbegrenzung im Zulauf der ÜW-Aufbereitungsanlage erfolgt durch ein Regelorgan im Zusammenhang mit einem MID und dem Füllstand des Absetzbehälters. Die Pumpe im~~ Der Ablauf wird auf die vorgegebene zulässige Ablaufrate von 30 l/s eingestellt (für Notfälle Zuschaltung einer 2. Pumpe für einen Gesamtförderstrom von 50 l/s).

8. Not- und Störfallkonzepte

Die Szenarien und Konzepte bei wasserwirtschaftlichen Not- und Störfällen sind im Teil 4 "Handlungskonzepte – Problemszenarien" der Stellungnahme beschrieben. Nachfolgend werden die Wechselwirkungen zum zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement kurz umrissen.

8.1. Plötzliche Änderungen der Wassermengen oder der Mineralisation

Wassermengen und Mineralisation können sich sowohl bei der Wasserhaltung in den offenen oder geschlossenen Teilbaugruben als auch bei Grundwassernutzungen außerhalb des Absenkungstrichters unvorhergesehen ändern.

Bei den bergmännischen Tunnelbaugruben mit Spritzbeton- oder Tübbingausbau ist eine Verkürzung der offenen Länge zwischen Ortsbrust und nachgezogener Innenschale vorgesehen. Reicht diese Maßnahme bei starken lokalen Wasserzutritten nicht aus, sind Abdichtungen durch Injektionen vorzunehmen. Der Düker Nesenbach soll mit Druckluftstützung aufgefahren werden. In besonders gefährdeten Bereichen der Tunnel (z. B. beim Anschneiden der Neckarkiese) sind vorausseilende Schirme von Hochdruckinjektionen mit Zement- oder Zement-Bentonit-Suspensionen vorgesehen. Direkte Auswirkungen dieser Maßnahmen auf das zentrale Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement im PFA 1.1 sind nicht zu erwarten.

Für plötzliche, unvorhergesehen Änderungen der Wasserandrangsmengen oder der Mineralisation in den Teilbaugruben mit offener Bauweise sind abgestufte Vorgehensweisen konzipiert. Die Möglichkeiten reichen von einer zeitweiligen, gesteuerten Veränderung des Verhältnisses zwischen Grundwasserentnahme und -infiltration in einzelnen Bereichen über das Einbringen temporärer oder dauerhafter Sperren (Spunddielen, Injektionsschleier, zusätzliche Sohlabdichtungen durch Kunststoffolien) bis hin zum Totstauen von Wasseraufbrüchen in der Sohle durch Aufsetzen von schachtringen und Anschüttungen (Bodenkegel) und der zeitweiligen Flutung einzelner Teilbaugruben. Die Auswirkungen auf das zentrale Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement im PFA 1.1 erfordern operative Entscheidungen auf Grundlage des Monitorings in enger Abstimmung mit den Überwachungsbehörden.

Ausreichende Dimensionierung aller Pumpen, Wasserleitungen und Aufbereitungsanlagen sowie die Möglichkeit von Umbindungen und Kurzschlüssen lassen auch (kurzfristige) Kapazitätserweiterungen einzelner Teilbereiche oder des Gesamtsystems bei Gefahr im Verzug zu.

8.2. Starkniederschläge / Hochwasser

Bei Starkniederschlägen während der Bauzeit, die zur Überlastung ~~des Überschußwasser-systems~~ der zentralen WA-Anlage führen, ~~schaltet~~ wird die ~~Überschuß- und Niederschlagswasserableitung nach Vollerfüllung des zentralen Rückhalte- und Absetzbeckens niveaugesteuert~~ ~~ab~~ Rohwasserzuleitung (Grund-, Überschuß- und Niederschlagswasserableitung) auf insgesamt 60 l/s begrenzt. Die offenen Baugruben werden kurzzeitig eingestaut. Mit beginnender Entleerung ~~des Beckens~~ der Speicher schalten die Pumpen in den Teilbaugruben druckabhängig wieder zu. Das Infiltrationswassersystem arbeitet davon unabhängig weiter.

Das Ansteigen des Grundwasserspiegels über einen definierten Bemessungsgrundwasserstand (BGW), der bauzeitlich in bestimmten Abschnitten bis zu 1,5 m unter dem endgültigen BGW (= ca. HW_{200}) liegt, ist sicher zu begrenzen, um ein Aufschwimmen der teilsfertiggestellten Bauwerke zu verhindern. Dazu dient ein kombiniertes System von Sicherheitsdrainagen einschließlich Lehmabdichtung gegen eindringendes Oberflächenwasser, Zugpfählen, Überläufen (Brunnentöpfen) in den Sohlen der Teilbaugruben und bauzeitlichen (später auszubetonierenden) sowie endgültigen Notflutöffnungen in den Wänden. Das Einströmen von Oberflächenwasserabflüssen in die Arbeitsräume offener Teilbaugruben wird generell durch technische Maßnahmen (wasserdichter Verbau im oberen Teil bis ca. 1,0 m über GOK) verhindert.

In der natürlichen Senke im Mittleren Schloßgarten kann sich bei extremen Hochwasser eine von Süden nach Norden fließende Welle mit einer abgeschätzten Höhe bis zu 0,3...0,5 m (HW_{100}) bilden, die nach derzeitigem Stand der Diskussion durch die noch nicht geöffneten Bereiche der Teilbaugruben 18 und 19/20 (= Taltiefpunkt) geleitet werden soll. Dazu müssen diese Abschnitte gegen die benachbarten, tiefliegenden Baugruben wasserdicht mit Spund- bzw. Leitwänden bis ca. 1,0 m über GOK abgeschottet werden. Die im Bereich des Mittleren Schloßgartens geplanten Brunnen müssen hochwassersicher gebaut werden (OK Brunnenkopf sowie OK Armaturenschacht ca. 1,0 m über Gelände). Das betrifft explizit die Brunnen 10-23 und 25-26. Die Baustelleneinrichtungsflächen sind generell (außer dem Durchfließbereich in Höhe der Teilbaugruben 18 und 19/20) gegenüber dem Gelände um 0,5-1,0 m aufzuhöhen.

8.3. Anlagenausfall

—Bei Ausfall einzelner Komponenten des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements (Pumpen, Rohrstränge, Aufbereitungsanlagenteile) sind folgende Vorkehrungen zur Minimierung der Auswirkungen getroffen:

- Pumpen in robuster Abwasserausführung
- Auslegung der wichtigsten zentralen Pumpen als Doppelpumpenanlagen
- In wesentlichen Bereichen Verlegung von zwei parallelen Leitungen für das Rohwasser (Redundanz bei Ablagerungen, getrennte Ableitung von belastetem Wasser).
- Aufteilung ~~des Infiltrationswassersystems in 3 und des Überschuwassersystems in 2 un-~~abhängige, bei Bedarf miteinander verbundene Teilsysteme der Rohrleitungssysteme in 4 un-abhängige über die WA-Anlage verknüpfte Bereiche.
- Umgehungsmöglichkeiten einzelner Aufbereitungskomponenten bzw. der Aufbereitung insgesamt durch entsprechende Möglichkeiten der Umschieberung (s. Anl. 6.3 und 6.4)
- Online-Überwachung wichtiger Funktionen im Leitstand mit Alarmeinrichtung (optisch und akustisch).

8.4. Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen

Beim Umgang (Transport, Lagerung, Benutzung) auf der Baustelle mit Gefahrstoffen, insbesondere mit wassergefährdenden Stoffen, sind die gesetzlichen Verordnungen, die Technischen Regeln und die berufsgenossenschaftlichen Vorschriften einzuhalten. Entsprechende Kontrollen sind angesichts der besonderen Situation mit Wasserinfiltration in schutzbedürftige Grundwasservorkommen laufend vorzunehmen. Das komplette Vorliegen von Sicherheitsdatenblättern für Gefahrstoffe nach DIN 52900 ist zu kontrollieren. Für den Umgang sollten klare, baustellenbezogene Betriebsanweisungen vorliegen (ggf. sind sie vom Auftragnehmer anzufertigen und mit der Bauoberleitung abzustimmen).

Sollten wassergefährdende Stoffe in die Wasserhaltung gelangen, ist eine sofortige Anzeige bei der örtlichen Bauüberwachung erforderlich. Im Leitstand des zentralen Wassermanagements sind Verfahrensanweisungen zu deponieren, die ein abgestuftes Vorgehen ermöglichen.

Für die Separierung und Behandlung von kontaminiertem Wasser sind folgende technischen Vorkehrungen getroffen:

- einzelne Teilbaugruben lassen sich wahlweise aus dem Infiltrations- oder Überschusswassersystem jederzeit ausschließen ohne Unterbrechung des Gesamtsystems
- Das Rohrleitungssystem gestattet ein temporäres Umleiten von Wasser aus einzelnen Teilbaugruben zur zentralen **Überschuss** Wasseraufbereitungsanlage; dort stehen optional Notbehälter (Container) zur Zwischenlagerung von Wasser in begrenztem Umfang zur Verfügung
- Ein zeitweiliges Abschlagen von Wässern, die nicht zur Infiltration geeignet sind, in die städtische Mischwasserkanalisation ist mit Notüberläufen sichergestellt
- In ~~den~~ der zentralen **WA**-Aufbereitungsanlagen sind Anschlüsse für die zeitweilige Beistellung weiterer Aufbereitungskomponenten vorgesehen.

9. Logistik und Organisation

Die nachfolgenden Ausführungen zur Logistik und Organisation des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements ~~haben nur vorläufigen Charakter~~, entsprechen dem Planungsstand 12.10.2009. Mit ~~damit~~ einer fortschreitenden Planung sind technische und logistische Änderungen zu ~~erwarten~~ sind erfassen.

9.1. Räumliche und zeitliche Zwangspunkte aus dem Bauablauf

Aus der aktuellen Bautaktfolge und den Erfordernissen des Wassermanagements ergeben sich folgende Zwangspunkte (s. auch Anl. 3):

- Die Hauptrohrleitungstrassen für das Roh-, ~~des~~ Infiltrations- und Überschuwassersystems ~~nördlich des DB-Tunneltrags muß fast~~ sind über die gesamte Bauzeit (Bauschritte 1-~~10~~12) ~~installiert sein~~ vorzuhalten. Sollten die Baustraßen A und B zu Baubeginn noch nicht fertiggestellt sein, sind eventuell Provisorien erforderlich
- (z. B. aufgeständerte Interimsleitung, Durchführung der Rohrleitungen unter den Gleiskörper des Hauptbahnhofs mit gesteuertem Rohrvortrieb, zeitweiligen Abschlag in die Kanalisation o. ä.). Zeitpunkt und Trasse der Umverlegung der Rohrleitungen im Bereich der Trogquerungen (Teilbaugruben 9 und 18) sind im Rahmen des Bauablaufs zu präzisieren.
- ~~Die~~ Der Standorte für die Aufbereitungsanlagen ~~müssen~~ ~~muss~~ ebenfalls mit Baubeginn zur Verfügung stehen. Die Landschaftsgestaltung in diesen Bereichen kann frühestens nach Bauschritt ~~10~~12 erfolgen.
- Die Infiltrationsleitungen zu den Brunnen außerhalb der Baustelle können für die jeweils vorgesehenen Bauschritte installiert werden. Der Rückbau kann nach Freigabe durch die örtliche Bauüberwachung entsprechend aktuellen Prognoseberechnungen des Grundwasserströmungsmodells erfolgen.

9.2. Flächenbedarf und Dienstbarkeiten

Bauzeitlicher Flächenbedarf besteht für folgende Anlagen des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements:

~~W~~Zentrale WA-Aufbereitungsanlage ~~A~~ ca. 200-250 m⁵ in ~~BE~~ Fläche 3 ca. 2000 m⁵
am ~~E~~-Rand der BE S1 und ~~NW~~-Rand der BE-Fläche S3 sowie auf dem Grundwas-
serinfiltrationsareal WA1 (Flurstück 673)

~~W~~Aufbereitungsanlage ~~B~~ ca. 300-350 m⁵ in ~~BE~~ Fläche 10

~~W~~Aufbereitungsanlage ~~C~~ ca. 300-350 m⁵ in ~~BE~~ Fläche 16

~~Ü~~W-Aufbereitungsanlage ca. 400-500 m⁵ in ~~Flurstück~~ 673

ca. 47-49 Infiltrations- und Notbrunnen mit Armaturenschächten und Schaltschrän-
ken- ~~BE~~-~~WA~~-~~Wz~~-Flächen im PFA 1.1 und 6 Infiltrationsbrunnen im PFA 1.5 bzw.
PFA 1.2/1.6a

Rohrleitungstrassen inkl. Rohrbrücken

Steuerpegel

Die Zugänglichkeit während des Betriebs zu den o.a. Anlagen ist über öffentliche Straßen und die Wege im Mittleren Schloßgarten gegeben. Der Zugang zu den Brunnen 6 und 8 im Bereich des Hauptbahnhofs ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Die Rohrleitungen des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements und die Standorte von Brunnen und Meßstellen sind grundsätzlich in öffentlichen Flächen vorgesehen. Im Einzelfall werden private Grundstücke berührt. ~~Mit dem Grunderwerbsplan werden~~ Entsprechende Dienstbarkeiten (z.B. dingliche Belastung und bauzeitliche Inanspruchnahme) sind vertraglich ~~gere-~~gelt zu regeln. ~~Da es sich hier nur um zeitlich begrenzte Inanspruchnahme handelt, sind Grundbuch-~~absicherungen nicht erforderlich. Für den Standort der zentralen WA-Anlage liegen mit dem PFB vom 28.01.2005 die erforderlichen dinglichen Belastungen und die bauzeitliche Inanspruchnahme vor.

9.3 Energieversorgung

Für die Versorgung des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements mit Elektroenergie ist ein zentraler Anschluß an das städtische Niederspannungsnetz (Drehstrom 400/230 V, 50 Hz) vorzusehen. Der Anschlußwert ist mit dem örtlichen Energieversorgungsunternehmen nach Konkretisierung des Gesamtsystems unter Berücksichtigung einer Leistungsreserve in Höhe von ca. 15 % abzustimmen. Die Zähleranlage (Verbrauchsmessung) ist im Bereich des ~~Standortes~~ der zentralen WA-Anlage ~~Leitstandes auf der zentralen BE-Fläche S1~~ einzurichten.

Ob für die Ersatzenergieversorgung eigene mobile oder stationäre Notstromaggregate mit automatischen Selbststartern vorzuhalten sind, ist mit der Oberbauleitung vor Baubeginn abzustimmen. Vorhaltung und eventueller Einsatz der Notstromaggregate sind separat zu konzeptionieren.

9.4 Winterbetrieb

Für das Infiltrationswassersystem ist bei üblichen Baubedingungen (Temperaturen um den Gefrierpunkt mit einzelnen Tages- oder Nachttiefen bis -10°C) voller Winterbetrieb zu organisieren. Ein Einfrieren bzw. Funktionsausfall von Anlagenteilen ist zu verhindern. Dazu sind regelmäßige Kontrollen durchzuführen und ggf. entsprechende Maßnahmen einzuleiten (z. B. Isolierungen, mobile Heißluftgebläse o. ä.).

Das Rohrleitungsnetz ist frostsicher auszuführen (unterirdische Verlegung in frostfreier Tiefe oder alternativ isolierte Doppelrohre bei oberirdischer Verlegung). Für das Überschuß- und Niederschlagswassersystem sind ggf. normale Rohre ausreichend (bei Dauerfrost fallen keine flüssigen Niederschläge an; das bis auf die ersten Bauschritte geringfügige, überschüssige Grundwasser kann kurzzeitig bei Gefahr des Einfrieren der Leitungen auch in die Kanalisation über die Notüberläufe der IW-Aufbereitungsanlagen abgeführt werden). Im Einzelfall sind Maßnahmen zur Isolierung bzw. Beheizung der Rohre mit dem Bauherrn abzustimmen.

9.5 Rück- bzw. Umbau der Anlagen nach Baufertigstellung

Die Anlagen des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements sind grundsätzlich nach Bauende rückzubauen. Soweit sie nicht mehr gebrauchsfähig sind und verkauft werden können, sind die Anlagen ordnungsgemäß zu entsorgen. Mögliche Ausnahme bilden die Stromzuführungs- und Steuerkabel vom Leitstand zu den Infiltrationsbrunnen im Mittleren Schloßgarten. Wenn sie im Boden belassen bleiben, sind sie in den Bestandsplänen des Energieversorgungsunternehmens zu vermerken und in das Kontroll- und Wartungskonzept einzubeziehen.

Nicht mehr benötigte Infiltrationsbrunnen und Pegel sind ebenfalls rückzubauen, soweit sie nicht in Abstimmung mit der Stadtverwaltung zu Dauermeßstellen umgebaut werden sollen. Dabei ist im Einzelfall zu prüfen, ob eine Teilverwahrung (Teilabbruch des oberen Abschnitts bis ca. 1,5 m Tiefe) sinnvoll ist.

9.6 Auswirkungen auf Bauwerke und Anlagen Dritter

Nachteilige Auswirkungen des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements auf Bauwerke und Anlagen Dritter sind bei ordnungsgemäßem Bau und Betrieb nicht zu besorgen. Unumgängliche bauliche Eingriffe (z. B. im Bereich von Aufständern von Rohrleitungen oder Rohrleitungsbrücken) sind in Abstimmung mit den Eigentümern zu regeln. Landschaftsgestalterische Ausgleichsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

9.7 Umsetzung, Ablauf und bauvertragliche Organisation

Nach Abschn. 7 der Baubeschreibung, Teil III (Band 1, Anlage 1 der Planfeststellungsunterlagen) beträgt die geplante Bauzeit für Roh- und Ausbau des PFA 1.1 ca. 6,5-7,0 Jahre.

Für die Umsetzung der Vorplanung zum zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement durch einen Bauvertrag mit einem Auftragnehmer ergeben sich folgende prinzipiellen Möglichkeiten:

- A. Planung und Ausschreibung des Wassermanagements nach dem üblichen Schema der HOAI (Entwurfs- und Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis, öffentliche oder beschränkte Ausschreibung, Vergabe) auf der Grundlage des planfestgestellten Bauentwurfs.
- B. Verkürzte Variante mit „Funktionalausschreibung“ des Wassermanagements (Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm nach § 9 VOB/A) auf der Grundlage des Vorentwurfs oder Entwurfs.

Bei Variante A ist ein höherer Zeitrahmen anzusetzen, da genauere Planungsgrundlagen erforderlich sind. Variante B läßt dagegen mehr Spielraum zur Berücksichtigung laufender Änderungen des Bauentwurfs einerseits und möglicher Sondervorschläge der Bieter andererseits. Eine sorgfältige Ausarbeitung der Ausschreibungsunterlagen einschließlich der Vertragsbedingungen ist Voraussetzung für eine leistungsgerechte Kalkulation und Verteilung des Risikos mit Berücksichtigung einer realitätsnahen, auch bei eventuellen Mengenänderungen leistungsgerechten Kostenstruktur.

Vor der Vergabe ist festzulegen, ob nur das technische System ausgeschrieben werden soll und die baubegleitende, ingenieurtechnisch-hydrogeologische Betreuung separat beauftragt werden soll (analog der Verfahrensweise bei den Großbaustellen im Zentrum von Berlin), oder ob beide Komponenten an eine (möglicherweise speziell zu diesem Zweck zu gründende) Firma als Generalauftragnehmer vergeben werden sollen.

Die Ausschreibung des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements sollte mindestens 6 - 12 Monate vor Baubeginn erfolgen, um das zentrale Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement rechtzeitig zu installieren.

9.8 Qualitätssicherung

Zur Sicherung der Qualität bei der Umsetzung des zentralen Grundwasser- und Niederschlagswassermanagements in den mit der Durchführung und Überwachung beauftragten Unternehmen stehen mehrere, in der Praxis bewährte Managementsysteme zur Verfügung:

1. Qualitätsmanagement nach ISO 9000 ff,
2. Umweltmanagement nach Öko-Audit-VO (EWG 1836/93) oder ISO 14000,
3. Sicherheitsmanagement (z. B. BS 7750).

Für die Vergabe der Leistungen sollte nach Möglichkeit ein integriertes Qualitäts- und Umweltmanagement in den Unternehmen vorliegen oder zumindest im Rahmen des Vorhabens mit entsprechenden Betriebsprüfungen und Validierungen / Zertifizierungen eingerichtet werden. Der Nachweis solcher, erfolgreich eingeführter Sicherungssysteme könnte ein wesentliches Kriterium bei der Auftragsvergabe sein.

Die entsprechenden Dokumentationen (Handbücher, Verfahrensanweisungen) sind in einem Exemplar im zentralen Leitstand zu deponieren.

10. Wirksamkeitsanalyse der Infiltration

10.1. Quantitative Kontrolle

Die Infiltration ist ein dynamischer Vorgang und unterliegt zahlreichen Einflüssen (Messungen, Beobachtungen usw.). Daher ist ein ständiger Abgleich mit der Modellprognose hinsichtlich der quantitativen Parameter erforderlich. Dabei sind bedeutsam:

- Grundwasserentnahmerate insgesamt und in einzelnen Teilbereichen
- Infiltrationsrate insgesamt und in einzelnen Teilbereichen
- Grundwasserstände während der Infiltration im Baustellenumfang im Vergleich zum prognostizierten Stand am jeweiligen Beobachtungspunkt.

Bei signifikanten Veränderungen der Meßwerte und Unterschiede zu den Prognosewerten, die z. B. durch lokale, im Modell nicht berücksichtigte geologische Besonderheiten verursacht werden können, ist das Modell zu verifizieren und die Prognose hinsichtlich Absenkungstrichter und Infiltrationsmenge entsprechend anzupassen.

Unter Berücksichtigung der Unschärfe der Eingangsparameter im Modell und der damit verbundenen Prognoseeinflüsse werden folgende Überschreitungen der o. a. Kontrollparameter für die Notwendigkeit einer Verifikation bzw. Modellanpassung angesetzt:

- Summarische Abweichung der faktischen Grundwasserentnahme- oder Infiltrationsrate im Bereich ~~einer der zentralen~~ Infiltrationswasser-~~Teilaufbereitungsanlage (A, B und C)~~ um jeweils mehr als 25 % über einen Zeitraum von mehr als einer Woche.
- Abweichung des faktischen Grundwasserstandes in einem Steuerpegel um mehr als 50 % von der Prognose für den jeweiligen Beobachtungspunkt über einen Zeitraum von mehr als einer Woche.

Werden die o. a. Kriterien eingehalten, gilt die Infiltration und die Potentialverteilung als ausreichend übereinstimmend mit dem Modell. Bei Überschreitung eines der beiden o.g. Kriterien gilt die Abweichung von der Modellprognose als bedeutsam. Der offenbar systematische Fehler er-

fordert eine Modellkorrektur. Der Betrachtungszeitraum von 1 Woche schließt dabei kurzzeitige Schwankungen und äußere Einflüsse (nach Niederschlägen in oberflächennahen Grundwasserleitern) aus. Die Oberbauleitung und die überwachende Behörde (Amt für Umweltschutz) sind umgehend von Überschreitungen zu informieren.

Zur quantitativen Wirksamkeitsanalyse zählt auch die Kontrolle der quantitativen Warnwerte entsprechend dem vereinbarten Modus (s. Beilage 2).

Mit den weiterführenden Prognosebetrachtungen wird für die quantitative Kontrolle eine spezielle Verfahrensanweisung als Steuerungsinstrument erarbeitet.

10.2 Qualitative Kontrolle

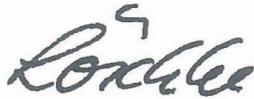
Die qualitative Kontrolle beinhaltet die laufende Beobachtung der hydrochemischen Parameter des geförderten Wassers (= Rohwasser) und des nach Aufbereitung zur Infiltration bzw. zur Einleitung in den Neckar abzuführenden Wassers (= Reinwasser) entsprechend dem festgelegten Untersuchungsprogramm (Anl. 6.2).

Signifikante Auffälligkeiten sind:

- deutliche und anhaltende Änderungen des Chemismus (im Ergebnis von Trendbeobachtungen, ggf. mit Hilfe entsprechender Diagramme, Verfahren der mathematischen Statistik wie Signifikanztests, Korrelationsanalysen usw.)
- Annäherung von hydrochemischen Warnwertparametern an die festgelegten Warnwertgrenzen
- Annäherung von Schadstoffparametern an die vorgegebenen Einleitungsgrenzwerte.

Bei plötzlichen Änderungen sind die Oberbauleitung und die überwachende Behörde (Amt für Umweltschutz) zu informieren. Bei Erfordernis sind zusätzliche Untersuchungen mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die Aufbereitungskomponenten sind ggf. zu erweitern.

Für die Bearbeiter:



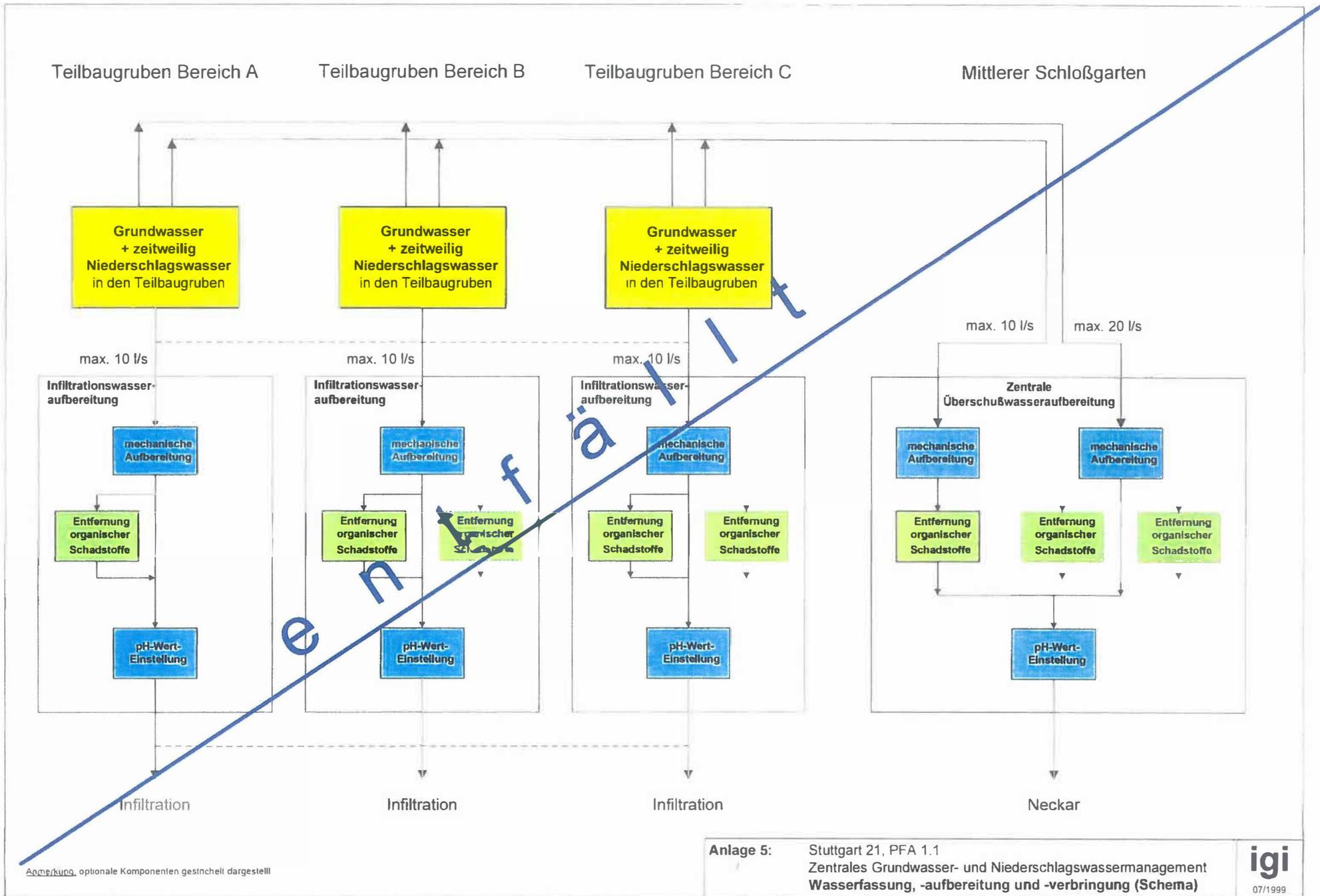
gez. ~~P. Mühlstedt~~ T. Löscke
(Dipl.-Geol.) (Dipl.-Ing.)

Für die Planung:



Dr. ~~S. Niedermeyer~~ Dr. T. Westhoff
(Dipl.-Ing.) (Dipl.-Geol.)

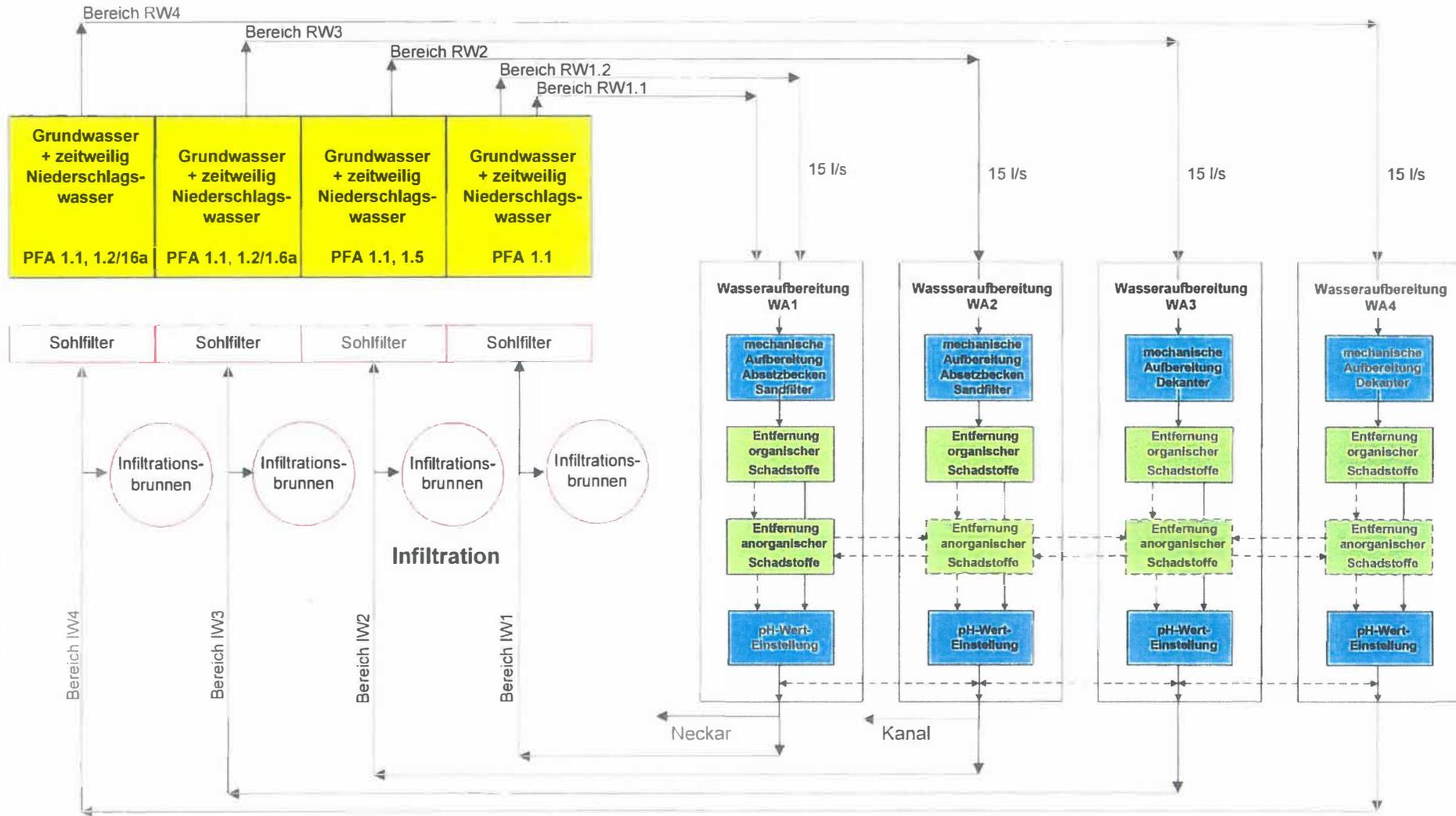
~~Dr. Ing. R. Niedermeyer~~



Anlage 5: Stuttgart 21, PFA 1.1
 Zentrales Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement
 Wasserfassung, -aufbereitung und -verbringung (Schema)

**Bauwasserhaltung -
Teilbaugruben PFA 1.1, PFA 1.2/1.6a, PFA 1.5**

Zentrale Wasseraufbereitung



Anmerkung: optionale Komponenten gestrichelt dargestellt

Stuttgart 21, PFA 1.1
Zentrales Grundwasser- und Niederschlagswassermanagement
Wassererfassung, -aufbereitung und -verbringung (Schema)

Anl. 5 neu
Blatt 1 von 1