

# Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg Bereich Wendlingen - Ulm

Planfeststellungsabschnitt 2.4

Band 6: Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

Abschnitt 2.4, Tunnel Alabstieg von km 75,250 bis  
km 81,768 der Neubaustrecke Wendlingen – Ulm

15.1B Erläuterungsbericht Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

mit Blaeintragungen  
2. Planänderung vom 07.09.2009  
.....

~~nur zur Information~~

Vorhabenträger:

**DB Netz AG**  
vertreten durch  
**DB ProjektBau GmbH**  
Mönchstraße 29  
70191 Stuttgart

Bearbeitung:

Planungsrechtliche  
Zulassungsentscheidung  
erteilt am 25.06.2012  
591ppw/029-2300#008  
Eisenbahn-Bundesamt,  
Außenstelle Karlsruhe/Stuttgart

Im Auftrag

  
v. Eicken



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

Az.: A1048  
Stand 28.08.09

Westheim, im August 2004

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Aufgabenstellung .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Naturräumlicher Überblick .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse .....</b>	<b>4</b>
3.1	Grundwasservorkommen und Stockwerksgliederung .....	4
3.2	Geohydraulische Eigenschaften der Gesteinsabfolgen .....	6
3.3	Grundwasserstände/Flurabstände und Grundwasserspiegelschwankungen .....	10 11
3.4	Grundwasserströmungsverhältnisse .....	13
3.5	Hydrochemische Verhältnisse .....	14
3.6	Grundwassernutzungen .....	18
3.7	Oberflächengewässer .....	20
3.8	Alllasten .....	21
<b>4.</b>	<b>Eingriffe durch bauliche Anlagen (Bauzeit und Betrieb) und deren hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Auswirkungen .....</b>	<b>22</b>
4.1	Grundwasservorkommen .....	22
4.2	Grundwassernutzungen .....	29 30
4.3	Gewässer .....	31 32
4.4	Bodenwasserhaushalt .....	32 33
<b>5.</b>	<b>Hydrologische und hydrochemische Beweissicherung .....</b>	<b>33 35</b>
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>34 36</b>
6.1.	Naturräumlicher Überblick .....	34 36
6.2.	Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse .....	34 36
6.3.	Eingriffe durch bauliche Anlagen (Bauzeit und Betrieb) und deren hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Auswirkungen .....	35 37
<b>7.</b>	<b>Literatur und verwendete Unterlagen .....</b>	<b>38 40</b>
7.1.	Literatur über durchgeführte Untersuchungen .....	38 40
7.2.	Weitere verwendete Unterlagen .....	40 42

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Qualitative Bewertung der mittleren Gebirgsdurchlässigkeiten in den einzelnen geologischen Gebirgsabschnitten	7
Tabelle 2:	Zusammenstellung der im Bereich Geruglesäcker/Lehr ermittelten geohydraulischen Parameter	9
Tabelle 3:	Zusammenstellung der im Bereich Einfahrung von Ulm bis südlich Wilhelmsburg ermittelten geohydraulischen Parameter	9
Tabelle 4:	Zusammenstellung der im Bereich Michelsberg bis Tunnelportal Ulm ermittelten geohydraulischen Parameter	10
Tabelle 5:	Angaben zu privaten Wasserfassungen innerhalb des Untersuchungsraumes	19

## Beilagen

Beilage 1:	Übersichtslageplan mit Oberflächengewässern, Brunnen, Grundwassermessstellen und Quellen;	M 1:10.000
<del>Beilage 2:</del>	<del>Ingenieurgeologischer und hydrogeologischer Längsschnitt</del>	<del>M 1:10.000/1.000</del>

# 1. Aufgabenstellung

Die DB AG ist nach 4 Abs. (1) Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) verpflichtet, ihren Betrieb sicher zu führen und die Eisenbahninfrastruktur, Fahrzeuge und Zubehör sicher zu bauen und in betriebssicherem Zustand zu halten. Durch den Bau, die baulichen Anlagen und den Betrieb der Bahnanlagen treten Benutzungen der Gewässer i.S. des WHG auf, wobei das Grundwasser und die Oberflächengewässer betroffen sind. Bei allen Maßnahmen, mit denen Auswirkungen auf die Gewässer verbunden sein können, ist die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuordnen, um eine Beeinträchtigung der Gewässer, insbesondere ihrer wasserwirtschaftlichen und ökologischen Funktionen zu vermeiden. Dazu sind die einschlägigen Untersuchungen erforderlich, zu denen eine ausreichende Erkundung und Beurteilung des Baugrundes, der Erdbaustoffe, der Oberflächen- und Grundwasserverhältnisse sowie der wasserwirtschaftlichen Nutzung gehört.

Die Darstellung und Beschreibung der hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Verhältnisse ist eine wesentliche Voraussetzung zur Planung, Gestaltung und dem Unterhalt der Bahnanlagen. Dabei ist dem Vermeidungs- und Verminderungsgebot bezüglich der Umweltauswirkungen Rechnung zu tragen. Die hydrogeologischen Verhältnisse und wasserwirtschaftlichen Nutzungen bilden wichtige Grundlagen für die funktionsgerechte Gestaltung der Bauwerke in Wechselwirkung zum Baugrund (Gebirge und Grundwasser) und dessen Inanspruchnahme. Dabei ergeben sich Wechselwirkungen zu den Schutzgütern der Umwelt (z.B. Flächen- und Rauminanspruchnahme, Eingriffe in Funktions- und Lebensräume des Menschen, der Tiere und der Pflanzen).

Im vorliegenden Erläuterungsbericht werden Aspekte des Wassers und dessen Inanspruchnahme durch die Erd- und Ingenieurbauwerke behandelt, die beim Bau und dem Betrieb der Bahnanlagen im Planfeststellungsabschnitt (PFA) 2.4 auftreten werden bzw. können und für die Funktionsfähigkeit auf Dauer zu beachten bzw. von Notwendigkeit sind. Des Weiteren dient der vorliegende Erläuterungsbericht als Grundlage für die Bewertung des Gebirges als Funktionsraum der Gewässer und der möglichen baulichen anlage- und betriebsbedingten Maßnahmen und Einwirkungen auf die Gewässer sowie zur Erläuterung der sich aus dem Bau und Betrieb der Bahnanlagen ergebenden wasserrechtlichen Tatbestände. Die Aussagen des vorliegenden Erläuterungsberichtes bilden somit eine wesentliche Grundlage für die Technische Planung und für Aussagen zu den Umweltbelangen.

Dieser Erläuterungsbericht baut auf den Ergebnissen des 3. Erkundungsprogrammes (EKP), (ARGE WUG Wasser Umwelt Geotechnik, 2002) auf. Die vorgenannte ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme kann bei Bedarf bei der Deutschen Bahn AG, vertreten durch die DB ProjektBau GmbH, Stuttgart 21, Wolframstraße 20, 70191 Stuttgart, eingesehen werden.

Im Nachfolgenden werden die für die Planfeststellung wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zusammenfassend dargestellt.

Die hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Verhältnisse sind im Übersichtslageplan, Beilage 1 dargestellt. Die geologische und hydrogeologische Situation ist in dem ingenieurgeologischen und hydrogeologischen Längsschnitt, Beilage 2 dargestellt.

## 2. Naturräumlicher Überblick

Der Untersuchungsraum des PFA 2.4, Tunnel Alabstieg befindet sich im Bereich S' von Dornstadt bis in das N' Stadtgebiet von Ulm und ist in Bezug auf die naturräumliche Gliederung nach MEYNEN und SCHMITHÜSEN (1995) dem Naturraum Niedere Flächenalb, der zur naturräumlichen Haupteinheit Schwäbische Alb gehört, zuzuordnen.

Die Niedere Flächenalb ist eine im allgemeinen reliefarme Hochfläche, in die sich zahlreiche, z.T. weitverzweigte Trockentäler eingeschnitten haben. Darüber hinaus sind Verkarstungsstrukturen, wie Karstsenken und Dolinen, zu beobachten.

Die wasserarme Hochfläche der Niederen Flächenalb wird aus verkarstungsfähigen Karbonatgesteinen des Weißjuras aufgebaut, die mit Annäherung an die Donau etwa ab Dornstadt zunehmend von den tertiären Schichten der Unteren Süßwassermolasse (USM) überlagert werden.

Im Stadtgebiet von Ulm werden die Festgesteine des Weißjuras von quartären Lockergesteinen überlagert.

Die Hochfläche wird von zwei Tälern durchzogen, dem Rappenbadtal und dem Lehrer Tal. Die zwischen Ulm und Neu-Ulm gelegene Donau stellt den Hauptvorfluter dar.

Der Naturraum der Niederen Flächenalb wird im PFA 2.4 durch eine dichte Besiedlung, Gewerbe, Industrie und stark zurückgedrängte Waldgebiete charakterisiert.

### 3. Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse

#### 3.1 Grundwasservorkommen und Stockwerksgliederung

Aufgrund der unterschiedlichen petrographischen Ausbildung bilden die Gesteine des Weißjuras Karst-/Kluftgrundwasserleiter, die Gesteine des Tertiärs Kluft- und Porengrundwasserleiter und die Lockergesteine des Quartärs im Talbereich der Blau und der Donau Porengrundwasserleiter. Die Schichtfolge aus Grundwasserleitern und Grundwasserhemmern bewirkt eine ausgeprägte Stockwerksgliederung. Die geschichtete bzw. gebankte Weißjurafazies wird bereichsweise von der Massenkalkfazies ersetzt und dadurch die Stockwerksgliederung aufgehoben.

Im Untersuchungsraum werden folgende Grundwasservorkommen ausgewiesen:

- Die im **Weißjura-Karst** vorhandenen Kluft-/Karstgrundwasservorkommen sind in den Schichtfolgen des Unteren und Oberen Massenkalkes (Mu, Mo), der Unteren und Oberen Felsenkalke (ki2, ki3) und im Liegenden der Liegenden Bankkalke (ki4) ausgebildet. Der Karstgrundwasserleiter ist ergiebig bis sehr ergiebig und von hoher wasserwirtschaftlicher Bedeutung. Der Karsthauptaquifer ist zwischen dem Teilbereich Lerchenfeld und Ulm-Lehr generell ungespannt. Von da an wirkt sich die zunehmende (teilweise lückenhafte) Verbreitung der grundwasserhemmenden Überdeckung aus Unteren Zementmergeln des Kimmeridgium nach SE auf den Karstwasserspiegel aus. Die Zementmergelüberdeckung bewirkt, dass der zunächst freie Karstgrundwasserspiegel zunehmend gespannt ist. Im Übergangsbereich des Albabstieges zu den Talauen der Blau und der Donau hin kommt es zu einem diffusen Übergang von freiem zu gespanntem Karstgrundwasserspiegel, welches von dem Auftreten der geschichteten oder massigen Weißjurafazies abhängig ist.
- In den **Liegenden Bankkalken (ki4)** werden Schicht- und Kluftgrundwasservorkommen im Hangenden Bereich der Schichtfolge gebildet. Je nach Häufigkeit der Bankungsfugen sind gering bis mäßig durchlässige Zonen ausgebildet, die dadurch schwebende, i.d.R. gering ergiebige, wasserführende Stockwerke darstellen (Rappenbadtal, NW'-Innenstadtbereich von Ulm).

- Im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes und im oberen Hangbereich des Alabstieges der Ulmer Alb sind in den **Zwischenkalken (ki5ZK)** lediglich lokal Kluftgrundwasservorkommen entwickelt. Im Hangbereich des Michelsberges sind die Zwischenkalke (ki5ZK) wasserführend und nicht vollständig grundwassererfüllt. Im NW'-Innenstadtbereich von Ulm sind die Zwischenkalke vollständig grundwassererfüllt und bilden lokal zusammen mit den pleistozänen Schottern q(g) einen Kluft-Poren-Aquifer.

- Der Grundwasserspiegel des **Quartär-Aquifers** ist überwiegend gespannt. Lokal werden die Zwischenkalke durch einen Schluff-Ton-Horizont überdeckt und von den pleistozänen Schottern getrennt, so dass der Wasserspiegel in diesen Bereichen gespannt ist. In anderen Bereichen werden die pleistozänen Schotter lokal von holozänen Schluffen, Mudden und Torf überlagert, so dass hier eine gespannte Grundwasseroberfläche vorliegt.

Die generelle Grundwasserströmung im Zwischenkalk-Quartär-Aquifer ist parallel zum Blautal im Bereich des Untersuchungsraumes etwa in ost-nordöstliche Richtung orientiert. Lokal weicht die Grundwasserströmung von diesem generellen Strömungsbild in Bereichen sich ändernder Aquiferdurchlässigkeiten (Anisotropie) ab.

Die Erkundung der Potential- und Grundwasserströmungsverhältnisse im Karsthauptaquifer und im Zwischenkalk-Aquifer ergab, dass im Allgemeinen das Druckpotential des Karstwasserspiegels unter dem des Zwischenkalk-Aquifers liegt. Zeitweise wurde lokal eine Potentialumkehr beobachtet und zwar in Zeitabschnitten, in denen die Druckpotentialhöhe des Karsthauptaquifers relativ hoch und die Potentialhöhe im Zwischenkalk-Aquifer relativ niedrig ist. Dieses kann ein Hinweis darauf sein, dass in Bereichen in denen der Massenkalkstotzen im Übergangsbereich Hangfuß Michelsberg/Donautal eine hydraulische Verbindung zwischen beiden Aquiferen herstellt, eine Umkehrung der vertikalen Zustromrichtung eintreten kann.

- In der **Unteren Süßwassermolasse (USM)** sind mehrere schwebende und gering ergebige Kluftgrundwasservorkommen in der Süßwasserkalk-Fazies (USM[Swk]) sowie relativ ergebige Porengrundwasservorkommen in der geringmächtigen Sandfazies (USM[S]) ausgebildet.

Die Untere Süßwassermolasse (USM) wurde in den Teilbereichen Lerchenfeld bis Geruglesäcker und Ulm-Lehr bis Hangbereich Michelsberg angetroffen, die ein entsprechend hohes morphologisches Niveau aufweisen. Generell stellen die USM-Schichten eine nur gering bis sehr gering durchlässige, nicht



oder nur untergeordnet wasserführende schützende Deckschicht über dem Weißjura-Karst dar. Die Untere Süßwassermolasse (USM) ist sehr heterogen in ihrem Aufbau und in ihrer Mächtigkeit sehr unterschiedlich. Feinsandige Schluffe und Tone wirken grundwasserhemmend und schluffige Sande bzw. z.T. Süßwasserkalkbänke grundwasserleitend.

## 3.2 Geohydraulische Eigenschaften der Gesteinsabfolgen

### Allgemeines

Die Aquifereigenschaften, die im wesentlichen durch die Parameter Gebirgsdurchlässigkeit (Transmissivität (T), Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ )) und Speichervolumen (Speicherkoefizient S) gekennzeichnet werden, sind für die fachliche Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen von großer Bedeutung, da diese Parameter direkt in die Berechnung zur Ermittlung des Eingriffsumfanges und der Abschätzung der Auswirkungen auf das Grundwasser einfließen.

Zur Abschätzung der hydraulischen Eigenschaften wurden die Ergebnisse von 244 hydrogeologischen Feldversuchen des 1., 3. und 4 EKP in Form von *Lang- und Kurzzeitpumpversuchen (LPV bzw. KPV)*, *Konstante-Rate-Injektionstests (KRI)*, *Auffüllversuchen (AV)* sowie *Slug-, Pulse- bzw. Drill-Stem-Tests (DST)* herangezogen.

In Tabelle 1 wird eine Bewertung der in den einzelnen stratigraphischen Einheiten ermittelten mittleren Gebirgsdurchlässigkeiten (geometrische Mittel) vorgenommen.

**Tabelle 1:** Qualitative Bewertung der mittleren Gebirgsdurchlässigkeiten in den einzelnen geologischen Gebirgsabschnitten

Formation	Abteilung	Stratigraphie	Anzahl der Tests	$k_f$ geometrisches Mittel [m/s]	qualitative Bewertung des geometrischen Mittels	Bewertungsgrundlage
Quartär	Holozän	künstliche Auffüllung q(y)	3	2,2E-06	durchlässig	DIN 18130
	Pleistozän	Hangschuttmassen q(u[U/T])	2	1,1E-07	schwach durchlässig	DIN 18130
		pleistozäne Schotter q(g)	3	1,1E-05	durchlässig	DIN 18130
Tertiär	Oligozän/Miozän	Untere Süßwassermolasse (USM)	50	1,0E-06	gering durchlässig	IAEG
Jura	Weißjura	Oberer Massenkalk (Mo)	11	2,0E-05	mäßig durchlässig	IAEG
		Massenkalk, ungliedert (Mo/Mu)	56	3,7E-06	gering durchlässig	IAEG
		Unterer Massenkalk (Mu)	13	7,0E-05	mäßig durchlässig	IAEG
		Kimmeridgium 5 (ki5ZK), Zwischenkalke	62	4,0E-06	gering durchlässig	IAEG
		Kimmeridgium 5 (ki5u), Untere Zementmergel	31	3,6E-09	sehr gering durchlässig	IAEG
		Kimmeridgium 4 (ki4), Liegende Bankkalke	9	3,0E-07	gering durchlässig	IAEG
		Kimmeridgium 3 (ki3), Oberer Felsenkalk	4	3,0E-04	hoch durchlässig	IAEG

**- Bereich Schottfeld**

Der Bereich Schottfeld umfasst den Trassenbereich N' des Tunnelportals Dornstadt zwischen ca. 75,250 – km 75,900. Die Trasse ist hier i.w. in Einschnittslage sowie untergeordnet in Dammlage (Tobeltalquerung) geplant. Die Trasse verläuft auf den Schichten der Unteren Süßwassermolasse (USM), die wiederum teilweise von quartären Deckschichten überdeckt sind.

Der mittlere  $k_f$ -Wert von  $6,2 \cdot 10^{-7}$  m/s lässt den Gebirgsbereich der Unteren Süßwassermolasse (USM) gemäß IAEG 1979 als gering durchlässig bewerten. Das entspricht größenordnungsmäßig der Bewertung, wie sie in Tabelle 1 für die Untere Süßwassermolasse (USM) des gesamten Untersuchungsgebietes vorgenommen wurde.

**- Bereich Lerchenfeld**

Der Bereich Lerchenfeld umfasst den nördlichen Tunnelabschnitt von km 75,900 bis km 76,950. Hier durchfährt der Tunnel auf einer Strecke von rd. 1,05 km ausschließlich Schichten der Unteren Süßwassermolasse (USM).

Der mittlere  $k_f$ -Wert in der Unteren Süßwassermolasse (USM) von  $2,4 \cdot 10^{-6}$  m/s (gering durchlässig nach IAEG 1979) entspricht weitgehend dem Gesamtdurch-

schnitt (vgl. Tabelle 1). Die Werte für die Untere Süßwassermolasse (USM) streuen jedoch insgesamt erheblich zwischen  $9,4 \cdot 10^{-4}$  m/s und  $5,7 \cdot 10^{-10}$  m/s, was auf die stark heterogene Ausbildung dieses Schichtpaketes zurückzuführen ist.

Der ermittelte mittlere  $k_f$ -Wert im ungegliederten Massenkalk (Mu/Mo) von  $3,4 \cdot 10^{-5}$  m/s (mäßig durchlässig nach IAEG, 1979) ist in etwa eine Zehnerpotenz durchlässiger als der großräumige Mittelwert.

#### - **Bereich Rappenbadtal**

Im Bereich Rappenbadtal durchfährt der Tunnel Alabastieg zwischen km 76,950 und km 77,250 auf einer Strecke von rd. 0,3 km die gebankte Fazies der Zwischenkalke und der Unteren Zementmergel (ki5ZK, ki5u).

Die in Bohrungen ermittelten mittleren Gebirgsdurchlässigkeiten für die getesteten stratigraphischen Einheiten entsprechen, mit zwei Ausnahmen, den großräumig ermittelten Gebirgsdurchlässigkeiten. Im ungegliederten Massenkalk (Mo/Mu) mit im Mittel  $9,2 \cdot 10^{-5}$  m/s und in den Unteren Zementmergeln (ki5u) mit  $1,6 \cdot 10^{-6}$  m/s wurden hier z.T. deutlich höhere Durchlässigkeiten als im Gesamtmittel der Gebirgsdurchlässigkeiten festgestellt.

Die mittleren Durchlässigkeiten im Oberen Felsenkalk (ki3) betragen  $2,3 \cdot 10^{-4}$  m/s, in den Liegenden Bankkalken (ki4)  $9,0 \cdot 10^{-7}$  m/s. Die Zwischenkalke (ki5ZK) weisen Durchlässigkeiten von  $4,8 \cdot 10^{-6}$  m/s im Mittel im Rappenbadtal auf.

#### - **Bereich Geruglesäcker/Lehr**

Im Bereich Geruglesäcker/Lehr wurde der Tunnelbereich von km 77,250 bis zu dem Abschnitt, in dem die Tunnelsohle erstmalig in Höhe des Hauptkarstwasserdruckspiegels (ca. HWG-Verhältnisse, Stichtagsmessung vom 28.06.1999) bei km 79,300 zu liegen kommt, erkundet. Dabei wird der Obere Massenkalk (Mo) sowie die gebankte Fazies der Liegenden Bankkalke (ki4), der Unteren Zementmergel (ki5u) und die Zwischenkalke (ki5ZK) durchfahren. Die Weißjura-Schichten werden von der Unteren Süßwassermolasse (USM) überdeckt.

Die in den stratigraphischen Einheiten ermittelten  $k_f$ -Werte entsprechen hinsichtlich ihrer Klassifikation (IAEG, 1979) teils den großräumigen Mittelwerten (ki3, ki4), teils liegen die Werte deutlich darüber (ki5ZK, Mo, Mo/Mu, Mu) bzw. darunter (ki5u, USM).

**Tabelle 2:** Zusammenstellung der im Bereich Geruglesäcker/Lehr ermittelten geohydraulischen Parameter

Stratigraphische Einheit <sup>*)</sup>	Art und Anzahl der Tests				k <sub>r</sub> -Wert [m/s]		
	KPV	DST	KRI	AV	Minimum	Maximum	geom. Mittel
ki3	1	-	-	-	-	-	6,7E-04
ki4	1	1	-	-	4,5E-10	8,2E-04	6,3E-06
ki5u	-	2	-	-	2,8E-11	2,2E-10	7,9E-11
ki5ZK	1	-	-	-	-	-	2,2E-05
Mo	1	-	-	-	-	-	2,1E-03
Mo/Mu	5	-	8	2	6,0E-09	2,6E-03	2,3E-05
Mu	2	-	-	-	1,4E-04	3,5E-04	2,2E-04
USM(UL)	-	-	-	8	8,5E-09	2,2E-05	3,6E-07

\*) siehe Tabelle 1

KPV = Kurzpumpversuch

DST = Drill-Stem-Test

KRI = Konstante-Rate-Injektionstest

AV = Auffüllversuch sowie Slug-, Pulse-Test

*In der BK 24.4/30 GM wurde im Rahmen des Langzeitpumpversuches das obere Kluftsystem nach 32 Stunden entleert und der Pumpversuch abgebrochen. Aufgrund der o.a. Erkenntnisse können im Bereich Lehrer Tal die obersten Grundwasservorkommen als rel. kleinräumig und gering ergiebig und z. T., wo keine oder nur eine geringere tUS-Überdeckung gegeben ist und Karststrukturen vorhanden sind, mit direkterer Verbindung zum im Talgrund fließenden/ versickernden Wässern eingestuft werden.*

**- Bereich Einfahrung von Ulm bis südlich Wilhelmsburg**

Der Bereich Einfahrung von Ulm bis Wilhelmsburg umfasst den Trassenabschnitt in Tunnellage im Bereich ki5ZK, Mo/Mu von km 79,300 bis km 81,500. Die in den Bohrungen festgestellten k<sub>r</sub>-Werte für die einzelnen stratigraphischen Einheiten (vgl. Tabelle 3) sind mit Ausnahme des ki5 deutlich geringer als die mittleren großräumigen k<sub>r</sub>-Werte.

**Tabelle 3:** Zusammenstellung der im Bereich Einfahrung von Ulm bis südlich Wilhelmsburg ermittelten geohydraulischen Parameter

Stratigraphische Einheit <sup>*)</sup>	Art und Anzahl der Tests				k <sub>r</sub> -Wert [m/s]		
	KPV	DST	KRI	AV	Minimum	Maximum	geom. Mittel
USM(UL)	2	1	1	10	1,6E-10	1,3E-03	5,0E-07
ki5ZK	6	8	8	-	8,3E-12	8,6E-04	6,7E-08
ki5u	-	9	-	-	3,7E-12	6,0E-08	1,7E-10
Mo	1	-	-	-	-	-	6,8E-06
Mo/Mu	9	12	5	1	1,1E-10	3,0E-04	5,1E-07
Mu	9	-	-	-	5,1E-08	1,8E-03	5,9E-06
ki4	1	-	1	-	1,1E-09	7,9E-06	9,1E-08
ki5	1	-	-	-	-	-	1,4E-04

\*) siehe Tabelle 1  
 KPV = Kurzpumpversuch  
 DST = Drill-Stem-Test  
 KRI = Konstante-Rate-Injektionstest  
 AV = Auffüllversuch sowie Slug-, Pulse-Test

**- Bereich Michelsberg bis Tunnelportal Ulm**

Der Bereich Michelsberg bis Tunnelportal Ulm umfasst den Trassenabschnitt von km 81,500 bis zum Ende des PFA 2.4 in Tunnellage im Bereich ki5ZK, USM, Mo und Quartär.

**Tabelle 4:** Zusammenstellung der im Bereich Michelsberg bis Tunnelportal Ulm ermittelten geohydraulischen Parameter

Stratigraphische Einheit *)	Art und Anzahl der Tests				k <sub>r</sub> -Wert [m/s]		
	KPV	DST	KRI	AV	Minimum	Maximum	geom. Mittel
ki4	-	1	-	-	-	-	1,6E-08
ki5/Mo	1	-	-	-	-	-	7,8E-05
ki5u	1	14	1	-	2,3E-11	4,4E-06	7,4E-07
ki5ZK	18	3	15	1	5,1E-09	4,8E-03	3,5E-05
Mo	8	-	-	-	8,6E-09	2,6E-04	1,1E-05
Mo/Mu	3	2	2	-	2,4E-06	1,8E-03	1,6E-05
Mu	1	-	-	-	-	-	2,0E-04
q(g)	3	-	-	-	2,4E-06	3,0E-05	1,1E-05
q(u(T/U))	1	-	-	1	1,1E-08	1,0E-06	1,1E-07
q(y)	1	-	-	-	-	-	3,0E-06
USM	-	-	-	1	-	-	9,7E-07

\*) siehe Tabelle 1  
 KPV = Kurzpumpversuch  
 DST = Drill-Stem-Test  
 KRI = Konstante-Rate-Injektionstest  
 AV = Auffüllversuch sowie Slug-, Pulse-Test

Die in den Bohrungen festgestellten k<sub>r</sub>-Werte der jeweiligen Schichteinheiten entsprechen weitgehend den großräumig ermittelten Gebirgsdurchlässigkeiten. Höhere Gebirgsdurchlässigkeiten wurden auf der Grundlage einer entsprechenden Anzahl von Versuchen für die Unteren Zementmergel (ki5u) und die Zwischenkalke (ki5ZK) ermittelt.

*Die Grundwassermessstelle BK 24.4/41 GM ist am Rand des Michelsberges im oberen/schwebenden joMo verfiltert. Die Ganglinie zeigt deutlich den direkten Einfluss von Niederschlägen an, die Potenziale bewegen sich rd. 10 m über den gespannten Vorkommen im Hauptkarstgrundwasservorkommen. Im Rahmen des Langzeitpumpversuchs wurde ein k<sub>r</sub>-Wert von 6,6·10<sup>-7</sup> m/s ermittelt, die Ergiebigkeit ist als sehr gering einzustufen.*

### **3.3 Grundwasserstände/Flurabstände und Grundwasserspiegelschwankungen**

Zur Beurteilung der Potentialverhältnisse, der Grundwasserstände und der Grundwasserspiegelschwankungen stehen im PFA 2.4 neben den Messungen in den 7 Kernbohrungen und den 39 Grundwassermessstellen der Deutschen Bahn AG aus dem 1. und 3. EKP im Bereich Albabstieg auch Daten aus den Notbrunnen der Stadtwerke Ulm und den beiden Brunnen der Goldochsen-Brauerei zur Verfügung.

Die Grundwasserstandsmessungen mit Datenlogger erstrecken sich bis Ende Oktober 2000. Ab diesem Zeitpunkt wurden einzelne Grundwassermessstellen mit Datenloggern weiter gemessen, wobei sich der Beurteilungszeitraum bis Ende Oktober 2001 erstreckt. Die übrigen Grundwassermessstellen wurden mit dem Lichtlot im halbjährigem Messrhythmus gemessen.

Die Potentialverhältnisse in den Schichtenfolgen des Quartärs, Tertiärs und Weißjuras werden im folgenden beschrieben. Im Ingenieurgeologischen und hydrogeologischen Längsschnitt, Beilage 2 ist der Weißjura-Hauptkarstgrundwasserspiegel entlang der Trasse mit Stichtagsdatum 28.06.1999 dargestellt. Diese Stichtagsmessung repräsentiert Hochwasserverhältnisse.

#### **- Bereich Schottfeld**

In zwei in den in der Unteren Süßwassermolasse (USM) verfilterten Grundwassermessstellen wurden im Beobachtungszeitraum Flurabstände zwischen rd. 9,5 m und 12,3 m Tiefe sowie rd. 16,7 m und 17,0 m Tiefe (entspricht ca. 565 – 570 m NN) ermittelt. In weiteren 5 Bohrungen, die ebenfalls bis in die Untere Süßwassermolasse (USM) abgeteuft wurden, wurde während der Bohrungen keine Grundwasserführung ermittelt, was auf eine lateral wie vertikal deutlich inhomogene lithologische Ausbildung hinweist.

#### **- Bereich Lerchenfeld**

In den Bohrungen, die bis in das Hangende des Massenkalkes abgeteuft wurden, wurde im Massenkalk keine Grundwasserführung festgestellt.

In den in der Unteren Süßwassermolasse (USM) verfilterten Grundwassermessstellen wurden bei Schwankungsbreiten zwischen rd. 2,3 m und rd. 5,9 m mittlere Grundwasserspiegelhöhen von rd. 553,3 m NN und 564,6 m NN ermittelt. Auch in diesem Abschnitt zeigt die lithologische Ausbildung der Unteren Süßwassermolasse (USM) eine deutlich vertikal und lateral inhomogene Ausbildung.

- **Bereich Rappenbadtal**

Im Rappenbadtal ist der Weißjura sowohl in massiger, als auch in geschichteter bzw. gebankter Fazies aufgeschlossen. Die Oberen Felsenkalke (ki3) und die Liegenden Bankkalke (ki4) bilden hier den Weißjura-Hauptkarstgrundwasserleiter, der von einer gering durchlässigen Überdeckung aus Unteren Zementmergeln (ki5u) und den hangenden Profilabschnitten der Liegenden Bankkalke (ki4) überlagert wird. Der Karstwasserspiegel wurde im ki3 im Beobachtungszeitraum zwischen rd. 504 m NN und 491,3 m NN gemessen. Im Weißjura in der Massenkalkfazies betrug das Niveau bei den Grundwasserstandsmessungen 520,6 m NN bis 514,6 m NN.

In der im Bereich des Rappenbadtales angetroffenen künstlichen Auffüllung q(y) (Bauschuttdeponie) ist nicht von einer flächig aushaltenden und permanenten Wasserführung auszugehen.

- **Bereich Geruglesäcker/Lehr**

Im Bereich Geruglesäcker/Lehr ist die Weißjura-Abfolge in wechselnder Faziesausprägung ausgebildet. Aufgrund einer bereichsweisen Überdeckung durch vergleichsweise geringdurchlässige Gesteine der geschichteten Fazies (ki5u) ist der Grundwasserspiegel im Weißjura-Hauptkarstaquifer in den Gesteinen der Massenkalkfazies gespannt. Der Weißjura-Hauptkarstaquifer wird lokal auch durch die Liegenden Bankkalke (ki4) und den Oberen Felsenkalk (ki3) gebildet. Im Bereich der Massenkalkfazies wurde der Grundwasserspiegel im Hauptkarstaquifer im Beobachtungszeitraum zwischen rd. 503,2 m NN und 480,4 m NN gemessen. Da in diesem Bereich keine Überdeckung mit den Unteren Zementmergeln (ki5u) vorliegt, sind keine gespannten Grundwasserverhältnisse im Hauptkarstaquifer gegeben.

Im Bereich der Unteren Zementmergel (ki5u) konnte kein gesichertes Ruhepotential ermittelt werden, da stark variierende Potentialhöhen von 537,78 m NN bis 522,25 m NN gemessen wurden.

Die Zwischenkalke (ki5ZK) stellen einen Kluftgrundwasserleiter mit einer ungespannten Grundwasseroberfläche dar. Sie sind i.a. nur mäßig wasserführend. Innerhalb der Zwischenkalke wurden Potentialhöhen um 564,98 m NN gemessen.

- **Bereich Einfahrung von Ulm bis südlich Wilhelmsburg**

Auch im Bereich Ulm-Lehr bis südlich Wilhelmsburg (km 79,300 – km 81,500) ist die Weißjura-Abfolge in wechselnder Faziesausprägung ausgebildet. Aufgrund

einer Überdeckung mit geringdurchlässigen Gesteinen der geschichteten Fazies (ki5u) ist der Grundwasserspiegel im Weißjura-Hauptkarstaquifer in den Gesteinen der Massenkalkfazies gespannt.

Die Zwischenkalke (ki5ZK) bauen im Abschnitt Ulm–Lehr bis Wilhelmsburg einen Kluftgrundwasserleiter mit einer ungespannten Grundwasseroberfläche auf. Sie sind i.a. nur mäßig wasserführend oder führen bereichsweise kein Wasser. Innerhalb der Zwischenkalke wurden Potentialhöhen von 506,6 m NN bis 481,4 m NN im Beobachtungszeitraum gemessen.

#### **- Bereich Michelsberg bis Tunnelportal Ulm**

Im Übergangsbereich Michelsberg zum Tunnelportal Ulm tritt auf engem Raum ein lateraler Fazieswechsel von der geschichteten Fazies des Weißjuras zur Massenkalkfazies und wieder zurück zur geschichteten Fazies des Weißjuras auf. Hierdurch bedingt treten im Hinblick auf die Potentialverhältnisse Wechsel von gespannten zu freien Verhältnissen im Weißjura-Hauptkarstaquifer auf.

Die Potentialhöhen im Weißjura-Hauptkarstaquifer wurden von ca. 474,41 m NN bis 469,0 m NN gemessen. Im hangenden Bereich der Liegenden Bankkalke (ki4) liegen Potentialhöhen um ca. 479 m NN vor.

Im Bereich der gering durchlässigen Unteren Zementmergel (ki5u) wurden Potentialhöhen von ca. 468,0 m NN bis 469,5 m NN gemessen.

Die angetroffenen Zwischenkalke (ki5ZK) sind vollständig wassererfüllt und bilden lokal zusammen mit den hangenden pleistozänen Schottern (q) einen hydraulisch kommunizierenden Kluft-Porenaquifer. Es wurden Potentialhöhen zwischen 473,4 m NN und 467,3 m NN gemessen. Es liegen im untersuchten Abschnitt für den Zwischenkalk-Aquifer freie Grundwasserverhältnisse vor.

Im Massenkalkstotzen sind im Beobachtungszeitraum Potentialhöhen zwischen 471,0 m NN und 461,4 m NN gemessen worden. In diesem Bereich liegen lateral und vertikal stark inhomogene geologische Verhältnisse vor.

### **3.4 Grundwasserströmungsverhältnisse**

#### **Weißjura-Hauptkarstaquifer**

Im Bereich Lerchenfeld beträgt das Grundwassergefälle ca. 0,3 %, wobei die



Grundwasserfließrichtung von NNW in Richtung SSE gerichtet ist.

Weiter in Richtung Süden im Bereich Geruglesäcker beträgt das Grundwassergefälle ca. 0,1 %. Gleichzeitig ist eine einsetzende Auffächerung der Grundwasserströmung festzustellen; hierbei biegt die Grundwasserströmung weiter in Richtung SE bzw. in Richtung SW in Richtung Blaustein um.

Südlich von Ulm-Lehr kommt es zu einem verstärkten Abfall der Druckpotentiale und zu einer verstärkten Auffächerung der Grundwasserströmung der Strömungsrichtung im Weißjura-Hauptkarstaquifer. Hierbei versteilt sich das Potential der Grundwasserströmung von rd. 0,1 % auf zunächst 0,45 % und weiter fortlaufend in Richtung SE bis in den Bereich der Wilhelmsburg auf 1,2 %.

### **Zwischenkalk-Aquifer**

Die generelle Grundwasserströmungsrichtung ist im Zwischenkalk-Aquifer von NNW nach SSE auf die Donau als Vorfluter ausgerichtet.

Im Bereich des Gewann Wengenholz (südlich Ulm-Lehr) ist ein Gefälle bis zu ca. 2 % der Stichtagsmessung vom 28.06.1999 zu entnehmen. Weiter in Richtung Süden im Bereich des Lehrer Tals bis NW' der Wilhelmsburg liegt ein Grundwassergefälle von rd. 1,5 % vor. Südlich der Wilhelmsburg tritt eine deutliche Verteilung des Grundwasserspiegels ein.

Im Bereich NE' des Hauptbahnhofes Ulm – hier ist der Zwischenkalk- und der Quartär-Aquifer lokal hydraulisch gekoppelt – besteht ein Bereich, in dem eine Grundwasserströmung mit einem Gefälle von  $\geq 2$  % von SW nach NE zu verzeichnen ist. Im Bereich des Rettungsplatzes und der Rettungsplatzzufahrt sind die Aquifere hydraulisch voneinander getrennt.

Im Bereich des PFA 2.4 sind zwei bevorzugte Grundwasserfließwege ausgebildet, die im Bereich S' der Wilhelmsburg bzw. E' des Güterbahnhofes von West nach Ost ausgerichtet sind und S' der Stadtwerke Ulm von SW nach NE ausgerichtet sind.

## **3.5 Hydrochemische Verhältnisse**

Im Rahmen des 3. EKP wurden 29 hydrochemische Grundwasseruntersuchungen im Bereich des PFA 2.4 durchgeführt.

Die hydrochemischen Untersuchungen beinhalten, neben allgemeinen Parametern zur Charakterisierung der Wasserzusammensetzung, die in der DIN 4030 (1991) genannten Messgrößen bezüglich Betonaggressivität sowie die Schadstoffparameter LHKW (leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe), BTEX (Ben-

zol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol) und Kohlenwasserstoffe (Mineralöl).

Von Nordwesten nach Südosten wurde für die Beschreibung der hydrochemischen Verhältnisse der Bereich der Tunnellage von km 75,855 bis km 81,734 anhand der Bauwerksvorgaben vorgenommen.

Aus dem Bereich nördlich des Tunnelportals von km 75,250 bis km 75,855 liegen keine hydrochemischen Analysen vor.

#### - **Tunnellage km 75,855 bis km 81,734**

Aus dem Bereich des Tunnels von km 75,855 bis km 81,734 liegen insgesamt 63 Grundwasserproben vor, von denen 12 im Rahmen des 3. EKP genommen wurden.

#### **Auffüllung (q(y)) im Bereich Rappenbadtal**

Die Proben aus dem Bereich der Bauschuttdeponie im Rappenbadtal sind generell aufgrund ihrer Ionenverteilung als normal erdalkalische Wässer mit überwiegend hydrogencarbonatischem Charakter zu bezeichnen und deutlich anthropogen beeinflusst.

Die elektrische Leitfähigkeit (25 °C) ist mit 1605 µS/cm relativ hoch. Der im Bereich der Bauschuttdeponie festgestellte pH-Wert liegt im schwach sauren Bereich bei pH 6,47. Auffällige Werte, die die H-W-Werte Baden-Württembergs überschreiten, ergaben sich durch die festgestellten Konzentrationen von Eisen (15 mg/l) und Mangan (10,1 mg/l), die deutlich über den Grenzwerten der TrinkwV liegen, durch die festgestellten Gehalte an Pflanzenschutzmitteln (Atrazin 0,04 µg/l) und deren Abbauprodukten (Desethylatrazin 0,04 µg/l) sowie durch Nachweise für LHKW's (0,2 µg/l).

Im Hinblick auf die Betonaggressivität ist festzuhalten, dass nach DIN 4030 eine Probe aufgrund ihres pH-Wertes von 6,47 als schwach betonangreifend einzustufen ist.

#### **Obere Felsenkalke (ki3) und Liegende Bankkalke (ki4)**

Im Bereich der Oberen Felsenkalke und Liegenden Bankkalke wurden im Rahmen des 3. EKP insgesamt 3 Proben entnommen.

Die entnommenen Proben sind aufgrund ihrer Ionenverteilung als normal erdalkalische Wässer mit überwiegend hydrogencarbonatischem Charakter zu bezeichnen.

Die elektrischen Leitfähigkeiten reichen von 726  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bis 1940  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , die pH-Werte liegen im schwach basischen Bereich um pH 7,25.

Bemerkenswert ist der in der Bohrung BK 323 festgestellte hohe Nitratgehalt von 51 mg/l bzw. 54 mg/l bei einer Probe, die aus einer Tiefe von über 90 m stammt, wobei der Grenzwert der TrinkwV für Nitrat (50 mg/l) überschritten wurde. Ferner wurden Pflanzenschutzmittel (Atrazin 0,07  $\mu\text{g}/\text{l}$  bzw. 0,8  $\mu\text{g}/\text{l}$  sowie Simazin 0,06  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) und deren Abbauprodukte (Desethylatrazin 0,14  $\mu\text{g}/\text{l}$  bzw. 0,11  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) gefunden, wobei sowohl die Grenzwerte der TrinkwV und im Falle von Desethylatrazin auch die H-W-Orientierungswerte überschritten wurden. In allen Proben aus der BK 323 wurden LHKW gefunden (Tetrachlormethan 0,1  $\mu\text{g}/\text{l}$  und Tetrachlorethylen 0,1 bzw. 0,2  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), womit die H-W-Orientierungswerte Baden-Württemberg überschritten wurden.

Die Beurteilung der Betonaggressivität ergab, dass, mit Ausnahme der BK 328 GM (stark betonaggressiv), keine der untersuchten Proben nach den Kriterien der DIN 4030 als betonangreifend einzustufen ist.

#### **Untere Zementmergel (ki5u)**

Aus den Schichten der Unteren Zementmergel (ki5u) im Übergangsbereich zu den Zwischenkalken (ki5ZK) wurde während des 3. EKP eine Probe genommen.

Die aus der Bohrung BK 323 im Bereich des ki5u/ki5ZK entnommene Wasserprobe ist hinsichtlich ihrer Ionenverteilung als normal erdalkalisches Wasser mit überwiegend hydrogenkarbonatischem Charakter zu bezeichnen.

Die elektrische Leitfähigkeit der Probe lag bei 746  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , der pH-Wert bei 7,2. Mit einem Sauerstoffgehalt von 10,9 mg/l ist das Wasser als relativ sauerstoffreich zu bezeichnen.

Bei der aus einer Tiefe von 28,0 m bis 51,6 m stammenden Probe wurde ein Nitratgehalt von 59 mg/l festgestellt, ferner wurden Pflanzenschutzmittel (Atrazin 0,08  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) und deren Abbauprodukte (Desethylatrazin 0,13  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) in Konzentrationen über den Grenzwerten der TrinkwV bzw. den Orientierungswerten Baden-Württemberg nachgewiesen. Auch Tetrachlorethylen mit einer Konzentration von 0,9  $\mu\text{g}/\text{l}$  überschreitet den H-W-Orientierungswert für die Summe der LHKWs.

Eine betonangreifende Wirkung entsprechend den in DIN 4030 festgelegten Parametern ist nicht festgestellt worden.

#### **Zwischenkalke (ki5ZK)**

Aus den Schichten des ki5ZK wurden im Rahmen des 3. EKP 4 Wasserproben

entnommen.

Die höchste Ionenkonzentration bei den Anionen liegt in allen drei Proben bei Hydrogenkarbonat mit max. 193 mg/l bzw. 215 mg/l vor, bei den Kationen überwiegt der Anteil von Kalzium von 70,1 mg/l bzw. 78,4 mg/l, wobei sich in der Ionenverteilung der überwiegend karbonatisch geprägte Grundwasserleiter widerspiegelt.

Die festgestellten elektrischen Leitfähigkeiten betragen 513  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und 608  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , die pH-Werte liegen bei pH 7,47 bzw. pH 7,56. Eine Probe wies einen erhöhten Gehalt an Eisen (0,34 mg/l) auf, wobei der Grenzwert der TrinkwV (0,2 mg/l) deutlich überschritten wurde. Ferner lagen erhöhte Gehalte an Pflanzenschutzmitteln und deren Abbauprodukten (Atrazin und Desethylatrazin mit jeweils 0,04  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) sowie an LHKWs (Summe LHKW gesamt 0,9 mg/l) vor, wodurch die H-W-Orientierungswerte Baden-Württemberg überschritten wurden.

Neben den Abbauprodukten von Pflanzenschutzmitteln (Desethylatrazin 0,04  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) wurde ein Gehalt von 0,6  $\mu\text{g}/\text{l}$  an Tetrachlorethylen und ein Gehalt von 3,3  $\mu\text{g}/\text{l}$  Toluol festgestellt, wodurch eine Überschreitung der H-W-Orientierungswerte Baden-Württemberg zu verzeichnen ist. Ferner wurde aufgrund der Nitrit-Konzentration von 0,17 mg/l eine Überschreitung der Grenzwerte der TrinkwV und nach den Warnwerten des Grundwasserüberwachungsprogrammes Baden-Württemberg festgestellt. Die H-W-Orientierungswerte Baden-Württemberg wurden ferner vom Untersuchungsparameter Ammonium (0,31 mg/l) überschritten.

Im Hinblick auf die Betonaggressivität der Wässer nach DIN 4030 ist festzustellen, dass die vorliegenden Proben aufgrund der relevanten Ionenkonzentrationen sowie des pH-Wertes nicht als betonangreifend einzustufen sind.

### **Massenkalk (Mu/Mo)**

Aus dem Oberen und Unteren Massenkalk liegen aus Bohrungen des 3. EKP im Tunnelbereich insgesamt 5 Grundwasserproben vor. Anhand der Ionenverteilung sind die Wässer als normal erdalkalisch mit überwiegend hydrogenkarbonatischem Charakter zu bezeichnen.

Die gemessenen elektrischen Leitfähigkeiten liegen im Bereich von 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , der pH-Wert liegt jeweils im neutralen Bereich um pH 7,0.

Erhöhte Gehalte an Pflanzenschutzmitteln und deren Abbauprodukte, wie z.B. Atrazin (bis zu 0,12  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), Simazin (bis zu 0,04  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) und Desethylatrazin (bis zu 0,22  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) wurden festgestellt, wodurch die Grenzwerte der TrinkwV und H-W-Orientierungswerte Baden-Württemberg zum Teil überschritten wurden.

Die Wasserprobe der Bohrung BK 337, die im Bereich der Bauschuttdeponie im Rappenbadtal liegt, ergab insbesondere erhöhte Gehalte an chlorierten Kohlenwasserstoffen. So wurde ein Gehalt an Tetrachlorethylen von 1,6 µg/l bzw. 3,0 µg/l sowie ein Gehalt an Trichlorflormethan von 0,5 µg/l festgestellt, wodurch die H-W-Orientierungswerte Baden-Württemberg überschritten wurden.

Die untersuchten Wässer sind mit einem Sauerstoffgehalt von > 6,5 mg/l als sauerstoffreich zu bezeichnen.

Zusätzlich wurden im Bereich des Gleisdreiecks im Rahmen des 3. EKP 4 Wasserproben entnommen und chemisch untersucht. Die Proben sind als normal erdalkalisch mit überwiegend hydrogenkarbonatischem bzw. hydrogenkarbonatisch-sulfatischem Charakter zu klassifizieren. Anthropogene Belastungen wurden in 2 der Proben der BK 334 GM in Form von LHKW-Gehalten von bis zu 17,5 µg/l festgestellt. Dies bedeutet eine deutliche Überschreitung der P-W-Werte des Landes Baden-Württemberg. Weiterhin wurden die P-W-Werte für Atrazin (0,28 µg/l) und Simazin (0,55 µg/l) überschritten.

Die Sauerstoffgehalte der der BK 334 GM entnommenen Wasserproben liegen lediglich bei 1,2 – 2,6 mg/l.

Im Hinblick auf die Betonaggressivität der Wässer nach DIN 4030 ist festzustellen, dass keine der vorliegenden Proben als betonangreifend einzustufen ist.

### **Quartär**

Im Bereich des Südportals/Gleisdreiecks wurde im 3. EKP eine Wasserprobe aus dem quartären Kiesaquifer (BK 335 GM) entnommen und hydrochemisch untersucht. Die Analyse ergab eine signifikante Belastung mit PAK von 0,18 µg/l. Der Gehalt liegt knapp über dem P-W-Orientierungswert von 0,15 µg/l. Desweiteren wurden die P-W-Werte für Benzol mit 6,9 µg/l und für Ammonium mit 740 µg/l deutlich überschritten. Der Sauerstoffgehalt lag bei 0,7 mg/l, das Wasser ist somit als sauerstoffarm zu bezeichnen. Nach DIN 4030 ist das Grundwasser als nicht betonangreifend zu klassifizieren.

Nach PIPER ist die Wasserprobe als erdalkalisch mit überwiegend hydrogenkarbonatischem Charakter zu bezeichnen.

## **3.6 Grundwassernutzungen**

Im Stadtgebiet von Ulm gibt es zahlreiche öffentliche und private Trink-, Brauch- und Notwasserbrunnen. Die meisten liegen jedoch in größerer Entfernung von dem geplanten Tunnel Albabstieg (vgl. Beilage 1).

## Öffentliche Trinkwassergewinnungsanlagen

Festgesetzte oder im Verfahren befindliche Wasserschutzgebiete werden von der geplanten Trasse nicht durchfahren.

## Notbrunnen

Die Notbrunnen der Stadt Ulm erschließen das Karstgrundwasser sowie quartäres Grundwasser. Die minimalen Entfernungen zum Tunnel Alabstieg betragen bei unterstromiger Lage 800 m für den Notbrunnen 14, 700 m für den Notbrunnen 5, 600 m für den Notbrunnen 8 und 450 m für den Notbrunnen 10. Die Notbrunnen 5 und 10 erschließen den Hauptkarstaquifer, die Notbrunnen 8 und 14 das quartäre Grundwasservorkommen.

Daneben existieren noch weitere Notbrunnen der Stadt Ulm (NB 1 bis NB 4, NB 6 u. NB 7 sowie NB 9), die jedoch aufgrund ihrer Lage, dem verfilterten Aquifer und/oder Entfernung zur Trasse nicht in die Betrachtung einbezogen wurden. Die Auswahl erfolgte ausschließlich im Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen durch die geplante Baumaßnahme.

## Private Wasserfassungen

Im Untersuchungsraum befinden sich private Wasserfassungen, die überwiegend zur Brauchwassernutzung betrieben werden. In der folgenden Tabelle 5 sind die privaten Grundwassernutzungen im Untersuchungsraum dargestellt, wobei die Betreiber, die durchschnittlichen Entnahmemengen sowie Angaben zu den Fassungen aufgeführt werden.

Die Angaben zu den Wasserfassungen stützten sich im wesentlichen auf Angaben der jeweiligen Betreiber, auf Unterlagen des Umweltamtes Alb-Donau-Kreis und des Amtes für Abfall- und Abwasserwirtschaft der Stadt Ulm.

**Tabelle 5:** Angaben zu privaten Wasserfassungen innerhalb des Untersuchungsraumes

Brunnen	Entfernung zur NBS-Trasse	Betreiber	genutztes Grundwasserstockwerk	Angaben zu den Fassungen	Entnahmemenge 2), Nutzungsart
Goldochsen-Brauerei	480 m	Brauerei Goldochsen GmbH Ulm	Weißjura bzw. Weißjura/Quartär	2 Brunnen	35 l/s bzw. 7 l/s; 300.000m <sup>3</sup> /a Trink-/Brauchwasser
Theater	450 m	Stadt Ulm	Quartär	1 Brunnen	8,3 l/s bzw. 20.000 m <sup>3</sup> /a Brauchwasser 1)

1) Notbrunnen für Wärmepumpe,

2) Nach Angaben der Betreiber bzw. wasserrechtlich genehmigte Entnahmemenge

### **3.7 Oberflächengewässer**

Die Abflussverhältnisse im Bereich des Untersuchungsraumes sind charakterisiert durch wenige oberirdische Abflüsse in Bächen und Flüssen. Das Gebiet wird entwässert über die Kleine Lauter und den Weiherbach im Westen, im Süden über die Blau und im Südosten über die Donau. Die Blau und die Donau stellen im Untersuchungsgebiet die beiden Hauptvorfluter. Alle vorgenannten Gewässer liegen nicht unmittelbar im PFA 2.4.

#### **Oberflächengewässer und ihre oberirdischen Einzugsgebiete**

Die Gewässer aus dem Untersuchungsraum fließen den Vorflutern Blau und Donau zu, wobei die Blau ebenfalls in die Donau entwässert. Die Kleine Lauter entwässert in die Blau, ebenso der von N kommende Weiherbach im westlichen Untersuchungsgebiet.

#### **- Trockentäler und Quellen**

Die im folgenden beschriebenen Trockentäler und Quellen liegen im großräumigen Untersuchungsraum:

- Das Schammental, das südlich von Mähringen einsetzt, ist ein Trockental, das durch unterirdischen Abfluss dominiert wird.
- Im Bereich Schottfeld/Kläranlage liegt das Tobeltal, dessen Graben zeitweise Wasser führt. Ca. 950 m unterhalb der Kläranlage endet die temporäre Wasserführung des Grabens in einer Versickerungsstelle. Dieser Graben, nachfolgend Tobeltalgraben genannt, wird bei km 75,720 von der NBS-Trasse gequert. NE' von Mähringen im Bereich des Tobels, sind kleine NE-SW verlaufende Täler vorhanden, die zeitweise wasserführend sind.
- Das in N-S-Richtung verlaufende Lehrer Tal weist am Fuß des Kugelbergs zwei Kanäle auf, über die das Regenwasser der Gemeinde Lehr und das in Straßengräben gefasste Wasser abgeleitet wird. Diese münden in einem Tosbecken, das in einen Graben entwässert. Dieser Wassergraben endet nach rd. 350 m am Dammfuß (Grundablass) eines Regenrückhaltebeckens bzw. kommt bei Vollstau vollständig in diesem zu liegen.
- Im Bereich der Kleingartenanlage ca. 150 m nordwestlich der Wilhelmsburg entspringt eine 0,8 l/s bis 1,0 l/s schüttende Quelle, die vermutlich als

Schichtquelle aus der Unteren Süßwassermolasse (USM) gespeist wird.

#### **- Sonstige wasserwirtschaftliche Anlagen**

Im Lehrer Tal befindet sich südlich der Tunneltrasse ein Regenrückhaltebecken (Erdbecken) mit einem Volumen von 124.000 m<sup>3</sup>.

### **3.8 Altlasten**

Im Bereich der Deponie Rappenbadtal wurden im Rahmen des 1. und 3. EKP's Grundwassersbelastungen mit PAK, Naphtalin, AOX, Ammonium, Eisen und Mangan festgestellt, die die Prüfwerte überschritten.

Im Bereich Tunnelsüdportal/Gleisdreieck befindet sich eine weitere Altlastenverdachtsfläche (Bahnbetriebswerk Ulm 1) in deren Umfeld im Rahmen des 1. und 3. EKP Wasser- und Bodenproben entnommen wurden. Die Bodenbelastungen umfassen i.w. die Parameter Kohlenwasserstoffe (Mineralölkohlenwasserstoffe und Polycyclische Kohlenwasserstoffe) sowie Schwermetalle. Die Kontaminationen lagen in Tiefenbereichen von maximal 1,0 m unter Gelände.

Die untersuchten Grundwässer ergaben Belastungen mit PAK, BTEX und LHKW die z.T. die Prüfwerte des Landes Baden-Württemberg überschreiten.



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

### **4.1 Grundwasservorkommen**

Durch das Vorhaben ergeben sich Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf die Grundwasservorkommen in der Unteren Süßwassermolasse (USM), den Zwischenkalken (ki5ZK) und den Massenkalken (Mo/Mu) verbunden sind. Eine Grundwasserableitung erfolgt nur aus hangenden Grundwasservorkommen in der Unteren Süßwassermolasse (USM), aus dem Zwischenkalk- und dem Massenkalkgrundwasservorkommen, soweit eine Wasserführung im Bereich des Bauvorhabens gegeben ist.

Im folgenden werden die quantitativen und qualitativen Eingriffe und Auswirkungen auf die Grundwasservorkommen im Zuge des Vorhabens getrennt nach Erdbauwerken (Dämme und Einschnitte) und Kunstbauwerken (Tunnel) zusammenfassend dargestellt.

Die Aussagen zum Umfang dieser bauzeitlichen und dauerhaften Maßnahmen beziehen sich auf MGW-Verhältnisse im Beobachtungszeitraum 1996/1999 bis 2000/2001 bzw. auf HGW-Verhältnisse (Stichtag 28.06.1999). Angaben zu den beantragten bauzeitlichen Grundwasserableitungen finden sich in Band 6, Anlage 15.2.

#### **- Erdbauwerke**

Im PFA 2.4 (Albabstieg) verläuft die NBS-Trasse im Bereich der freien Strecke von km 75,660 bis km 75,763 in Dammlage. Die Dammhöhe beträgt bis zu rd. 3 m.

Nach den Ergebnissen des 1. und 3. EKP's ist in der den geringmächtigen Verwitterungslehm (ql) unterlagernden Unteren Süßwassermolasse (USM) kein einheitliches Grundwasserspiegelniveau ausgebildet.

In der Grundwassermessstelle BK 342 GM (km 75,12) N' des PFA 2.4 wurde ein schwebendes Grundwasservorkommen in der Unteren Süßwassermolasse (USM) angetroffen. Der Grundwasserflurabstand kann mit min. 16,7 m als HHGW im Beobachtungszeitraum angegeben werden.

In den entfestigten Bereichen der Unteren Süßwassermolasse (USM) können

aber auch innerhalb des PFA 2.4 lokal Schichtwässer nicht ausgeschlossen werden.

Qualitative Eingriffe und Auswirkungen auf das Grundwasservorkommen in der Unteren Süßwassermolasse (USM) sind nach derzeitigem Kenntnisstand auch bei ggf. notwendigen Bodenaustauschmaßnahmen bis in eine Tiefe von 3 m oder beim Bau der Winkelstützwand für den geplanten Rettungsplatz nicht zu erwarten.

Da die NBS oberhalb des Grundwassers geführt wird, sind beim Betrieb der NBS keine dauerhaften, qualitativen Auswirkungen auf das Grundwasservorkommen zu besorgen. Zudem stehen im Bereich der Dammaufstandsflächen stark bindige Gesteine der Unteren Süßwassermolasse (USM) an, die ein ausreichend gutes Retentions- und Reinigungsvermögen aufweisen.

#### **- Einschnitte**

In Einschnittslage wird die Trasse im Bereich km 75,250 bis km 75,660 und der Tunnelvoreinschnitt sowie die daran anschließende offene Bauweise von km 75,763 – km 75,855 erstellt. Die Einschnittstiefe (GOK bis Aushubsohle) im Bereich der offenen Bauweise beträgt bis zu rd. 16 m, im Bereich der freien Strecke bis zu 2,5 m.

Die Grundwasseroberfläche liegt in den tertiären Sedimenten der Unteren Süßwassermolasse (USM) bei ca. HHGW-Verhältnissen bezogen auf den Beobachtungszeitraum 04/1996 bis 10/2001 bei 554,72 m NN (B 311). Das Grundwasser steht im Bereich der offenen Bauweise ca. 8 m unter der Bauwerksunterkante an.

In dem Einschnittsbereich und dem Bereich der offenen Bauweise, die in die Untere Süßwassermolasse (USM) einschneiden, ist das Gefährdungspotential einer qualitativen Beeinträchtigung bei der Erstellung der Baugruben sehr gering, da das Grundwasser nicht angeschnitten wird und die Untere Süßwassermolasse (USM) als gering durchlässig nach IAEG, 1979 einzustufen ist. Da jedoch aber sowohl in den quartären Deckschichten als auch in den entfestigten Bereichen bzw. den Kalksteinbänken der Unteren Süßwassermolasse (USM) lokal Schichtwasserführungen nicht ausgeschlossen werden können, sind zur Herstellung der Einschnittsböschungen und für die Trockenhaltung der Einschnittssohle bauzeitlich Wasserhaltungsmaßnahmen zur Gebirgsentwässerung sowie für den Endzustand dauerhaft wirksame Einrichtungen zur Grundwasserspiegelbegrenzung (Tiefenentwässerung) und zur Trockenhaltung und Stabilisierung der Ein-

schnittsböschungen erforderlich. Bei der bauzeitlichen Ableitung von Tag- oder Schichtwässern im Einschnittsbereich sind keine qualitativen Beeinträchtigungen der Vorfluter oder des Grundwassers zu erwarten, da die Ableitung über Absetzbecken mit Leichtstoffabscheider und ggf. über Neutralisationsanlagen erfolgt. Die abzuleitenden Tag- und Schichtwässer können in den Tobeltalgraben bei km 75,720 eingeleitet werden, quantitative Auswirkungen sind aufgrund des geringen zu erwartenden Wasserandrangs nicht zu besorgen.

#### **- Kreuzung von Oberflächengewässern**

Bei km 75,720 des Gleises Stuttgart – Ulm wird der nur temporär wasserführende Tobeltalgraben von der NBS gequert und auf rd. 50 m Länge verrohrt. Bei der Bemessung der Verrohrung werden die von der Gemeinde Dornstadt geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen im Tobeltal berücksichtigt. Unterhalb der NBS wird der Graben bauzeitlich auf einer Länge von rd. 240 m verrohrt, um die Baustelleneinrichtungsfläche im Bereich des nördlichen Tunnelportals herstellen zu können. Im Rahmen der Verrohrungsarbeiten erfolgt kein Eingriff in das in der Unteren Süßwassermolasse (USM) ausgebildete Grundwasservorkommen, da im unmittelbaren Umfeld keine schwebenden Grundwasservorkommen in der Unteren Süßwassermolasse (USM) angetroffen wurden und der Flurabstand in der Unteren Süßwassermolasse (USM) zwischen ca. 14 m und 16 m beträgt (vgl. BK 311). Da der Graben nur nach Niederschlagsereignissen Wasser führt, ergibt sich durch die Verrohrung keine nennenswerte qualitative Beeinträchtigung des Gewässers.

#### **- Südliches Tunnelportal und Kreuzungsbauwerk der Strecken 4542 und 4543**

Der Neubau eines zweigleisigen Kreuzungsbauwerkes am Ende des PFA 2.4 (km 81,734 bis km 81,768) erfolgt in offener Bauweise. Dafür wird eine dichte Baugrube aus Bohrpfehlwänden errichtet und nach dem Aushub unter Wasser eine Unterwasserbetonsohle eingebaut. Das bauzeitlich abzuleitende Wasser wird unter Vorschaltung von Absetzbecken mit Leichtstoffabscheider in die Kanalisation/Bahnentwässerung geleitet. Bei baustoffbedingter Erhöhung des pH-Werts und der Mineralisation wird das Wasser zusätzlich über eine nachgeschaltete Neutralisierungsanlage geleitet.

## - Tunnelbauwerke

### Tunnel Alabstieg

Das bergmännisch aufzufahrende Tunnelbauwerk (km 75,825 – km 81,734) durchfährt die tertiären Schichten der Unteren Süßwassermolasse (USM) sowie die Schichtabfolgen des Weißjura.

Im nördlichen Bereich durchfährt der Tunnel zwischen km 75,855 und ca. km 76,900 die tertiären Gesteine der Unteren Süßwassermolasse (USM). Diese sind gemäß den bislang durchgeführten Untersuchungen lokal wasserführend. Im Untersuchungszeitraum 03/1996 bis 10/2001 wurde das Grundwasser lokal bei Hochwasserverhältnissen bis zu 10 m über der Tunnelfirste (B 301) angetroffen. Aufgrund der lokalen Durchlässigkeiten ( $k_f$  Mittel  $1,1 \cdot 10^{-5}$  m/s) in der Unteren Süßwassermolasse (USM) ist beim Auffahren des Tunnels nicht mit größeren Grundwasserandrangsraten zu rechnen. Bauzeitlich lassen sich bei der Entwässerung des Gebirges (bergmännische Bauweise), bezogen auf die v.g. hydrogeologischen Verhältnisse, Grundwasserandrangsraten von  $< 5$  l/s pro 100 m Tunnellänge mit analytischem Ansatz abschätzen. Die Durchfahrungslänge in der wasserführenden USM beträgt voraussichtlich rd. 300 m zwischen km 76,300 und km 76,600.

Ab ca. km 79,000 bis zum Südportal bei km 81,734 erfolgt im Rahmen der Tunnelauffahrung i.w. ein Eingriff in das in den Zwischenkalken (ki5ZK) ausgebildete Grundwasservorkommen. Nach der Stichtagsmessung vom 28.06.1999 (ca. HGW-Verhältnisse im Beobachtungszeitraum) ist bei ca. km 79,370 (BK 324 GM) ein maximaler Grundwasserstand nach derzeitigem Kenntnisstand von rd. 6 m über Tunnelfirste im Zwischenkalkaquifer aufgetreten. Bei Niedrigwasserverhältnissen liegt das Grundwasser rd. 8 m tiefer und damit im Bereich des Tunnels.

Unterbrochen wird die Tunnelauffahrung in den Zwischenkalken (ki5ZK) durch einen Massenkalkstotzen (Mo/Mu), der zwischen km 81,150 und dem Tunnelsüdportal in den Bereich der Tunnelgradienten hineinragt. Die Durchlässigkeitsbeiwerte der im Gradientenniveau durchgeführten hydraulischen Versuche bewegen sich i.w. zwischen  $k_f = 7,8 \cdot 10^{-6}$  m/s und  $k_f = 9,2 \cdot 10^{-5}$  m/s.

Im Bereich des Lehrer Tals (km 80,000 bis km 80,100) beträgt die Überdeckung über der Tunnelfirste nur rd. 7,0 m. Je nach Ausbildung der hier anstehenden Alblehne (ql) und Unteren Süßwassermolasse (USM) können im Rahmen der Tunnelauffahrung insbesondere bei Starkniederschlagsereignissen größere Grundwasserandrangsraten auftreten.

Nach dem Lehrer Tal (km 80,100 bis km 81,150) liegt die Zwischenkalk-/ Mas-

senkalkgrundwasseroberfläche zwischen der Tunnelfirste und der Tunnelsohle. Die errechneten Grundwasserandrangsraten sind in Anlage 15.2 aufgeführt. Der bauzeitliche Grundwasserandrang hängt wesentlich von der Homogenität des Gebirges und den Niederschlags/Grundwasserneubildungsverhältnissen ab, so dass nur größenordnungsmäßige Angaben der Wasserandrangsmengen gegeben werden können. Beim Auffahren größerer, wasserwegsamere Strukturen können sich kurzfristig auch größere Wasserandrangsmengen ergeben.

*In Abhängigkeit von der Größe und der Vernetzung der oberen/schwebenden Grundwasservorkommen können längere Wassereinbruchzeiten in die Tunnel nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Sollten im Rahmen der Tunnelauf-fahrung größere wasserwegsame oder erkennbar temporär wasserführende Strukturen angefahren werden, werden Abschlauchungen und Umleitungssysteme eingebaut, so dass eine ggf. längere bauzeitliche Ableitung vermieden wird. Verplombungen solcher Strukturen sind nur in Bereich von vernetzten/verkarsteten und wasserführenden Gebirgsbereichen geplant.*

*Das Tunnelbaukonzept sieht vor, grundsätzlich eine radiale Spritzbetonsicherung (einschließlich der Sohle) nach Sohlschluss, d. h. ca. 30 bis 140 m hinter der Ortsbrust je nach Vortriebsklasse auszuführen. Das bedeutet, dass nur bis max. 140 m nach der Ortsbrust ein Bergwasserzulauf über die Sohle ohne Spritzbetonsicherung möglich ist. Ab der Herstellung des Sohlschlusses können vertikale Umleitungssysteme wieder in Strukturen eingeleitet werden, so dass keine Fassung dieser Bergwässer mehr erfolgt. Des weiteren erfolgt durch die radiale Spritzbetonsicherung eine Minimierung des Grundwasserzutritts bis zur Herstellung der dichten Innenschale. Mit dieser Vorgehensweise werden langjährige und sich über den gesamten Tunnel erstreckende Wasserzutritte mit notwendiger Wasserhaltung minimiert. Bei einem Nachlauf des Sohlschlusses von maximal bis zu 140 m und anzunehmenden Vortriebsgeschwindigkeiten zwischen ca. 2,1 m/Tag und 3,9 m/Tag erstreckt sich eine maximale Wasserhaltung ohne vollständige Spritzbetonsicherung über 36 Tage bzw. im ungünstigsten Fall 67 Tage. Danach greifen die v. g. Minimierungsmaßnahmen.*

Das während der Bauzeit anfallende Berg-, Sicker- und Schichtwasser wird über Rohrleitungen zutage geleitet und ~~unter Verschaltung von Absetzbecken mit Leichtstoffabscheider bis km 75,87~~ über das Regenklär- und Rückhaltebecken in den Tobeltalgraben bei km 75,720 (Nordportal) 75,690 und in die Kanalisation (Südportal) eingeleitet werden. Über den Zwischenangriff wird das abzuleitende Wasser in die Kanalisation/den Lehrer Talgraben abgeleitet. Bei baustoffbedingter Erhöhung des pH-Wertes und der Mineralisation werden die Wässer vor der Einleitung in die Vorfluter über eine dem Absetzbecken nachgeschaltete Neutra-

lisierungsanlage geführt. Angaben zu den bauzeitlichen Grundwasserableitungsraten und Einleitorten finden sich in der Anlage 15.2 der Unterlagen.

Im Kontaktbereich mit den Außenschalen des Bauwerkes ist als Folge von Auslaugungsprozessen eine qualitative Veränderung (Alkalisierung) des Grundwassers gegeben. Diese bleibt jedoch auf den Nahbereich des Tunnelbauwerkes sowie den Abbindevorgang/die Bauzeit beschränkt. Durch die Verwendung eluationsarmer (alkalifreie bzw. alkaliarme Spritzbindemittel) kann eine qualitative Veränderung des Grundwassers weitgehend reduziert werden.

Im Endzustand wird der Tunnel wasserdicht ausgebildet, so dass keine Grundwasserableitung mehr erfolgt. Die Tunnelröhren verlaufen längs zur Grundwasserströmungsrichtung, so dass kein wasserwirtschaftlich bedeutsamer Grundwasseraufstau oberstromig bzw. Grundwasserabsenkung unterstromig zu erwarten ist. Beim Übertritt des Tunnels in hydraulisch dichte Gebirgsabschnitte werden Dammringe zur Verhinderung einer Längsläufigkeit vorgesehen. *Die v. g. Dammringe und Injektionskrägen werden jeweils zur Verhinderung einer Tunnel-längsdränierung zwischen wasserführenden und wasserstauenden Schichtgliedern (tUS/joMo bei ca. km 76,600 , Deponie Rappenbadtal/joMo bei ca. 77,08, ki5/joMo bei ca. km 78,26, ki5/joMo bei ca. km 79,47 ki5/tUS bei ca. km 80,38, tUS/tBO/ki5 bei ca. km 81,13 sowie vor dem Portal Ulm bei ca. km 81,57) sowie zur Verhinderung einer Fassung und Ableitung von vertikal über Karststrukturen durchsickernden Grundwasser eingebaut.*

Im Falle einer Havarie im Tunnel Alabstieg ist im Anschluss an das Südportal keine Beeinträchtigung der Grundwasservorkommen durch Löschwasser oder sonstige schadstoffbelastete Wässer möglich, da diese nach dem Südportal in dem anschließenden wasserdichten Trog einlaufen würden, aus dem sie fachgerecht abgepumpt werden können.

### **Zwischenangriff**

Bei km 79,215 ist die Einrichtung eines Zwischenangriffstollens geplant, wodurch das dreiseitige Auffahrkonzept des Tunnels Alabstieg realisiert wird. Der Zwischenangriff wird ab ca. km 79,550, rd. 160 m links der Trasse auf einer Länge von rd. 410 m aus SE'-Richtung kommend, in den Tunnel Alabstieg einbinden. Dabei durchfährt er Schichten der Unteren Süßwassermolasse (USM) und des Weißen Jura (Zwischenkalke, ki5ZK).

Im Bereich des Zwischenangriff-Voreinschnittes sind von der Geländeoberkante

zwischen ca. 543 m NN bis 550 m NN quartäre und tertiäre Schichten der Unteren Süßwassermolasse ausgebildet. Darunter werden die Zwischenkalke (Zi5ZK) des Weißen Jura angetroffen. Im Bereich des Voreinschnittes ist kein Grundwasservorkommen in den Schichten des Quartärs und Tertiärs ausgebildet.

Bei Station 0+130 ist im Bereich der Festgesteine des ki5ZK (Zwischenkalke) ein Grundwasservorkommen ausgebildet, dessen Grundwasserspiegel bis zu 12 m über der Zwischenangriffsfirste liegt. Die prognostizierten Grundwasserandrangsmengen werden in Anlage 15.2 erläutert.

Die abzuleitenden Grundwasserzutritte beim Auffahren und Betrieb des Zwischenangriffs und Oberflächenwässer aus der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche werden vor Einleitung in die Kanalisation/Graben im Lehrer Tal über Absetzbecken sowie bei erhöhten pH-Werten und Mineralisation über eine Neutralisationsanlage geführt, um qualitative Auswirkungen auf die Vorflut zu vermeiden. Da durch die Absetzbecken eine Rückhaltefunktion geschaffen wird und der Graben im Lehrer Tal in einem Regenrückhaltebecken liegt, ist keine quantitative Beeinträchtigung des Grabens zu erwarten.

Der Zwischenangriff wird nach Ende der Baumaßnahme wieder verfüllt. Zur Verhinderung einer Wasserwegsamkeit entlang des Zwischenangriffs nach Bau des Tunnels Alabstieg wird der Zwischenangriff mit Tunnelausbruchsmaterial aus der Unteren Süßwassermolasse (USM) verfüllt. In Kombination mit zwischengeschalteten Tonabdichtungen wird so eine Wasserwegsamkeit verhindert.

### **Rettungsplatz und Rettungsplatzzufahrt Tunnelsüdportal**

Im Bereich des Tunnelsüdportals (NBS-km 81,770 – 81,795) wird ein Rettungsplatz mit Zufahrt über das Gelände der Stadtwerke Ulm (SWU) errichtet. Die Fahrbahnoberkante unter der EÜ (Strecke 4700) muss, um die Zugänglichkeit durch Rettungsfahrzeuge zu gewährleisten, verbreitert und um rd. 2 m abgetieft werden. Da die genaue Lage und Abmessung der alten Bestandsfundamente des Brückenbauwerkes nicht exakt bekannt ist, werden diese bauzeitlich mit Stahlträgern, die in den Oberen Massenkalk einbinden, gesichert. Da diese Stahlträger (PB-Träger) im Fels gründen und dort einbetoniert werden, wird das quartäre Grundwasser bauzeitlich durch Abbindevorgänge im Kontakt- und Nahbereich (i.w. pH-Werterhöhungen) beeinflusst. Dauerhafte Eingriffe auf das Grundwasservorkommen im Quartär sind auszuschließen.

Im Bereich der Rettungsplatzzufahrt erfolgt ein Bodenaustausch bis zu einer Tiefe von ca. 0,8 m unter Gelände.

Die im Bereich der Rettungsplatzzufahrt anfallenden Niederschlagswässer werden gesammelt an die Hebeanlage des Trogbauwerkes (rd. 22-33 l/s) übergeben bzw. in die städtische Entwässerung (3 l/s) eingeleitet.

Das für den Rettungsplatz vorgesehene Areal kommt vollständig auf der Altlastenverdachtsfläche Bw Ulm 1 zu liegen. Die rd. 1500 m<sup>2</sup> große Fläche wird mit einer hydraulisch gebundenen Schotterschicht versehen. Zusätzlich wird ein unterirdischer Löschwassertank mit einem lichten Durchmesser von 7,85 m und einem Fassungsvermögen von 96 m<sup>3</sup> eingebaut. Hierzu wird bis zu rd. 2,5 m unter Gelände in die quartären Lockersedimente eingegriffen. Da in den umliegenden Bohrungen bis in einer Tiefe von rd. 5 - 6 m unter Gelände bindige Quartärsedimente ohne Grundwasserführung anstehen, ist ein Eingriff in das im Liegenden ausgebildete quartäre Grundwasserstockwerk der Talkiese auszuschließen.

Da für die Fläche des Rettungsplatzes selbst ein Bodenaustausch bis lediglich 0,8 m unter Gelände erforderlich ist, fällt lediglich in v.g. Bereich - möglicherweise z.T. belasteter - Erdaushub von insgesamt rd. 1200 m<sup>3</sup> an.

Die ~~Ableitung der~~ auf der Fläche des Rettungsplatzes anfallenden Niederschlagswässer (ca. 50-32 l/s) ~~wird~~ werden ~~zum Großteil (rd. 41 l/s)~~ über ein Mulden-Rigolen-System versickert. ~~Etwa 9 l/s werden an die Hebeanlage des Trogbauwerkes im PFA 2.5a1 übergeben;~~ Beeinträchtigungen des Grundwasservorkommens durch die Versickerung des unbehandelten Niederschlagswassers sind nicht zu besorgen.

### **Bauzeitliches Ausweichgleis der Strecke 4543 (Gleis 405)**

Zur Sicherstellung des Güterverkehrs zwischen Aalen und Blaubeuren während der Bauzeit des Troges im Portalbereich, wird ein temporäres Ausweichgleis für die Strecke 4543 erstellt. Dieses wird südlich des bestehenden Gleises 405 verlaufen und bei km 71,75 bzw. km 72,14 in den Bestand ein- bzw. ausfädeln. Nach Beendigung der Bauarbeiten im nördlichen Trogbereich wird das Ausweichgleis rückgebaut und die Strecke in ihrer bestehenden Lage, jedoch aufgrund der Höhe des zu errichtenden Trogbauwerkes um bis zu ca. 2 m angehoben, wieder hergestellt.

Zur Erstellung des Ausweichgleises sind oberflächlich Bodenaustauschmaßnahmen von bis zu ca. 0,5 m unter Gelände notwendig. Qualitative Auswirkungen auf das quartäre Grundwasservorkommen sind aufgrund der Abdeckung des quartären Talkiesaquifers mit rd. 4 bis 5 m mächtigen bindigen Hang- und Auelehmen nicht zu erwarten.

Da die Maßnahme im Bereich der Altlastenverdachtsfläche Bw Ulm durchgeführt



wird, fällt voraussichtlich kontaminierter Bodenaushub in geringen Mengen an. Detailuntersuchungen des DB Sanierungsmanagements im Bereich der ehemaligen Lokdrehmaschine West vom November 2003 ergaben Kontaminationen mit Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) mit Überschreitungen der Zuordnungswerte Z 2 gem. LAGA der künstlichen Auffüllung vor allem im Tiefenbereich zwischen 0,2 bis 1,0 m unter Gelände.

## 4.2 Grundwassernutzungen

Nachfolgend werden die möglichen Eingriffe und Auswirkungen durch die NBS-Baumaßnahmen und den Betrieb auf Grundwassernutzungen im Umfeld des PFA 2.4 beschrieben.

### **Notbrunnen und Brunnen der Stadt Ulm**

Der Notbrunnen 5, der im Massenkalk verfiltert ist, befindet sich rd. 700 m östlich der Trasse in stromseitlicher Lage; qualitative Beeinträchtigungen sind somit nicht zu erwarten.

Der im Quartär verfilterte Notbrunnen 8 ist rd. 500 m südöstlich des Südportals des Tunnels Alabstieg gelegen. Der Grundwasserzustrom im quartären Grundwasserleiter erfolgt aus SSW Richtung. Eine bauzeitliche qualitative Beeinträchtigung durch den Eintrag von Trübstoffen ist somit durch die mindestens 600 m nordwestlich im Weißjura stattfindenden Tunnelbaumaßnahmen für den Notbrunnen 8 nicht zu erwarten.

Der im Massenkalk verfilterte Notbrunnen 10, liegt rd. 430 m westlich (stromseitlich) des geplanten Tunnels. Bei Betrieb des Notbrunnens 10 ist eine qualitative Beeinträchtigung durch Trübstoffe aufgrund des Baus oberhalb und im obersten Bereich des Hauptkarstaquifers während der Bauzeit nicht auszuschließen.

Der Notbrunnen 14 liegt rd. 800 m südlich des Tunnels Alabstieg. Da der Notbrunnen 14 im Quartär verfiltert ist, dessen Grundwasserströmung nach Osten gerichtet ist, liegt der Notbrunnen außerhalb des vom Tunnel Alabstieg beeinflussten Hauptkarst- und Zwischenkalkaquifer.

## **Private Wasserfassungen**

Die im Stadtgebiet von Ulm liegende private Wasserfassung der Brauerei Goldochsen fördert Trinkwasser aus dem Bereich ki2, ki3, ki4 (Mu/Mo) aus 109,0 m bis 229,0 m Tiefe über einen Tiefbrunnen sowie temporär Brauchwasser aus dem ki5ZK über einen flachen Brauchwasserbrunnen. Der kleinste Abstand vom Tiefbrunnen zum Tunnel beträgt rund 480 m, wobei der Tiefbrunnen unterstromig bis stromseitlich der Hauptkarststromrichtung liegt. Über hydraulische Schwächezonen/hydraulische Fenster können sich, je nach der Ausbildung der Potentialverhältnisse, die beiden Grundwasserstockwerke in den Zwischenkalken/dem Quartär (ki5ZK/q) und im Massenkalk gegenseitig hydraulisch beeinflussen. Eine bauzeitliche qualitative Beeinträchtigung des Tiefbrunnens, insbesondere durch den Eintrag von Trübung, ist unwahrscheinlich, kann jedoch auch über hydraulische Verbindungen zwischen Hauptkarstaquifer und dem Grundwasservorkommen in den Zwischenkalken/Quartär nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Quantitative Beeinträchtigungen durch bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen sind für den Tiefbrunnen aufgrund des großen Grundwasserumsatzes im Hauptkarstaquifer nicht zu besorgen.

Qualitative Auswirkungen der drei durchgeführten Bohrkampagnen auf den Tiefbrunnen Goldochsen wurden im Rahmen der durchgeführten Beweissicherungsuntersuchungen nicht beobachtet.

Qualitative bauzeitliche Beeinträchtigungen durch pH-Werterhöhungen sind auf den unmittelbaren Kontaktbereich/das Umfeld des Tunnels Alabstieg sowie die Dauer des Abbindevorgangs (bauzeitlich) beschränkt und aufgrund des großen Grundwasserumsatzes im Hauptkarstaquifer im Tiefbrunnen ebenfalls nicht zu erwarten.

Für den zur Trinkwassergewinnung genutzten Tiefbrunnen 4 der Gold Ochsen-Brauerei werden deshalb Vorkehrungen zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung getroffen. Der Schachtbrunnen, der temporär zur Brauchwassergewinnung betrieben wird, liegt in minimal 680 m Entfernung zum geplanten Tunnel. Da die Grundwasserströmungsrichtung in dem Zwischenkalk-/Quartäraquifer unterhalb des Michelsberges in östliche Richtung abbiegt, kommt der Schachtbrunnen im Unterstrom des geplanten Tunnels Alabstieg zu liegen. Aufgrund der Entfernung und des großen Grundwasserumsatzes im Zwischenkalk-/Quartäraquifer ist für den temporär genutzten Schachtbrunnen keine qualitative oder quantitative Beeinträchtigung während der Tunnelauffahrung zu erwarten.

Der Brunnen Theater liegt rd. 450 m SSE` des südlichen Tunnelportals. Der Brunnen ist im Quartär verfiltert und nicht in Betrieb; als Brauchwasserbrunnen dient er als Wärmetauscher. Bauzeitlich, während der Tunnelauffahrung sind

aufgrund der nach Osten gerichteten Grundwasserströmung im Quartär (Stichtagsmessung vom 28.06.1999) qualitative und quantitative Beeinträchtigungen nicht gegeben.

Angaben zu den geplanten Vorsorge- und Kontrollmaßnahmen für den vorgenannten Brunnen sind in Kapitel 5 aufgeführt.

### 4.3 Gewässer

~~Auf der Nordseite des Tobelgrabens wird westlich der Bahnanlage bei km 75,690 bis km 75,710 ein Regenrückhaltebecken für die aus der Entwässerungseinrichtung der NBS zwischen km 75,250 und km 75,675/km 75,710 abzuleitenden Niederschläge gebaut. Durch die Rückhaltung der v. g. Niederschlagswässer und die auf 9,0 l/s 10,9 l/s gedrosselte Ableitung erfolgt keine dauerhafte hydraulische Mehrbelastung des Tobelgrabens aus der v. g. Streckenentwässerung.~~

~~Aufgrund der Gefälleverhältnisse wird das Niederschlagswasser aus dem Rettungsplatz und der Streckenentwässerung östlich km 75,72 bis zum Nordportal dort gefasst, in Richtung Tobelgraben geleitet und im Freispiegelgefälle in einer Verrohrung parallel zum Tobelgraben geführt und ca. 360 m südwestlich der NBS-Trasse in diesen eingeleitet. Die Einleitungsrate beträgt (bei  $r_{15,0,1}$ ) 97,2 l/s.~~

*Das im Rahmen der Tunnelauffahrung über das Nordportal abzuleitende Grundwasser sowie das bei Betrieb der NBS zwischen NBS-km 75,200 und NBS-km 75,825 auf der Bahnanlage anfallende Niederschlagswasser wird in das geplante und vor Beginn der Baumaßnahmen zu erstellende Regenklär- und Regenrückhaltebecken in Höhe NBS-km 75,690 geleitet (BW-Nr. 1.25). Dieses liegt auf dem Zwickelgrundstück Nr. 304 rd. 360 m süd-südwestlich der Querung der NBS über den Tobelgraben direkt nordwestlich des Tobelgrabens. Das Regenklärbecken wird mit Tauchwand und elektrisch gesteuertem Schieber ausgestattet. Das Rückhaltevolumen für wassergefährdende Stoffe beträgt 30 m<sup>3</sup>. Der Drosselabfluss aus diesem Regenrückhaltebecken beträgt 10,9 l/s.*

*Aus dem Wegseitengraben westlich des Portaleinschnittes Dornstadt fließen dem Tobelgraben 9 l/s zu.*

Da die Planung des Tobelgrabenausbaues auf 4.300 l/s auch weiterhin kurzzeitig Überflutungen der angrenzenden Wiesen bewusst zulässt, ist die v.g. Einleitung von gesamt ~~106,2 l/s~~ rd. 20 l/s dauerhaft wasserwirtschaftlich nicht erheblich. ~~Sowohl das Regenrückhaltebecken, als auch die Verrohrung parallel zum Tobelgraben werden für eventuelle Havariefälle absperrbar ausgebildet. Die Verrohrung wirkt daher als Rückstauleitung.~~

Bei ca. km 75,5 – 75,7 werden zwei RRB von der Gemeinde Dornstadt errichtet. Diese werden in einem separaten Wasserrechtsverfahren durch die Gde. Dornstadt planfestgestellt. Durch die zusätzliche Einleitung von Niederschlagswässern aus der NBS muss das Rückhaltevolumen des östlichen Beckens von rd. 10.000 m<sup>3</sup> um 3.000 m<sup>3</sup> auf rd. 13.000 m<sup>3</sup> vergrößert werden. Diese erfolgt mittels Abtiefung der Sohlfläche bzw. Aufhöhung der Dammkrone um jeweils 15 cm. Der Drosselabfluss von 4.300 l/s bleibt unverändert.

Die von der Baustelleneinrichtungsfläche Dornstadt in den Tobeltalgraben bauzeitlich einzuleitende Niederschlagsrate (Mehrung gegenüber Istzustand) beträgt (bei  $r_{15;1}$ ) 199 l/s. Die Einleitung erfolgt rd. 230 m unterhalb der NBS am Ende der Baustelleneinrichtungsfläche. Aufgrund der geplanten Absetzbecken ist eine Rückhaltefunktion gegeben. Da die abzuleitenden Wässer über Absetzbecken mit Leichtstoffabscheider und bei pH-Werterhöhung über eine Neutralisationsanlage geführt werden, sind im Tobeltalgraben keine qualitativen Beeinträchtigungen zu erwarten.

Im Bereich Lehrer Tal werden die aus dem Zwischenangriff abzuleitenden Grundwässer und die aus der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche resultierenden abzuleitenden Niederschlagswässer nach der Durchleitung über Absetzbecken/Neutralisationsanlage und Einleitung in die Kanalisation über einen Graben geführt, der in dem Rückhaltebecken Lehrer Tal mündet. Da der vorgenannte Graben bereits im Einzugsbereich des Rückhaltebeckens liegt, ist durch die Einleitung in den Graben keine quantitative Beeinträchtigung zu besorgen.

In Höhe km 80,770 liegt rd. 50 m über dem Tunnel eine Quelle, die aus schwebenden, wasserführenden Schichten der Unteren Süßwassermolasse (USM) gespeist wird. Aufgrund der Überlagerungsmächtigkeit von rd. 50 m mit grundwasserstauenden Schichten der Unteren Süßwassermolasse (USM) wird das die Quelle speisende schwebende Grundwasservorkommen bei der Tunnelauffahrung nicht beeinträchtigt.

Angaben zu bauzeitlichen Grundwasser- und Niederschlagswasserableitungen sowie der dauerhaften Entwässerung der freien Strecke finden sich in Band 6, Anlage 15.2, Anlage 15.3 und Anlage 15.4.

#### **4.4 Bodenwasserhaushalt**

Bei dem geplanten Tunnel Alabstieg sind keine dauerhaften Grundwasserspiegelbegrenzungssysteme geplant, die eine nachteilige Veränderung der Grundwasserstandsverhältnisse bedingen könnten.

Die im Bereich der Einschnitte geplanten Tiefendränagen greifen nicht in zusammenhängende Grundwasservorkommen ein, sondern dienen der Ableitung von lokal temporär nicht auszuschließenden Schicht- und Tagwässern, so dass sich durch die geplanten Maßnahmen keine dauerhaften Beeinträchtigungen des Bodenwasserhaushaltes ergeben.

## 5. Hydrologische und hydrochemische Beweissicherung

Zur Erfassung der bestehenden Verhältnisse und der Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Grundwasservorkommen und Grundwassernutzungen wurde bzw. wird eine hydrologische und hydrochemische Beweissicherung vor, während und nach der Baumaßnahme durchgeführt. Derzeitig werden bereits die Grundwasserstandsverhältnisse an den für das Projekt erstellten Grundwassermessstellen fortlaufend untersucht und dokumentiert. Die im Rahmen des 4. Erkundungsprogramms (4. EKP) errichteten Grundwassermessstellen werden in das Kontroll-, Vorsorge- und Beweissicherungsprogramm integriert. Im Hinblick auf die Beweissicherung im Vorfeld werden bereits die Wasserstände in bestehenden Grundwassermessstellen mittels kontinuierlicher Aufzeichnung (Datenlogger oder Lichtlotmessung) erfasst, dokumentiert und bewertet.

Als Vorsorge- und Kontrollmaßnahme für die Brunnen der Brauerei Goldochsen wurde bereits im Rahmen der Bohrarbeiten des 4. Erkundungsprogramms in dem zur Trinkwasserversorgung genutzten Tiefbrunnen ein permanent messendes Trübungsmessgerät installiert und während u. nach dem 4. EKP gemessen. Während der Bauzeit werden zusätzlich in dem Tiefbrunnen und dem Schachtbrunnen der Brauerei Goldochsen sowie in je einer im Hauptkarstaquifer (B 310/2 GM) und in den Zwischenkalken (B 309 GM) verfilterten Grundwassermessstelle monatlich hydrochemische Untersuchungen auf die Parameter pH-Wert; elektrische Leitfähigkeit; Trübung, Summe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol (BTEX); Summe polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK); Mineralölkohlenwasserstoffe und chlorierte Kohlenwasserstoffe durchgeführt. Bauzeitlich werden wöchentlich im Tiefbrunnen der Brauerei Goldochsen mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt. Vor und nach den Baumaßnahmen werden hydrochemische Volluntersuchungen durchgeführt.

Als Schutz- und Vorsorgemaßnahme werden, wie in Kapitel 4.2 beschrieben, für den zur Trinkwassergewinnung genutzten Tiefbrunnen 4 der Gold Ochsen-Brauerei deshalb Vorkehrungen zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung getroffen. Dazu ~~wird~~ wurde zwischen der Vorhabensträgerin und der Goldochsenbrauerei eine privatrechtliche Vereinbarung getroffen.

## **6. Zusammenfassung**

### **6.1. Naturräumlicher Überblick**

Der Untersuchungsraum des Planfeststellungsabschnittes 2.4 ist in bezug auf die naturräumliche Gliederung dem Naturraum Niedere Flächenalb, der zur naturräumlichen Haupteinheit Schwäbische Alb gehört, zuzuordnen.

### **6.2. Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse**

Im Untersuchungsraum sind die hydrogeologischen Verhältnisse durch die Grundwasservorkommen in der geschichteten, gebankten sowie in der massigen Fazies des Weißjuras (Kimmeridgium), in der sehr heterogenen, durch häufige fazielle Wechsel bestimmten Schichtfolge des Tertiärs (USM) und in den heterogenen, quartären Sedimenten des Donautales gekennzeichnet.

Zur Abschätzung der hydraulischen Eigenschaften der Grundwasserleiter und -hemmer wurden hydrogeologische Feldversuche in den quartären und tertiären Schichtabfolgen sowie in den Festgesteinen des Weißen Jura ausgeführt. Die Auswertung der hydraulischen Versuche ergab für die quartären Schichten Durchlässigkeiten im Bereich schwach bis durchlässig. Die Untere Süßwassermolasse (USM) ist als gering durchlässig zu bezeichnen. Die Festgesteine des Weißjura weisen in Massenkalkfazies geringe bis mäßige Durchlässigkeiten auf; in geschichteter Fazies sind sie als sehr gering durchlässig (Untere Zementmergel, ki5u), als gering durchlässig (Zwischenkalke, ki5ZK; Liegende Bankkalke, ki4) bzw. hoch durchlässig (Oberer Felsenkalk, ki3) gemäß IAEG 1979 zu klassifizieren.

Die Grundwasserströmungsverhältnisse im Weißjura-Karst-Aquifer sind im Bereich Lerchenfeld mit 0,3 % Gefälle in SSE'-Richtung ausgebildet. Weiter in S'-Richtung verflacht sich das Gefälle auf 0,1 %, wobei eine Auffächerung der Grundwasserströmung einsetzt, so daß diese weiter in Richtung SE bzw. in Richtung SW umbiegt. S' von Ulm-Lehr versteilt sich das Gefälle wiederum bis auf 1,2 % im Bereich Wilhelmsburg.

Im Zwischenkalk-Aquifer ist die generelle Grundwasserströmung von NNW nach SSE auf die Donau als Vorfluter gerichtet. Das Grundwassergefälle liegt bei 1,5 % bis  $\geq 2$  %. Im Übergangsbereich Michelsberg – Ulm biegt die Grundwasser-

strömung in östliche Richtung ab.

Hydrochemische Schadstoffbelastungen des Grundwassers wurden lokal im Bereich der Tunnelstrecke festgestellt, wo insbesondere Belastungen mit Pflanzenschutzmitteln und LHKW's zu nennen sind. Im Bereich Südportal/Gleisdreieck ergaben die untersuchten Grundwässer Belastungen i.w. mit PAK, BTEX und LHKW.

Im Untersuchungsraum sind mehrere öffentliche und private Grundwassernutzungen in Form von Trink-, Nutz- und Brauchwasserbrunnen ohne ausgewiesene Wasserschutzgebiete vorhanden.

Im Verlauf der geplanten NBS-Trasse werden vom Beginn bis zum Ende des PFA 2.4 keine permanent wasserführende Oberflächengewässer gequert. Sie quert bei km 75,720 einen Graben (Tobetalgraben), der zeitweise nach Niederschlagsereignissen Wasser führt.

Im Bereich der geplanten Bahnanlagen ist eine Deponie (Rappenbadtal) gelegen.

### **6.3. Eingriffe durch bauliche Anlagen (Bauzeit und Betrieb) und deren hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Auswirkungen**

#### **Erdbauwerke**

Im PFA 2.4 verläuft die NBS-Trasse im Bereich der freien Strecke von km 75,660 bis km 75,763 in Dammlage. Die Dammhöhe beträgt bis zu rd. 3 m.

Das aufgeschlossene Quartär und die Untere Süßwassermolasse (USM) sind in diesem Bereich nicht wasserführend. In den entfestigten Bereichen der Unteren Süßwassermolasse (USM) können lokale Schichtwässer nicht ausgeschlossen werden.

Qualitative Eingriffe und Auswirkungen auf lokale Grundwasservorkommen in der Unteren Süßwassermolasse (USM) sind nach derzeitigem Kenntnisstand auch bei ggf. notwendigen Bodenaustauschmaßnahmen bis in eine Tiefe von 3 m nicht zu erwarten.



## **Einschnitte**

Im PFA 2.4 wird die Trasse im Bereich km 75,250 bis km 75,660, im Bereich des nördlichen Tunnelvoreinschnittes und die daran anschließende offene Bauweise in Einschnittslage geführt. Im Bereich des nördlichen Tunnelvoreinschnittes und der offenen Bauweise verläuft die NBS in einer bis zu ca. 16 m tiefen Einschnittslage. Das Grundwasser in den tertiären Sedimenten (USM) steht im Bereich der offenen Bauweise ca. 8 m unter der Bauwerksunterkante an.

Bei der bauzeitlichen Ableitung von Tag- oder Schichtwässern im Einschnittsbereich sind keine qualitativen Beeinträchtigungen der Vorfluter oder des Grundwassers zu erwarten, da die Ableitung über Absetzbecken mit Leichtstoffabscheider und ggf. über Neutralisationsanlagen erfolgt.

## **Kreuzung mit Oberflächengewässern**

Bei km 75,720 wird ein temporär wasserführender Graben (Tobeltalgraben) von der NBS gequert. Im Bereich der Gewässerkreuzung wird der Graben verrohrt, dabei erfolgt kein Eingriff in das in der Unteren Süßwassermolasse (USM) ausgebildete Grundwasservorkommen. Eventuell anfallende Tagwässer können unter Vorschaltung von Absetzbecken in den Tobeltalgraben abgeleitet werden.

## **Kreuzungsbauwerke**

Der Neubau eines zweigleisigen Kreuzungsbauwerkes am Ende des PFA 2.4 (km 81,734 bis km 81,768) erfolgt in offener Bauweise. Dafür wird eine dichte Baugrube aus Bohrpfehlwänden errichtet und eine Unterwasserbetonsohle eingebaut. Die Ableitung von freigelegtem quartärem Grundwasser fällt nur kurzfristig während der Erstellung der Baugrube an. Eintretendes Oberflächenwasser wird nach Anfall abgepumpt.

## **Tunnelbauwerke**

Der bergmännisch aufzufahrende Tunnel Alabstieg (km 75,825 – km 81,734) durchfährt die tertiären Schichten der Unteren Süßwassermolasse (USM) sowie die Schichtabfolgen des Weißjura. Dabei kommt der Tunnel zwischen km 76,430 – km 76,900 und km 79,000– km 81,150 teilweise im Grundwasser zu liegen.

Das während der Bauzeit anfallende Berg-, Sicker- und Schichtwasser wird über das Nordportal mit Rohrleitungen zutage geleitet und unter Vorschaltung von

Absetzbecken mit Leichtstoffabscheider in den Tobeltalgraben bei km 75,720 (Nordportal) sowie über den Zwischenangriff in den Lehrer Talgraben (s. u.) eingeleitet. Bei baustoffbedingter Erhöhung des pH-Wertes und der Mineralisation werden die Wässer vor der Einleitung in die Vorfluter über eine dem Absetzbecken nachgeschaltete Neutralisierungsanlage geführt.

Im Endzustand wird der Tunnel wasserdicht ausgebildet, so dass keine Grundwasserableitung mehr erfolgt. Die Tunnelröhren verlaufen längs zur Grundwasserströmungsrichtung, so dass kein wasserwirtschaftlich bedeutsamer Grundwasseraufstau oberstromig bzw. Grundwasserabsenkung unterstromig gegeben ist. Eine Längsläufigkeit am Tunnel wird durch die Anlage von Dammringen verhindert.

### **Zwischenangriff**

Bei km 79,215 ist die Einrichtung eines Zwischenangriffs geplant, wodurch das dreiseitige Auffahrkonzept des Tunnels Alabstieg realisiert wird.

Über den Zwischenangriff wird das abzuleitende Wasser in die Kanalisation/den Lehrer Talgraben abgeleitet. Da der Lehrer Talgraben in einem Regenrückhaltebecken liegt, ist keine quantitativ bedingte Beeinträchtigung des Grabens zu erwarten.

### **Grundwassernutzungen**

Für die Notbrunnen 5, 8 und 14 der Stadt Ulm sind keine qualitativen und quantitativen Beeinträchtigungen zu erwarten. Für den Notbrunnen 10 können während der Bauzeit Eintrübungen des Förderwassers nicht ausgeschlossen werden.

Die im Stadtgebiet von Ulm liegenden privaten Wasserfassungen der Brauerei Goldochsen fördern Trink- und Brauchwasser. Der Tunnel Alabstieg liegt  $\geq 480$  m oberstromig des zur Trinkwassergewinnung genutzten Tiefbrunnens. Eine bauzeitliche qualitative Beeinträchtigung des Tiefbrunnens, insbesondere durch den Eintrag von Trübung, ist unwahrscheinlich, kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Für den Brunnen Theater sind keine bauzeitlich bedingten qualitativen Beeinträchtigungen in Form von Stoffeinträgen zu erwarten.

## **7. Literatur und verwendete Unterlagen**

### **7.1. Literatur über durchgeführte Untersuchungen**

igi NIEDERMEYER INSTITUTE, UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH (1991):

ABS/NBS Plochingen-Günzburg; Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Beurteilung des Raumes Autobahnanschlussstelle Ulm-Ost bis Günzburg (Durchfahrung des Wasserschutzgebietes der Landeswasserversorgung Stuttgart bei Langenau), Band 4, Variante A IV Westheim, März 1991.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE, UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH (1994):

ABS/NBS Stuttgart - Augsburg; Ingenieurgeologische, tunnelbautechnische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Aspekte bei der Einfahrt nach bzw. Durchfahrung von Ulm/Neu-Ulm; Teilbericht 3: Ingenieurgeologische, tunnelbautechnische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Aspekte bei der Einfahrt nach bzw. Durchfahrung von Ulm/Neu-Ulm; Nachgang 1 zum Teilbericht 2: Aktualisierte Aussagen gemäß der technischen Planung für die H-Variante, Stand 11.93. - Westheim, Januar 1994.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE, UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH (1996a):

ABS/NBS Stuttgart - Augsburg, Bereich Wendlingen - Ulm; Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen, Band 13: Ingenieurgeologische, tunnelbautechnische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Aspekte bei der Einfahrt nach bzw. Durchfahrung von Ulm/Neu-Ulm, Teilbericht 4: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zum Aufschluss- und Untersuchungsprogramm der 1. Erkundungsphase, Los 3 - Wilhelmsburg bis Ulm Hbf. - Westheim, Februar 1996.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE, UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH (1996b):

ABS/NBS Stuttgart - Augsburg; Ingenieurgeologische, tunnelbautechnische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Aspekte bei der Einfahrt nach bzw. Durchfahrung von Ulm/Neu-Ulm; Band 13, Teilbericht 7: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zum Aufschluss- und Erkundungsprogramm der 1. Erkundungsphase (Lose 1 und 2) - Rommelkaserne bis Wilhelmsburg -, Teil I: Erkundungen, Feld- und Laborversuche und deren Auswertung. - Westheim, 1996.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE, UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH (1997a):

ABS/NBS Stuttgart - Augsburg; Ingenieurgeologische, tunnelbautechnische,

hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Aspekte bei der Einfahrt nach bzw. Durchfahung von Ulm/Neu-Ulm; Band 13, Teilbericht 10: Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zum Aufschluss- und Erkundungsprogramm der 1. Erkundungsphase - Rommelkaserne bis Wilhelmsburg -, Teil II: Ergebnisse und Folgerungen. - Westheim, 1997.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE, UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH (1997b):

ABS/NBS Stuttgart - Augsburg, Bereich Wendlingen - Ulm; Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen, Band 13: Ingenieurgeologische, tunnelbautechnische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Aspekte bei der Einfahrt nach bzw. Durchfahung von Ulm/Neu-Ulm; Teilbericht 9: Ergänzende ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zum Aufschluss- und Untersuchungsprogramm der 1. Erkundungsphase (Los 3, Stufe 2), Teil I: Erkundungen, Feld- und Laborversuche und deren Auswertung; Westheim, März 1997.

igi NIEDERMEYER INSTITUTE, UNTERSUCHEN BERATEN PLANEN GmbH (1997c):

ABS/NBS Stuttgart - Augsburg, Bereich Wendlingen - Ulm; Ingenieurgeologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche sowie ökologische und schalltechnische Beratungen, Band 13: Ingenieurgeologische, tunnelbautechnische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Aspekte bei der Einfahrt nach bzw. Durchfahung von Ulm/Neu-Ulm, Teilbericht 8: Hydrogeologische Kartierung. - Westheim, 1997.

ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK (2002):

ABS/NBS Stuttgart-Augsburg, NBS Wendlingen-Ulm, Planfeststellungsabschnitt 2.4, Dornstadt-Ulm, Ingenieur-, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Stellungnahme zum 1. und 3. Erkundungsprogramm, Westheim, August 2002.

ARGE WASSER UMWELT GEOTECHNIK (2004):

ABS/NBS Stuttgart-Augsburg, NBS Wendlingen-Ulm, Planfeststellungsabschnitt 2.4, Tunnel Alabstieg von km 75,250 bis 81,768 der Neubaustrecke Wendlingen – Ulm, Ergebnisse der hydraulischen Abschlussversuche des 4. EKP in den Grundwassermessstellen des 4. EKP, Westheim, Juli 2002.

CDM (2003):

Detailuntersuchung (Stufe 2a); 7082 Ulm, Bw-Rbf, Gottmadingen, 2004

## 7.2. Weitere verwendete Unterlagen

BERTLEFF, B. W. (1986):

Das Strömungssystem der Grundwässer im Malm-Karst des West-Teils des süddeutschen Molassebeckens, Abh. Geol. Landesamt Baden-Württ., Heft 12, S. 1 - 171.

DB AG (1994):

ABS/NBS Stuttgart - Augsburg, Abschnitt Stuttgart - Ulm, Teilabschnitt Wendlingen - Ulm, Unterlagen zur Abstimmung mit den Belangen der Raumordnung. - Stuttgart, September 1994.

DER BUNDESMINISTER FÜR JUGEND, FAMILIE, FRAUEN UND GESUNDHEIT (1990):

Bekanntmachung der Neufassung der Trinkwasserverordnung vom 05. Dezember 1990, Verordnung über Trinkwasser und Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung-TrinkwV) Nr. 66 - Tag der Ausgabe: Bonn, den 12. Dezember 1990, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1990, Teil 1.

ELWERT, D. (1966):

Die Geologie der Blätter Ulm SW (Nr. 7720) M 1 : 25.000 (Gebiet nördlich des Donautales) und Ulm NE (Nr. 7526) (Schwäbische Alb). - Geol.-Paläont. Inst. TH Stuttgart, Nr. 51.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG, LANDESVERMESSUNGSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1980):

Erläuterungen zu Blatt 7524 Blaubeuren. - Stuttgart.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1989):

Hydrogeologische Beurteilung des Karstwasser-Zustroms zum Langenauer Donauried im Hinblick auf die Trassenkorridore der DB für eine Neubaustrecke Plochingen - Günzburg bzw. Stuttgart - Ulm, Az.: 0809.01/90-4761 Stellungnahme des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg. - Freiburg i. Br.

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1990a):

Untergrundverhältnisse in der Umgebung von Ulm im Bereich verschiedener Trassenvarianten der geplanten Bundesbahn, Neubaustrecke Plochingen - Günzburg, Az.: 0809.01/90-4761 Wm/Loe/Wle, Juli 1990. - Freiburg.

GEYER, F.G., GWINNER, M. P. (1984):

Die Schwäbische Alb und ihr Vorland, Band 67, Borntraeger Stuttgart

GEYER, O.F. & GWINNER, M. P. (1986):

Geologie von Baden-Württemberg. - Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.

- GROSCHOPF, P. (1950):  
Alte Bauablagerungen im Stadtgebiet von Ulm und ihre siedlungsgeschichtliche Bedeutung. - Mitt. d. Ver. Naturwissenschaften und Mathematik, Bd. 23, Ulm.
- GROSCHOPF, P. (1965):  
Geologie des tieferen Untergrundes von Ulm. Mitt. f. Naturw. und Mathem. in Ulm (Donau), 27. Heft.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY IAEG (1979):  
Classification of rocks and soils for engineering geological mapping, Part I: Rock and soil material. Report of the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping. - Bulletin IAEG 19, 364 - 371. - Krefeld.
- JOOS, O. (1948):  
Stratigraphisch-tektonische Untersuchungen zwischen Kliff und Donau bei Ulm.- N. Jb. Min., 89, 1 - 42, Stuttgart.
- KOCH, R., SENOWBARY-DARYAN, B. & STRAUSS, H. (1994):  
The Late Jurassic "Massenkalk Facies" of Southern Germany: Calcereous Sand Piles rather than Organic Reefs. - Facies, 31: 179 - 208, 8 Abb., 7 Taf., 2 Tab. - Erlangen.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, INSTITUT FÜR WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFT (1980):  
Grundwassermessnetz Blaubeurer Alb/Hochsträß mit den Grundwassergleichen für den 17.09.1979. - Karlsruhe.
- LAWA LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (1991):  
Wasserrecht und Bahnanlagen der DB; - Richtlinien der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser und der DB.
- MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. (1995):  
Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. 2. Lieferung. - Regmen.
- NORMENAUSSCHUSS BAUWESEN (NABau) IM DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e.V. (1991):  
Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase, Grundlagen und Grenzwerte, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DIN 4030, Teil 1, Juni 1991.
- PAULSEN, S. (1962):  
Die Geologie des Blattes Ulm-Nordwest (Nr. 7525) M 1 : 25.000. - Geol.-Paläont. Inst. TH Stuttgart, Nr. 35.
- RICHTLINIEN DES LANDES BADEN-WÜRTTEMBERG (1998):  
Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfälle in Baden-Württemberg, Stand 01.03.1998; in: GABl. 06.05.1998
- SCHLOZ, W. (1988):

Das Aquifersystem des Langenauer Donaurieds, Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 30, S. 441 - 455. - Freiburg i. Br.

SCHLOZ, W. (1993):

Zur Karsthydrogeologie der Ostalb, Karst und Höhle, München, S. 119-134.

SCHULER (1973):

Zur Stratigraphie und Lagerung des Tertiärs auf dem Oberen Eselsberg nördlich von Ulm/Donau (Ergebnisse der Baugrunderkundung für den Universitätsneubau), Jber. U. Mitt. Oberrh. geol. Ver., N.F. 55, S. 159-181.

SCHWEIGERT, G. (1995):

Neues zur Stratigraphie des schwäbischen Oberjura. - Laichinger Höhlenfreund, 30 (2), 49 - 60. - Laichingen.

VILLINGER, E. (1972):

Seichter Karst und Tiefer Karst in der Schwäbischen Alb, Geol. Jb. Reihe C Heft 2.

VILLINGER, E. (1977):

Über Potentialverteilung und Strömungssysteme im Karstwasser der Schwäbischen Alb (Oberer Jura, SW-Deutschland). - Schweitzer Verlagsbuchhandlung Stuttgart; Geologisches Jahrbuch Reihe C, Heft 18.

VILLINGER, E. (1978):

Zur Karsthydrologie des Blautopfs und seines Einzugsgebietes (Schwäbische Alb), Abh. geol. Landesamt Baden-Württ., Heft 8, S. 59 - 127.