SCHNEIDER
Büro für Hydrogeologie
und Umweltschutz

Dr. Manfred W. Schneider
Fliederstraße 1/1
75382 Althengstett-Nh.
Tel: 07051 / 97 81 20 0
Fax: 07051 / 9781 21 0
Mobil: 01522 / 16 32 09 1
Email: mail@mwschneider.de

26.02.2010

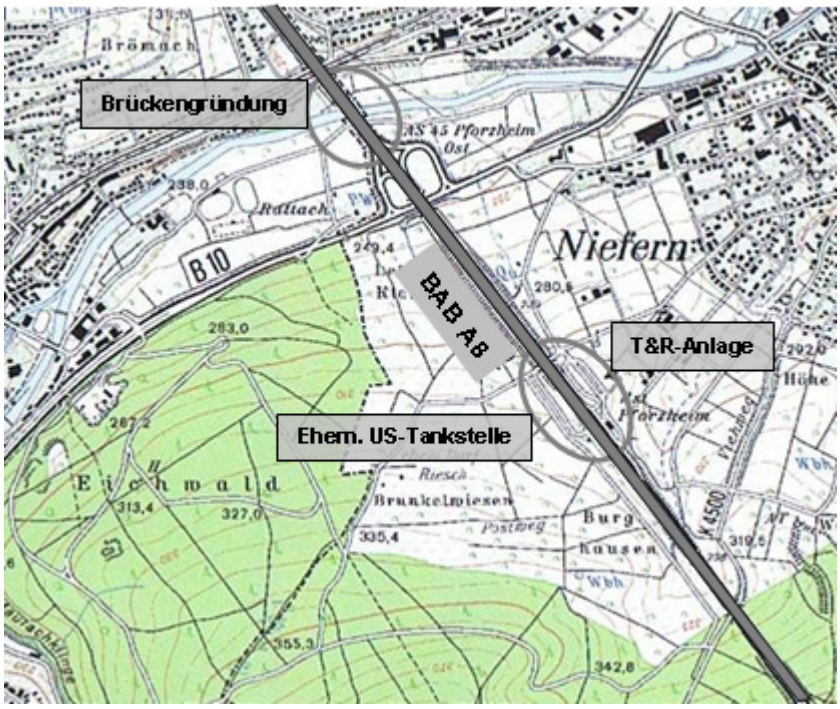
Regierungspräsidium Karlsruhe
Ref. 44, Straßenplanung

Schlossplatz 4-6

76131 Karlsruhe

A8, 6-streifiger Ausbau zwischen den AS Pf/Süd und Pf/Nord (Enztalquerung)

Grundwasserfeinmodellierung



Auftraggeber
Regierungspräsidium Karlsruhe

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1 Vorgang und Aufgabenstellung 7

1.1 Vorgang 7

1.2 Bisherige Untersuchungsergebnisse zum Schutz der Trinkwasserbrunnen im Enztal (Auszug aus dem ARCADIS-Bericht vom 24.02.2009 [U2]) 8

1.3 Konzept zur Optimierung der Gefahrenabwehr 10

1.4 Aufgabenstellung 14

2 Unterlagen 16

3 Vorbereitende Untersuchungen 17

4 Standortsituation und Annahmen 23

4.1 Wasserströmung und Schadstofftransport in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone des Buntsandsteingebirges 23

4.2 Nachgewiesene Bodenverunreinigungen im Bearbeitungsgebiet 25

4.3 Schutzfunktion der Deckschichten nach HÖLTING et al. (1995) 26

5 Einsatz des Grundwassermodells 30

5.1 Risikobereiche und Abwehrmaßnahmen 30

5.2 Einfluss hydrologischer Randbedingungen auf die Grundwasserströmung und den Schadstofftransport (Sensitivitätsuntersuchung) 33

5.3 Grundwasserfließgeschwindigkeiten (Abstandsgeschwindigkeiten) 35

6 Maßnahmen zur Gefahrenabwehr 37

6.1 BAB A8, Enztalquerung einschl. Anschlussstelle Pforzheim Ost und Regenklärbecken (Quartäre Lockergesteine und Buntsandstein) 38

6.1.1 A8-Trasse, Südstrecke Enzaue, Risikobereich 4n/5n 39

6.1.2 Anschlussstelle Pforzheim-Ost (westliche Auf-/ Abfahrt), Risikobereich 4n/5n/1w 40

6.1.3 Anschlussstelle Pforzheim-Ost (östliche Auf-/ Abfahrt), Risikobereich 4n/5n/7n 41

6.2 BAB A8, Enzquerung - Brückenpfeiler 42

6.3 BAB A8-Südtrasse (Buntsandstein) 43

6.3.1 Südtrasse, Risikobereich 2ö (km 239+100 – 239+400) 43
6.3.2 Südtrasse, Risikobereich 2ö/3ö (km 238+900 – 239+100) 44
6.3.3 Südtrasse, Risikobereich 3ö/4ö (km 238+500 – 238+900) 46
6.3.4 Südtrasse, Risikobereich 4ö/IV (km 238+200 – 238+500).....47
6.4 Bereich Ehemalige US-Tankstelle 48
6.4.1 Bereich Ehem. US-Tankstelle, IST-Zustand.....48
6.4.2 Bereich Ehem. US-Tankstelle, Planungszustand.....49
6.5 Bereich Tank- und Rastanlage Pforzheim Nord (Enzberg) 51

7 Gesamt-Sicherheitsbetrachtung unter Berücksichtigung der Modellergebnisse und der Schutzfunktion der Deckschichten 52

8 Handlungsempfehlungen für die Gefahrenabwehr im Havariefall 55

9 Zusammenfassung und Vorschläge für das weitere Vorgehen.....59

T A B E L L E N V E R Z E I C H N I S

Tabelle 1: Vorliegende geologische / hydrogeologische / bodenmechanische Berichte
Tabelle 3-1 Herleitung der zukünftigen und im Modell berücksichtigten Förderraten der Stadtwerke Pforzheim
Tabelle 3-2 Genehmigte Förderraten der Gemeinde Niefern-Öschelbronn
Tabelle 3-3 Im Modell berücksichtigte Förderraten der Gemeinde Niefern-Öschelbronn
Tabelle 3-4 Grundwasserstandsdaten der Stichtagsmessung vom 24.07.2009
Tabelle 4.3-1 Klasseneinteilung der Gesamtschutzfunktion nach HÖLTING (1995) [U9]

A N L A G E N V E R Z E I C H N I S

Anlage 1 Lagepläne
Anlage 1.1 Übersichtslageplan, M = 1 : 25.000 (Auszug aus TK25)
Anlage 1.2 Katasterplan, M = 1 : 15.000 (Auszug)
Anlage 1.3 Funktionsweise der hydraulischen Gefahrenabwehr (Schnitt-Skizzen)
Anlage 1.3.1 Schadstoffeintrag in der Enzaue - Keine Abwehrmaßnahme -
Anlage 1.3.2 Schadstoffeintrag in der Enzaue - Aufbau einer hydraulischen Barriere -
Anlage 1.3.3 Schadstoffeintrag in der Enzaue - Betrieb eines Sanierungsbrunnens –
Anlage 1.3.4 Schadstoffeintrag auf der Südtrasse – Betrieb eines Sanierungsbrunnens -

Anlage 2 Wasserrechte der Gemeinde Niefern-Öschelbronn (Schreiben des LRA Enzkreis)

Anlage 3 Vorbereitende Untersuchungen
Anlage 3.1 Stichtagsmessung vom 24.07.2009 (Lageplan mit Messwerte)

Anlage 4 Standortsituation und Annahmen
Anlage 4.1 Wasserströmung und Schadstofftransport in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone des Buntsandsteingebirges (Hydrogeologischer Profilschnitt)
Anlage 4.2 Berechnung der Schutzfunktion der Deckschichten nach HÖLTING (1995) (Prinzipschnitt mit Berechnungsformel)
Anlage 4.3 Schutzfunktionskarte Tank- und Rastanlage Pforzheim Nord [U4]
Anlage 4.4 Schutzfunktionskarte des gesamten Bearbeitungsgebietes (HGE Enzkreis)
Anlage 4.5 Geologische Situation und deren Umsetzung im Grundwasserströmungsmodell

Anlage 5 Einsatz des Grundwassermodells
Anlage 5.1 Erläuterungen zu Risikobereichen und Abwehrszenarien
Anlage 5.1.1 Risikobereich - Buntsandsteingebirge -
Anlage 5.1.2 Hydraulische Sofortmaßnahmen - Buntsandsteingebirge -
Anlage 5.1.3 Abwehrbrunnen / Sanierungsbrunnen - Buntsandsteingebirge -
Anlage 5.1.4 Abwehrbrunnen / Sanierungsbrunnen - Quartär der Enzaue -
Anlage 5.2 Sensitivitätsuntersuchungen
Anlage 5.2.1 BAB A8, Trasse Nordstrecke Enzaue + RKB Nord
Anlage 5.2.2 BAB A8, Trasse Südstrecke Enzaue
Anlage 5.2.3 BAB A8, Auf- und Abfahrten Anschlussstelle Pforzheim Ost + RKB Süd
Anlage 5.2.4 BAB A8, Südtrasse, km 239+100 – 239+400
Anlage 5.2.5 BAB A8, Südtrasse, km 238+900 – 239+100
Anlage 5.2.6 BAB A8, Südtrasse, km 238+500 – 238+900
Anlage 5.2.7 BAB A8, Südtrasse, km 238+200 – 238+500
Anlage 5.2.8 BAB A8, Südtrasse, km 237+500 – 238+200
Anlage 5.2.9 BAB A8, Tank- und Rastanlage Pforzheim Nord (Enzberg)
Anlage 5.2.10 BAB A8, Ehemalige US-Tankstelle Pforzheim (IST-Situation)
Anlage 5.2.11 BAB A8, Ehemalige US-Tankstelle Pforzheim (Planungs-Situation)
Anlage 5.3 Grundwasserfließgeschwindigkeiten (Abstandsgeschwindigkeiten)
Anlage 5.3.1 Grundwasserfließgeschwindigkeiten im Quartär der Enzaue

Anlage 5.3.2 Grundwasserfließgeschwindigkeiten im Buntsandstein
Blatt 1 Risikobereich 2ö/3ö
Blatt 2 Risikobereich 3ö/4ö
Blatt 3 Risikobereich 4ö/IV

Anlage 6 Maßnahmen zur Gefahrenabwehr
Anlage 6.1 BAB A8, Enztalquerung
Anlage 6.1.1 A8-Trasse, Südstrecke Enzaue, Risikobereich 4n/5n
Blatt 1: Grundwasserströmung
Blatt 2: Sofortmaßnahme
Blatt 3: Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme
Anlage 6.1.2 AS Pforzheim-Ost (westl. Auf-/ Abfahrt), Risikobereich 4n/5n/1w
Blatt 1: Grundwasserströmung
Blatt 2: Sofortmaßnahme
Blatt 3: Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme
Anlage 6.1.3 AS Pforzheim-Ost (östl. Auf-/ Abfahrt), Risikobereich 4n/5n/7n
Blatt 1: Grundwasserströmung
Blatt 2: Sofortmaßnahme
Blatt 3: Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme
Anlage 6.2 BAB A8, Enzquerung – Brückenpfeiler
Anlage 6.3 BAB A8, Südtrasse
Anlage 6.3.1 Südtrasse, Risikobereich 2ö (km 239+100 – 239+400)
Blatt 1: Grundwasserströmung
Blatt 2: Sofortmaßnahme
Blatt 3: Erweiterte Sofortmaßnahme
Blatt 4: Abwehr- / Sanierungsmaßnahme
Anlage 6.3.2 Südtrasse, Risikobereich 2ö/3ö (km 238+900 – 239+100)
Blatt 1: Grundwasserströmung
Blatt 2: Sofortmaßnahme
Blatt 3: Erweiterte Sofortmaßnahme
Blatt 4: Abwehr- / Sanierungsmaßnahme
Anlage 6.3.3 Südtrasse, Risikobereich 3ö/4ö (km 238+500 – 238+900)
Blatt 1: Grundwasserströmung
Blatt 2: Sofortmaßnahme
Blatt 3: Abwehr- / Sanierungsmaßnahme

Anlage 6.3.4 Südtrasse, Risikobereich 4ö/IV (238+200 – 238+500)
Blatt 1: Grundwasserströmung
Blatt 2: Sofortmaßnahme
Blatt 3: Abwehr- / Sanierungsmaßnahme
Anlage 6.4 Bereich Ehemalige US-Tankstelle
Anlage 6.4.1 Bestand
Blatt 1: Grundwasserströmung
Blatt 2: Sofortmaßnahme
Blatt 3: Erweiterte Sofortmaßnahme
Blatt 4: Abwehr- / Sanierungsmaßnahme
Anlage 6.4.2 Planung
Blatt 1: Grundwasserströmung
Blatt 2: Sofortmaßnahme
Blatt 3: Erweiterte Sofortmaßnahme
Blatt 4: Abwehr- / Sanierungsmaßnahme
Anlage 6.5 Bereich Tank- und Rastanlage Pforzheim-Nord (Enzberg)
Blatt 1: Grundwasserströmung
Blatt 2: Sofortmaßnahme
Blatt 3: Erweiterte Sofortmaßnahme
Blatt 4: Abwehr- / Sanierungsmaßnahme
Anlage 7 keine Anlagen
Anlage 8 Handlungsempfehlungen, Gefahrenabwehrdiagramm
Anlage 9 keine Anlagen
Anlage 10 Neue Bezeichnungen der Trinkwasserbrunnen der Gemeindewerke Niefern-Öschelbronn (Lageplan mit Tabelle), ergänzt im Februar 2011

ANHANG 1

Teil 1 Begriffserläuterungen
Teil 2 Beschreibung der generellen Vorgehensweise
Teil 3 Lagepläne mit Risikobereichen
Teil 4 Abschnittsbezogene Handlungsanweisungen
Teil 5 Gefahrenabwehrdiagramm

ANHANG 2 Konzept einer Notwasserversorgung für die Stadtwerke Pforzheim und die Gemeindewerke Niefern-Öschelbronn, ergänzt im Juli 2011

1 Vorgang und Aufgabenstellung

1.1 Vorgang

Der geplante 6-streifige Ausbau der Bundesautobahn A8 (BAB A8) führt durch das Wasserschutzgebiet (WSG) IIB und IIIA der Rechtsverordnung des Regierungspräsidiums Karlsruhe über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes zum Schutz des Grundwassers im Einzugsgebiet der Grundwasserfassungen der Stadtwerke Pforzheim, des Zweckverbandes Eutingen und der Gemeinde Niefern-Öschelbronn vom 20.11.1984.

Nordwestlich der aktuellen Anschlussstelle AS Pforzheim Ost ist der Bau einer neuen Brücke über die Enz geplant, die hierzu notwendigen Brückenpfeiler gründen im Oberen Buntsandstein und liegen wie die gesamte Querungstrasse vollständig im WSG IIB.

An der Südtrasse der BAB A8 befindet sich auf der östlichen Autobahnseite (Fahrtrichtung Karlsruhe) die Tank- und Rastanlage Pforzheim-Nord (Enzberg), die im Rahmen des BAB A8 Ausbaus erweitert und modernisiert werden soll. Über 2/3 der Gesamtfläche werden im WSG IIB liegen.

Auf dem Gelände gegenüber der Tank- und Rastanlage baute man im Jahr 1939 eine Tankstelle mit Service-Station, die von 1945 bis in die 70er Jahre von den US-Streitkräften genutzt wurde. Diese Tankstelle wird im vorliegenden Bericht als „Ehemalige US-Tankstelle“ bezeichnet. Mitte der 80er Jahre wurden die oberirdischen Tankstellenanlagen rückgebaut und das Gelände als PKW- und LKW-Rastplatz mit WC-Anlage umgebaut. Seit 2002 wird der südliche Teil als Winterstützpunkt zur Lagerung von Streusalz in 2 Silos genutzt.

Da aus wasserwirtschaftlicher Sicht Bedenken bzgl. einer möglichen Gefährdung der Trinkwasserbrunnen im Enztal durch die geplanten Baumaßnahmen bestanden, wurden im Jahr 2004 ein mathematisches Grundwasser-Grobmodell zur Gefahrenabschätzung und eine Konzeption für hydraulischen Schutzmaßnahmen entwickelt [U2]. Die Ergebnisse flossen in das 2005 eingeleitete Planfeststellungsverfahren ein.

Im Rahmen dieses Planfeststellungsverfahrens wurden Einwendungen hinsichtlich der Lärmschutzmaßnahmen insbesondere im Bereich Eutingen und Niefern-Vorort vorgebracht. In den Jahren 2005 bis 2009 wurden daraufhin umfangreiche Untersuchungen durchgeführt und weitere Varianten zur Abwägung und Verbesserung der Lärmsituation ausgearbeitet. Bei der Planungsmodifizierung waren auch ergänzende Hydrogeologische Untersuchungen notwendig geworden,

die sich i.w. auf den Bereich der geplanten Fahrbahneinhausung im nördlichen Trassenbereich einschließlich dem Quellgebiet der Igelsbachquelle bezogen [U2].

Die bisher durchgeführten geologischen / hydrogeologischen und bodenmechanischen Berichte sind in Tabelle 1-1 zusammengefasst:

Tabelle 1-1: Vorliegende geologische / hydrogeologische / bodenmechanische Berichte

Titel	**Inhalt**
1) Bericht vom 20.11.04 [in U2] Sechsstreifiger Ausbau BAB A8 Stuttgart — Karlsruhe, Streckenabschnitt AS Wurmberg-AS Pforzheim-Nord, Geotechnische Voruntersuchung Baugrund und Gründungsgutachten / Erdbautechnisches Gutachten zur Planfeststellung	Geotechnische Voruntersuchung Baugrund und Gründungsgutachten, berücksichtigt nicht die Vorzugsvariante „Tunnelbauwerk"
2) Bericht vom 10.12.04 [in U2] Ausbau der Bundesautobahn A8 Karlsruhe —Stuttgart, Streckenabschnitt Wurmberg-Pforzheim-Nord (Enztalquerung) Grundwassermodellierung zur Abschätzung möglicher Auswirkungen des BAB A8 - Ausbaus auf die Trinkwassergewinnungsanlagen und den Naturschutz	Gefährdungsabschätzung des bestehenden Betriebs und des oberirdischen Autobahnausbaus auf Trinkwassergewinnungsanlagen und den Naturschutz
3) Bericht vom 22.08.08 [in U2] BAB A8, Ausbau zwischen den AS PF-Nord und PF-Süd (Enztal) Geologisch/ Hydrogeologisches Gutachten, Ergänzende Erkundung	Überarbeitung der 2004 vorgelegten Ergebnisse unter Ansatz der aktuellen Vorzugsvariante„Tunnelbauwerk".
4) Bericht vom 24.02.09 [U2] BAB A8 Stuttgart - Karlsruhe, Sechsstreifiger Ausbau zwischen den Anschlussstellen Pforzheim/Süd und Pforzheim/Nord Geologisches / Hydrogeologisches Gutachten, Grundwassermodellierung mit Gefährdungsabschätzung bezüglich Trinkwassergewinnung und Naturschutz	Konsistente Zusammenfassung aller in den Berichten 2 und 3 vorliegenden Daten, Ergebnissen und Schlussfolgerungen

1.2 Bisherige Untersuchungsergebnisse zum Schutz der Trinkwasserbrunnen im Enztal (Auszug aus dem ARCADIS-Bericht vom 24.02.2009 [U2])

„In 2004 wurden im Hinblick auf den geplanten Ausbau der Bundesautobahn A8 zwischen den Anschlussstellen Pforzheim Nord und Pforzheim Süd geologische und hydrogeologische Untersuchungen der Ausbautrasse durchgeführt. Der Schwerpunkt lag auf den Auswirkungen der oberirdischen Trassenführung auf die Trinkwassergewinnungsanlagen im Enztal. Hintergrund war die Lage des geplanten 4,77 km langen sechsspurigen Ausbaus in einem hydrogeologisch sensiblen

Bereich. So durchquert die Trasse mehrere Wasserschutzgebiete und im östlichen Abstrom der A8-Enztalquerung sind Naturschutzgebiete und ein FFH-Gebiet ausgewiesen.

Für die wasserwirtschaftliche Nutzung des Gebietes (Trinkwasserbrunnen im Enztal) wurde eine Risikoabschätzung durchgeführt. Folgende Risiken wurden dabei gesehen:

- Verschmutzung von Oberflächengewässer und Grundwasser während der Bauphase,
- Gefahr des Eintrags von Verunreinigungen im Bereich der vertieften Einschnittslagen bei Normalbetrieb und bei Unfallereignissen (Havariefall),
- Gefahr für die Oberflächengewässer und das Grundwasser bei „Überfrachtung" der Rückhaltekapazität,
- Mögliche Änderung der Wasserwegsamkeiten durch Baukörper im Grundwasser der Enzaue.
-

Um die tatsächlich bestehende Gefährdung durch den Autobahnbetrieb sowie die geplante Ausbaumaßnahme beurteilen und daraus Abwehrmaßnahmen ableiten zu können, entwickelte ARCADIS folgendes Vorgehenskonzept:

- Auswertung vorhandener Unterlagen, Aufbau eines Hydrogeologischen Standortmodells,
- Numerische Modellierung der Grundwasserströmung und möglicher Schadstofftransportvorgänge in der gesättigten Bodenzone (Mathematisches Grundwassermodell),
- Ergänzende Untersuchungen: Bohrungen, Neubau von Grundwassermessstellen, Abflussmessungen (Igelsbach, Kirnbach), Stichtagsmessungen,
- Abschätzung möglicher Auswirkungen des BAB A8 - Ausbaus auf die Trinkwassergewinnungsanlagen und den Naturschutz mit Hilfe des Grundwassermodells (Szenarienuntersuchungen).

Die Ergebnisse sind im Folgenden zusammengefasst dargestellt.

<u>Entwässerungsanlage</u>

Von der bestehenden Entwässerungsanlage kann eine Gefährdung der Trinkwasserbrunnen im Enztal ausgehen. Die Behörde sieht daher vor, dass die Entwässerung der Ausbautrasse im Zuge der Ausbaumaßnahme gemäß RiStWag angepasst wird. Die Gefährdung des Grundwassers wird damit sowohl für den Routinebetrieb als auch für den Havariefall im Vergleich zum heutigen Zustand auf ein Minimum reduziert.

Gefährdungsabschätzungen Routinebetrieb und Havariefall (Szenarienuntersuchungen)

Die Gefährdungsabschätzung für Trassenbereichen bzw. Bauwerke ergab die höchste Gefahrdungsklasse 4 (Risiko > 6) für die Anschlussstelle Pforzheim Ost (Bau- und Routinebetrieb) und die Gefällstrecken und Verschwenkungen südlich der Enzaue (Routinebetrieb). Diese Trassenbereiche liegen im Zustrom von Trinkwassergewinnungsanlagen. Bei Schadstoffeinträgen in den Untergrund besteht die Möglichkeit einer Verfrachtung innerhalb des Buntsandsteinaquifers und einer Gefährdung der Anlagen.

Die geringste Gefahr (Gefährdungsklasse 1) geht im Routinebetrieb vom gesamten nördlichen Trassenabschnitt aus, da keine hydraulische Verbindung zu den Trinkwassergewinnungsanlagen im Buntsandsteinaquifer besteht.

In einer Handlungsmatrix wurden hydraulische Abwehrmaßnahmen zur Minimierung des Restrisikos zusammenfassend dargestellt (Tabelle 9 des Berichtes vom 24.02.2009) [U2],

Bewertung der Streusalzfrachten

Die potentiellen Streusalzfrachten, die als A8-Abwasser über die RKB in die Enz geleitet werden sind im Vergleich zur bereits in der Enz vorhandenen Salzfracht mit < 0,5 % im 10-Jahresmittel sehr gering und liegen weit unterhalb der jährlichen Schwankungsbreite. Es besteht kein Handlungsbedarf.

Hydraulische Auswirkungen von Gründungsbauwerken

Im vorliegenden Fall war mit dem Grundwasserströmungsmodell bei einer Auflösung im 10 m-Raster keine Auswirkungen auf die Grundwasserfließrichtung und -geschwindigkeit nachzuweisen. Es besteht kein Handlungsbedarf“.

1.3 Konzept zur Optimierung der Gefahrenabwehr

Gefahrenabwehrkonzept 2004

Ziel der im Jahr 2004 durchgeführten Untersuchungen war es, mit Hilfe eines Hydrogeologischen Standortmodells und einem darauf aufbauenden 3-dimensionalen Grundwasserströmungsmodells folgende Aussagen zum Schutz der Trinkwasserbrunnen im Enztal treffen zu können:

- Darstellung möglicher Schadstofftransportwege vom potentiellen Eintragsort zu den gefährdeten Trinkwasserbrunnen,

- Identifikation von Risikobereichen, von denen im Havariefall eine Gefährdung bestimmter Trinkwasserbrunnen ausgehen kann,

- Darstellung von hydraulischen Gefahrenabwehrmaßnahmen.

Es wurde ein erstes Gefahrenabwehrkonzept entwickelt, das i.W. auf dem Bau und das Vorhalten mehrerer Abwehrbrunnen in den jeweils gefährdeten Bereichen (Risikobereiche) basierte. Das damals erarbeitete Konzept ist schlüssig, wäre jedoch mit einem hohen Aufwand für den Brunnenbau, für die Genehmigung sowie insbesondere für die Wartung der Abwehrbrunnen verbunden.

Eine mögliche Schutzfunktion der Deckschichten wurde bei der Gefahrenermittlung nicht berücksichtigt, so dass die Fließzeit im Aquifer des Quartärs oder Buntsandsteins mit der „Reaktionszeit“ bis zum Erreichen eines Trinkwasserbrunnens gleich gesetzt wurde. Dieses Szenario stellt eindeutig einen worst case Fall dar, der vermutlich so nie eintreten wird.

Diese o.g. Einschränkungen wurden im Jahr 2006 im Rahmen der Grundwasser-Feinmodellierung für den geplanten B10-Ausbau zwischen Pforzheim-Eutingen und Niefern-Öschelbronn überprüft und im Ergebnis ein optimiertes Konzept zur Schadensabwehr entwickelt [U3].

<u>Aktuelles Gefahrenabwehrkonzept für eine potentielle Havarie in der Enzaue</u>

Die Maßnahmen zur Gefahrenabwehr sollten nur dann eingeleitet werden, wenn bei der Begutachtung / Bewertung des Schadensfalls eine tatsächliche Gefahr für das Grundwasser bzw. für die Trinkwasserbrunnen nachgewiesen wurde.

Die grundlegenden Bestandteile des aktuellen Gefahrenabwehrkonzeptes zur BAB A8-Trasse im Bereich der Enzaue basieren auf dem im Jahr 2006 für die B10-Erweiterung [U3] entwickelten Gefahrenabwehrkonzept und sind für den Bereich der Enzaue wie folgt aufgebaut:

- Berechnung möglicher Schadstofftransportwege,

- Identifikation von Risikobereichen,
- Konzeption einer modifizierten Gefahrenabwehrmethode.

Durch das Zusammenspiel einer gezielten Trinkwasserinfiltration zum Aufbau einer hydraulischen Barriere in Brunnennähe und dem Einsatz eines oder mehrerer Abwehr-/ Sanierungsbrunnen im Schadensbereich wird eine möglicherweise bereits entstandene Schadstofffahne vom Trinkwasserbrunnen abgelenkt und die Schadstoffe eliminiert. Mit Hilfe des Grundwasserströmungsmodells wurde für einen potentiellen Havariestandort die optimale Position der hydraulischen Schutzeinrichtungen bestimmt und die konkreten Abwehrmaßnahmen in Handlungsempfehlungen beschrieben. Die Funktionsweise dieser hydraulischen Gefahrenabwehr ist in Anlage 1.3.1 – 1.3.3 grafisch dargestellt.

Havariefall ohne Abwehrmaßnahmen (Anlage 1.3.1)

Im Havariefall und einem damit potentiell verbundenen Schadstoffeintrag ins Grundwasser kann sich eine Schadstofffahne ausbilden. Die Schadstoffe können mit der Grundwasserströmung in den Entnahmetrichter eines Trinkwasserbrunnens gelangen und würden ohne geeignete Gegenmaßnahmen (Gefahrenabwehrplan) zu einer Verunreinigung des Aquifers und damit des geförderten Grundwassers führen.

Hydraulische Sofortmaßnahme
Abschaltung des gefährdeten Trinkwasserbrunnens und Betrieb einer Wasserinfiltration zur Gefahrenabwehr (Anlage 1.3.2)

Bei Abschaltung des gefährdeten Trinkwasserbrunnens und einer anschließenden Wasserinfiltration in der Vorfeldmessstelle des gefährdeten Brunnens baut sich nach Auffüllung des Entnahmetrichters eine hydraulische Barriere zwischen dem Havariestandort und dem Trinkwasserbrunnen auf. Dadurch wird eine möglicherweise vorhandene Schadstofffahne abgedrängt, so dass der nähere Entnahmebereich des Brunnens nicht kontaminiert wird bzw. bereits kontaminierte Bereiche wieder frei gespült werden.
Die in Anlage 1.3.2 dargestellte Situation entspricht einer Zwischensituation zur sofortigen Gefahrenabwehr für den betroffenen Trinkwasserbrunnen. Es sind noch nicht alle Abwehr- / Sanierungseinrichtungen in Betrieb. Die Schutzinfiltration sollte ohne flankierende Maßnahmen (Ab-

schöpfbrunnen) nur kurzzeitig betrieben werden, da durch die Infiltrationsmaßnahme Schadstoffe im Grundwasserleiter diffus verteilt werden können.

Hydraulische Sanierungsmaßnahme
Abgeschalteter Trinkwasserbrunnen und Betrieb eines Sanierungsbrunnens (Anlage 1.3.3)

Die Darstellung in Anlage 1.3.3 entspricht der Situation einer laufenden Sanierung nach Durchführung der oben beschriebenen Sofortgefahrenabwehrmaßnahme.
Der gefährdete Trinkwasserbrunnen bleibt abgeschaltet. Die zum Aufbau einer hydraulischen Barriere durchgeführte Infiltration ist eingestellt und die Vorfeldmessstelle (= ehemals Infiltrationsbrunnen) wird zur Grundwasserstandsmessung und zur Grundwasserbeprobung genutzt.
Die Schadstoffe werden mit Hilfe eines Abwehr-/ Sanierungsbrunnens in Havarienähe abgeschöpft. Die Grundwasserabsenkung im Sanierungsbrunnen bewirkt, dass die Grundwasserströmung zum Sanierungsbrunnen gerichtet ist und kontaminiertes Wasser auch ohne eine weitere Infiltration vom Trinkwasserbrunnen fern gehalten wird. Die Installation und der Betrieb des Sanierungsbrunnens erfolgen zeitlich nach dem potentiellen Eintritt einer Havarie und dem Nachweis einer tatsächlich vorliegenden Grundwasser- / Trinkwassergefährdung.

Das beschriebene Gefahrenabwehrkonzept entspricht dem B10-Gefahrenabwehrkonzept [U3], zu dem folgende Stellungnahmen des Regierungspräsidiums Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) aus den Jahren 2006 [U6] und 2008 [U7] vorliegen:

2006: „Die dargestellten Handlungsempfehlungen zur Gefahrenabwehr erscheinen aus hydrogeologischer Sicht nachvollziehbar …“ (Az.: 3912//06 11643 vom 26.09.2006) [U6].

2008: „Bezüglich potenzieller, von der Straße ausgehender Schadensfälle (Bau- und Betriebszeit) wird auf die vorliegenden Ergebnisse der Modellrechnungen zur Grundwasserströmung sowie zum Schadstofftransport im Untergrund verwiesen. Die dort aufgezeigten Not- und Abwehrmaßnahmen sind zu beachten bzw. zu befolgen“. (Az.: 3912//08-09058 vom 03.12.08) [U7].

Die Stellungnahmen wurden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zum geplanten B10-Ausbau abgegeben.

Aktuelles Gefahrenabwehrkonzept für eine potentielle Havarie im Bereich der Südtrasse (Buntsandsteingebirge)

Da sich das aktuelle Untersuchungsgebiet nicht nur auf den Bereich der Enzaue erstreckt, sondern auch den gesamten Bereich der BAB A8-Südtrasse einschließlich Tank- und Rastanlage und ehemalige US-Tankstelle betrifft, wurde das Gefahrenabwehrkonzept um den Fall: „Potentieller Schadstoffeintrag auf der Südtrasse“ (= im Bereich des Buntsandsteins) erweitert. Das Prinzip der Gefahrenabwehr ist in Anlage 1.3.4 dargestellt.

Die generelle Vorgehensweise mit Abschaltung des Trinkwasserbrunnens, Schutzinfiltration vor dem Brunnen zum Aufbau einer hydraulischen Barriere und dem Einsatz eines Sanierungsbrunnens zur Abschöpfung des kontaminierten Wassers entspricht dem Vorgehen bei einer potentiellen Havarie in der Enzaue. Die Lage des Sanierungsbrunnens wird nicht vom Havariestandort sondern von der Lage des gefährdeten Trinkwasserbrunnens bestimmt. Diese Vorgehensweise wurde wegen des geologischen Untergrundaufbaus (Buntsandstein-Kluftgrundwasserleiter) und des großen Grundwasserflurabstandes von bis > 50 m notwendig. Durch die Lage des Abwehrbrunnens in der Enzaue wird sichergestellt, dass auch der tatsächliche Anstrom eines gefährdeten Trinkwasserbrunnens erfasst wird. Schadstoffverschleppungen innerhalb des klüftigen Buntsandsteingebirges durch Bohrarbeiten sind bei dieser Vorgehensweise ausgeschlossen.

Die Infiltrationsbrunnen (= Vorfeldmessstellen) sollten bereits vor Beginn der Baumaßnahme im berechneten Anstrom vor den jeweiligen Trinkwasserbrunnen vorhanden sein. Dabei sollte sich der Abstand zum Trinkwasserbrunnen an der Ausdehnung der Schutzzone I orientieren.

1.4 Aufgabenstellung

Mit Hilfe des BAB A8-Feinmodells sollte untersucht werden, ob und in welchen Bereichen von den geplanten Baumaßnahmen mögliche Gefahren für die Trinkwasserbrunnen im Enztal ausgehen (Gefahrenszenarien) und wie diese durch geeignete hydraulische Maßnahmen (Abwehrszenarien) minimiert werden können. Ziel war die Erstellung von Notfallplänen für einzelne Risikobereiche mit Handlungsempfehlungen zur Gefahrenabwehr.

Bei der Entwicklung der Gefahrenabwehrkonzepte wurden folgende eigenständige Bereiche unterschieden:

- BAB A8, Ausbaustrecke Enztal einschließlich der Anschlussstelle Pforzheim-Nord,
- BAB A8, Brückenpfeiler im Aquifer der Enzaue,
- BAB A8, Südtrasse,
- BAB A8, Tank- und Rastanlage Pforzheim-Nord,
- BAB A8, Ehemalige US-Tankstelle Pforzheim (nach Vertragsabschluss ergänzt).

Die Einteilung in die genannten fünf Bereiche orientiert sich an der Nutzung, den hydrogeologischen Bedingungen, der jeweiligen Aufgabenstellungen sowie an den Erfahrungen aus den vorangegangenen Grundwassermodellierungen für die BAB A8 und B10.

Bei der Abschätzung des Gefährdungspotentials im Havariefall ist neben der Grundwasserhydraulik in dem zur Trinkwassergewinnung genutzten Buntsandsteinaquifer auch die jeweilige Standortsituation zu berücksichtigen. Dies betrifft ein mögliches Risiko, das von der Geländenutzung, vom Verkehr und von möglichen Altlasten ausgehen kann, sowie die natürliche Schutzfunktion der Boden- / Gesteinsschichten die oberhalb des Buntsandsteinaquifers anstehen.

Das Bearbeitungskonzept zum Erreichen der o.g. Zielstellung bestand aus folgenden Teilen:

- Vorbereitende Untersuchungen,
- Beschreibung der jeweiligen Standortsituationen,
- Einsatz des Grundwassermodells,
- Durchführung einer Gesamt-Sicherheitsbetrachtung unter Berücksichtigung der Schutzfunktion der Deckschichten,
- Aufstellung von Handlungsempfehlungen zur Gefahrenabwehr.

Zur Anwendung kommt das für den B10-Ausbau entwickelte Grundwasserströmungsmodell. Das Modell wurde vorausschauend bereits im Jahr 2006 auf die heutige Aufgabenstellung erweitert bzw. angepasst [U3].

2 Unterlagen

Sämtliche Unterlagen zur Erstellung des Hydrogeologischen Standortmodells sowie zum Aufbau des mathematischen Grundwasserströmungsmodells sind im zusammenfassenden Gutachten vom 24. Februar 2009 [U2] aufgelistet.

Die folgende Aufzählung bezieht sich auf Unterlagen, die im Rahmen der aktuellen Grundwassermodellierung (2009) und des daraus abgeleiteten Gefahrenabwehrkonzeptes zusätzlich erhoben wurden. Ansonsten wird auf das Gutachten vom 24.02.2009 [U1] verwiesen.

[U1] MW-SCHNEIDER (2009): BAB A8, Enztalquerung, Mögliche Auswirkungen von Brückengründungen auf die Trinkwasserbrunnen; Althengstett, 25.05.2009.

[U2] ARCADIS Consult GmbH (2009): BAB A8 Stuttgart - Karlsruhe, Sechsstreifiger Ausbau zwischen den Anschlussstellen Pforzheim/Süd und Pforzheim/Nord, Geologisches / Hydrogeologisches Gutachten, Grundwassermodellierung mit Gefährdungsabschätzung bezüglich Trinkwassergewinnung und Naturschutz;
Karlsruhe, 24.02.2009.

[U3] ARCADIS Consult GmbH (2006): Ausbau B10 zwischen Pforzheim-Eutingen und Niefern-Öschelbronn, Notfallvorsorge für die Trinkwasserbrunnen an der B10 im Falle einer Havarie, 2. Bericht: Verknüpfung der bestehenden Grundwassermodelle B10 und A8, Grundwasserfeinmodellierung zur Optimierung möglicher hydraulischer Gefahrenabwehrmaßnahmen, Handlungsempfehlungen; Stuttgart 16.10.2006.

[U4] Kooperationsgemeinschaft MW-SCHNEIDER / TÖNIGES GmbH (2009): BAB A8, Tank- und Rastanlage Pforzheim Nord, Deckschichtenkartierung und Altlastenuntersuchung, Bericht vom 18.02.2009.

[U5] Kooperationsgemeinschaft MW-SCHNEIDER / TÖNIGES GmbH (2009): BAB A8, Ehemalige US-Tankstelle Pforzheim, Deckschichtenkartierung und Altlastenuntersuchung, Bericht zur 1. Untersuchungsphase vom 15.06.2009.

[U6] Regierungspräsidium Freiburg, LGRB (2006): Stellungnahme und Empfehlungen zum Ausbau der B10, Kap. 2.2 Hydrogeologie, Az.: 3912//06 11643 vom 26.09.2006.

[U7] Regierungspräsidium Freiburg, LGRB (2008): Stellungnahme im Planfeststellungsverfahren vierstreifiger Ausbau der B10, Az.: 3912//08-09058 vom 03.12.2008.

[U8] Umweltministerium Baden-Württemberg (2008): Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg (HGE): Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt, Grundwasserschutz; Enzkreis, Mappe 2.

[U9] HÖLTING, B.; HAERTLÉ, T.; HOHBERGER, K.-H.; NACHTIGALL, K. H.; VILLINGER, E.; WEINZIERL, W.; WROBEL, J.-P. (1995): Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung. – Geol. Jb., C63: 5 – 24, 5 Tab.; Hannover.

[U10] Stadtwerke Pforzheim (SWP, 2009): Auskunft der Stadtwerke Pforzheim (Herr Schreinemachers) zur zukünftigen Grundwasserbewirtschaftung in der Enzaue und am Fürstkopf, email von Herrn Schreinemachers vom 06.07.2009.

[U11] Landratsamt Enzkreis, Amt für Umwelt und Abfallwirtschaft (2009): Auskunft zu den Wasserrechten für die Brunnen IV, 4N, 5N, 7N der Gemeinde Niefern-Öschelbronn.

[U12] Regierungspräsidium Karlsruhe / Ingenieurbüro Thomas und Partner (2009): Lagepläne zur Trassenführung (digital) und Enzbrücke (Papierkopien).

3 Vorbereitende Untersuchungen

Datenerhebung zur Grundwasserförderung

Da die letzte Aktualisierung des Grundwassermodells bereits über 3 Jahre zurücklag und sich die zukünftige Grundwasserbewirtschaftung gegenüber den Annahmen aus den Jahren 2004 und 2006 ändern wird, war das bestehende Modell entsprechend anzupassen. So beabsichtigen die Stadtwerke Pforzheim (SWP), in Zukunft den Bezug von Bodenseewasser über den Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung (ZVBWV) immer weiter zu reduzieren und den Wasserbedarf aus lokalen Wasservorkommen zu decken. Dies soll hauptsächlich über eine Steigerung der Förderrate aus der Galerie Lindenbusch erfolgen [U10].

Bei der Grundwassermodellierung wurden für die Trinkwassergewinnung der Stadtwerke Pforzheim (SWP) und der Gemeinde Niefern-Öschelbronn die in Zukunft geplanten maximalen Grundwasserförderraten angesetzt. Die Förderraten der Stadtwerke Pforzheim wurden in Abstimmung mit Herrn Schreinamachers (SWP) aus den Basisförderdaten des Jahres 2007 und völligem Verzicht auf einen Fremdwasserbezug (Bodenseewasserversorgung) hochgerechnet [U10]. Die im Grundwasserströmungsmodell berücksichtigten zukünftigen Förderraten der Gemeinde Niefern-Öschelbronn entsprechen den Werten aus der wasserrechtlichen Genehmigung [U11].

Die im Modell angesetzten Förderraten, sowie deren Herleitung sind in der folgenden Tabelle 3-1 aufgelistet.

Tabelle 3-1 Herleitung der zukünftigen und im Modell berücksichtigten Förderraten der Stadtwerke Pforzheim

Bemessungsjahr 2007				
Aufteilung Eigenwasser - Fremdwasser				
Trinkwasser aus Grundwasserbrunnen		1.125.500	m³/Jahr	40%
Trinkwasser aus Fremdversorgung (BWV)		1.688.250	m³/Jahr	60%
	Summe	2.813.750	m³/Jahr	100%
Prozentuale Aufteilung der Förderraten aus dem Jahr 2007 auf die einzelnen Brunnengalerien (lt. Besprechung vom 17.06.2009)				
Jahressumme Grundwasser		1.125.500	m³/Jahr	100%
davon:				
Galerie Friedrichsberg I (Brunnen 3,4,5)		62.000	m³/Jahr	6%
Galerie Friedrichsberg II (Brunnen 10, 20)		41.500	m³/Jahr	4%
Galerie Lindenbusch (Brunnen 2w, 1w, 2ö, 3ö,4ö)		938.000	m³/Jahr	83%
Brunnen Fürstkopf (Brunnen 30, 50A)		84.000	m³/Jahr	7%

Entnahmeprognose - Zielwertermittlung

Würde der Bedarf aus dem Jahr 2007 von 2,8 Mio m³/Jahr alleine aus den Grundwasserbrunnen gedeckt werden und die Galerien diesen Bedarf entsprechend ihrer aktuellen prozentualen Anteilen aus dem Jahr 2007 liefern, ergäben sich rechnerisch folgende Zielwerte der Entnahmeraten aus den Brunnengalerien:

Bedarf Grundwasser (gerundet)	2.800.000	m³/Jahr	*100%*
davon:			
Galerie Friedrichsberg I (Brunnen 3,4,5)	170.000	m³/Jahr	6%
Galerie Friedrichsberg II (Brunnen 10, 20)	120.000	m³/Jahr	4%
Galerie Lindenbusch (Brunnen 2w, 1w, 2ö, 3ö,4ö)	2.400.000	m³/Jahr	86%
Brunnen Fürstkopf (Brunnen 30, 50A)	100.000	m³/Jahr	4%

Eine wesentliche Erhöhung der Förderraten in den Brunnen Fürstkopf (30, 50A) ist nicht geplant.

Modellannahmen Lindenbusch		
Die im Modell berücksichtigte maximale Förderrate aus der Galerie Lindenbusch beträgt:	**2,40**	**Mio m³/Jahr**
Bei den Modellberechnungen wird dies durch Entnahmen zu jeweils aus den 5 Brunnen 2w,1w,2ö,3ö,4ö berücksichtigt.	**1.315**	**m³/Tag/Brunnen**
Modellannahmen Friedrichsberg I		
Die im Modell zu berücksichtigende maximale Förderrate aus der Galerie Friedrichsberg I beträgt:	**0,17**	**Mio m³/Jahr**
Bei den Modellberechnungen wird dies durch Entnahmen zu jeweils aus den 3 Brunnen 3, 4, 5, berücksichtigt.	**155**	**m³/Tag/Brunnen**
Modellannahmen Friedrichsberg II		
Die im Modell zu berücksichtigende maximale Förderrate aus der Galerie Friedrichsberg II beträgt:	**0,12**	**Mio m³/Jahr**
Bei den Modellberechnungen wird dies durch Entnahmen zu jeweils aus den Brunnen 10 und 12 berücksichtigt	**164**	**m³/Tag/Brunnen**
Modellannahmen Fürstkopf		
Die im Modell zu berücksichtigende maximale Förderrate aus den Brunnen am Fürstkopf beträgt:	**0,10**	**Mio m³/Jahr**
Bei den Modellberechnungen wird dies durch Entnahmen zu jeweils in den Brunnen 30 und 50A berücksichtigt	**137**	**m³/Tag/Brunnen**

Die Tabellenwerte wurden am 07.07.2009 von den SWP (Herr Schreinemachers) per email bestätigt.

Die zukünftigen Förderraten der Gemeinde Niefern-Öschelbronn basieren auf den Angaben des Landratsamtes Enzkreis vom 29. April 2009 [U11] und sind in der folgenden Tabelle 3-2 aufgelistet.

Tabelle 3-2 Genehmigte Förderraten der Gemeinde Niefern-Öschelbronn

Brunnen	Flst.Nr.		Entnahmemenge			Gemarkung
IV Staatswiesen	8211	25 l/s	1.800 m³/d	)		Niefern
4N Eutinger Straße	8169/2	20 l/s	1.300 m³/d	)	zusammen	Niefern
5N Rollgraben	8164	5 l/s	400 m³/d	)	850.000 m³/a	Niefern
7N Neuer Weg	8118/1	25 l/s	1.800 m³/d	)		Niefern

Die genehmigte Gesamtförderrate wurde zur Modellbearbeitung entsprechend der bewilligten prozentualen Anteile auf die Einzelbrunnen wie folgt aufgeteilt:

Tabelle 3-3: Im Modell berücksichtigte Förderraten der Gemeinde Niefern-Öschelbronn

Modelleinsatz	m³/Tag	m³/Jahr	%Anteil
4n	621	283.333	33,3%
5n	155	56.667	6,7%
7n	776	226.667	26,7%
IV	776	283.333	33,3%
Summe	**2.329**	**850.000**	

<u>Datenerhebung zu den Grundwasserständen (Stichtagsmessung)</u>

Am 24. Juli 2009 wurde in der Enzaue eine Ortsbegehung mit Grundwasserstandsmessungen (Stichtagsmessungen) an ausgesuchten Grundwassermessstellen in der Enzaue durchgeführt. Nicht alle vorhandenen Messstellen konnten aus technischen Gründen zur Grundwasserstandsmessung herangezogen werden. Die Messergebnisse sind in der folgenden Tabelle 3-4 aufgelistet.

Tabelle 3-4: Grundwasserstandsdaten der Stichtagsmessung vom 24.07.2009

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	GOK [m+NN]	POK [m+NN]	Baujahr	**Stichtagsmessung 24.07.2009** [muPOK]	[m+NN]
02/1	3482437	5419776	236,5	237,0	1964	nicht zu öffnen	
02/10	3482319	5419728	236,2	237,0	1979	2,12	234,9
02/7	3482408	5419603	237,3	237,9	1979	2,93	235,0
02/12	3482354	5419527	239,9	240,2	1979	nicht zu öffnen	
02/13	3482169	5419586	237,4	238,1	1979	2,98	235,2
02/14	3482221	5419504	238,8	239,8	1979	4,62	235,2
02/16	3482085	5419505	237,1	237,9	1979	2,61	235,3
02/3	3482468	5419613	237,0	237,5	1964	nicht zu öffnen	
02/4	3482602	5419838	236,2	236,5	1964	nicht gefunden	
02/6	3482482	5419544	238,9	239,5	1964	4,35	235,2
02/8	3482620	5419566	240,2	240,7	1964	5,53	235,2
02/9	3482670	5419676	236,3	239,3	1964	nicht zu öffnen, krumm	
B11/GW	3483175	5419838	237,3	238,5	2004	4,86	233,7
B4a/GW	3482943	5419757	243,2	244,6	2004	10,17	234,5
B4b/GW	3482731	5419699	236,4	237,7	2004	2,92	234,8
B5/GW	3482727	5419868	236,1	237,2	2004	nicht gefunden, zugewachsen	
B6/GW	3482623	5419939	236,0	237,3	2004	3,02	234,3
B7/GW	3482575	5420066	249,3	250,3	2004	16,2	234,1
A8-Enzbrücke (Markierung selbst angebracht und eingemessen)							
				236,0	*2004*	*1,69*	234,3

<u>Datenerhebung zur Ausbildung der Deckschichten und möglicher Bodenkontaminationen</u>

Die Datenerhebung zur Ausbildung der Deckschichten sowie vorhandener Bodenkontaminationen, die sich auf die Grundwasserqualität auswirken könnten, erfolgte aus mehreren Datenquellen:

- Erkundung des Geländes der Tank- und Rastanlage Pforzheim Nord (2004) [U4].

  Die Erkundungsergebnisse sind in der Anlage 4.3 in Form einer flächendeckenden Schutzfunktionskarte dargestellt. Grundlage sind die Erkenntnisse aus mehreren großkalibrigen Bohrungen und Rammkernsondierungen sowie chemisch analytische Untersuchungen von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben.

- Erkundung des Geländes der ehemaligen US-Tankstelle an der Westseite der BAB A8, gegenüber der Tank- und Rastanlage.

Die Untersuchung befindet sich zurzeit in der 2. Phase, eine flächendeckende Karte zur Schutzfunktion der Deckschichten liegt noch nicht vor. Zur Bewertung im Rahmen des vorliegenden Berichtes werden die Einzelergebnisse der bisher durchgeführten Sondierungen herangezogen. Es liegen detaillierte chemisch analytische Untersuchungsergebnisse von Boden-, und Bodenluftproben vor.

- Kartografische Darstellung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung in der Hydrogeologischen Erkundung Baden-Württemberg (HGE), Enzkreis [U8], Karte 3. Der Kartenausschnitt für das BAB A8 – Bearbeitungsgebiet ist als Anlage 4.4 beigefügt.

<u>Datenerhebung zur geplanten Enzbrücke</u>

Zur Untersuchung einer möglichen Gefährdung von Trinkwasserbrunnen im Enztal durch die Gründung der neu geplanten BAB A8- Enzbrücke wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

- Erhebung von Planunterlagen beim Regierungspräsidium Karlsruhe, Ref. 44 und dem Planungsbüro Thomas und Partner [U12].

  Zum Zeitpunkt der Datenerhebung im April 2009 lagen lediglich Detailpläne für die bestehende Enzbrücke in Papierform vor. Für die neue Brücke besteht eine Grobplanung mit Angaben zur Lage der Brückengründung (Anlage 1.2).

- Durchführung einer ersten Grundwassermodellierung auf Basis der Eingangsdaten von 2006 [U3] zur Feststellung möglicher Auswirkungen von Brückengründungen auf die Trinkwasserbrunnen im Enztal [U1].

4 Standortsituation und Annahmen

4.1 Wasserströmung und Schadstofftransport in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone des Buntsandsteingebirges

Im Havariefall können z.B. bei einem Versagen von technischen Schutzmaßnahmen vor Ort Wasser gefährdende Stoffe in den Boden gelangen und dort je nach Aggregatzustand (flüssig, fest) ohne zusätzliches Transportmedium oder mit dem Niederschlagssickerwasser über die ungesättigte Bodenzone in den tieferen Untergrund und damit möglicherweise ins Grundwasser gelangen. Gerade im Buntsandsteingebirge findet die Versickerung auf unterschiedlichen Sickerwegen statt. Das Sickerwasser und die potentiellen Schadstoffe werden sich der Schwerkraft folgend auf Klüften und auf Schichtflächen in die Tiefe bewegen. Die Transportrichtung kann dabei sowohl senkrecht gerichtet als auch flach geneigt sein. Trifft das Wasser auf stauende Schichten innerhalb der ungesättigten Bodenzone, kann es zu einer ausgedehnten Wassersättigung des Bodens kommen und sich ein sogenannter schwebender Grundwasserkörper ausbilden. Im Wasser eines solchen Grundwasserkörpers sind nicht nur natürliche Mineralien der ungesättigten Bodenzone gelöst, auch mitgeführte Schadstoffe können darin enthalten sein und mit dem natürlichen Fließgefälle (= meist Schichteinfallen) z.B. zum nächstgelegenen Hangwasseraustritt oder zu einer Quelle abfließen.

Die stauenden Horizonte werden insbesondere in den Schichtenfolgen des Oberen Buntsandsteins beschrieben und können auf Grund ihres hohen Anteils an bindigem Bodenmaterial stark adsorbierende Eigenschaften mit einem entsprechenden Schadstoff-Rückhaltevermögen aufweisen.

In Anlage 4.1 sind die möglichen Wasser- bzw. Schadstoffwege in einem Prinzipschnitt entlang der BAB A8 – Südtrasse dargestellt. Die Darstellung dient zur Veranschaulichung der Modellvorstellung zur Hydrogeologie des Standortes und möglicher Schadstofftransportwege. Eine direkte 1 zu 1 Übertragung auf die im Detail teils unbekannten tatsächlichen Standortverhältnisse ist nur bedingt möglich.

Es wurden folgende 4 fiktive Havariefälle betrachtet:

Fall 1: Der potentielle Havariestandort ① liegt in einem Gebiet mit einem großen Grundwasserflurabstand. Die Schadstoffe konnten durch Bodenaushub soweit entfernt

werden, dass deren Eindringen in das klüftige Buntsandsteingebirge und in das Grundwasser nicht zu befürchten ist. Es besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

Fall 2: Am Havariestandort ② konnte der Schaden nicht vollständig saniert werden, so dass Schadstoffe in das Buntsandsteingebirge und den schwebenden Grundwasserkörper versickert sind. Hier fließt der größte Anteil Richtung NNE ab, kleinere Wassermengen / Schadstoffmengen versickern durch die stauende Schicht in größere Tiefen, wo sie sich auf Klüften und Schichtflächen bewegen. An der Kontaktzone zwischen einer Kluft und dem umgebenden Gestein kommt es zu Adsorptionsvorgängen und auf Grund der Verweildauer im ungesättigten Bereich zu einem Schadstoffabbau. Der endgültige Eintragsort und die tatsächlich noch im Sickerwasser vorhandene Schadstoffmenge (nach Abbau und Adsorption) sind nicht bekannt.

Fall 3: Am Havariestandort ③ beträgt der Grundwasserflurabstand trotz Nähe zur Enzaue noch 30 m. Stauende Schichten oder Schwebende Grundwasserkörper sind nicht bekannt. Ein Teil des Sickerwassers wird diffus in etwa senkrecht nach unten versickern, ein anderer Teil driftet Richtung NNE ab und erreicht die nachgewiesene tektonische Störungszone, wo ein sehr schneller Transport zur Tiefe hin stattfinden kann. Schadstoffe würden in diesem Fallbeispiel mit der Grundwasserneubildung / Sickerwasser in den Trinkwasseraquifer gelangen.

Fall 4: Am Havariestandort ④ findet wegen der Auffüllung und des anstehenden quartären Lockergesteins überwiegend eine vertikale Sickerwasserbewegung und mit ihr auch ein vertikaler Schadstofftransport in den Aquifer statt.

Bei der im Grundwasserströmungsmodell durchgeführten Betrachtung von potentiellen Eintragsorten bzw. Risikobereichen und deren Zuordnung zu einzelnen Trinkwasserbrunnen wird davon ausgegangen, dass der Ort einer Havarie dem Ort eines Schadstoffeintrages in den zur Trinkwassergewinnung genutzten Aquifer entspricht.

Auf Grund von Großklüften oder tektonischer Störungen bevorzugte Grundwasserwegsamkeiten wurden im Modell als Bereiche hoher Durchlässigkeitsbeiwerte nachgebildet und die Ergebnisse der Strömungsberechnung u.a. anhand gemessener Wasserstände verifiziert (Eichung des Modells [U2], [U3] (Anlage 4.5).

Für einen Havariestandort im Bereich des Buntsandsteingebirges gilt:

- Je größer der Abstand des Havariestandortes zum Grundwasserspiegel ist (= Flurabstand), umso größer sind die Unsicherheiten bei der Festlegung des tatsächlichen Eintragsortes in den Grundwasserkörper.

- Bei einem großen Grundwasserflurabstand erreicht ein Schadstoff auf Grund von Adsorptions- oder Abbauvorgängen den Aquifer möglicherweise überhaupt nicht. Nach den Erkenntnissen zur Schichtlagerung im Buntsandstein [U2, U3] lässt sich für das Untersuchungsgebiet lediglich die allgemeine Aussage treffen, dass mit steigendem Flurabstand eine Verlagerung des möglichen Eintragsortes in den Trinkwasseraquifer Richtung Nord-Nordost immer wahrscheinlicher wird. Der Flurabstand steigt in Richtung Süden (Richtung Stuttgart) an.

Im Bereich der Enzaue liegt ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Ort einer Havarie und dem potentiellen Schadstoff-Eintragsort in den Aquifer vor. Hier besteht der obere Grundwasserleiter aus Lockergesteinmaterial (Quartär) und der Grundwasserflurabstand ist mit wenigen Metern gering. In diesem Porengrundwasserleiter ist in der ungesättigten Bodenzone mit einer vertikalen Sickerstrecke zu rechnen und die Grundwasserströmung folgt i.w. den hydraulischen Eigenschaften eines homogen aufgebauten Grundwasserleiters.

4.2 Nachgewiesene Bodenverunreinigungen im Bearbeitungsgebiet

Bodenverunreinigungen aus früheren, nicht vollständig sanierten Schadensfällen, die sich noch im Untergrund befinden können ebenfalls nachteilige Auswirkungen auf die Qualität des Grundwassers haben. Während bei der im Jahr 2008 durchgeführten Untersuchung des Geländes der Tank- und Rastanlage Pforzheim Nord keine Bodenverunreinigungen festgestellt werden konnten, die eine Grundwasserverunreinigung vermuten lassen [U4], wurden auf dem gegenüberliegenden Gelände der ehemaligen US-Tankstelle deutliche Bodenverunreinigungen nachgewiesen [U5].

Bei der Grundwassermodellierung wurden sowohl das Gelände der T&R-Anlage, als auch der ehemaligen US-Tankstelle berücksichtigt. Die Modellergebnisse dienen als Orientierungshilfe bei der Entscheidung, welche Trinkwasserbrunnen bei einem worst case Schadensfall betroffen sein könnten und wie eine hydraulische Gefahrenabwehr aussehen sollte.

4.3 Schutzfunktion der Deckschichten nach HÖLTING et al. (1995)

Die Ausbildung der Deckschichten über dem Wasser gesättigten Buntsandsteingebirge bestimmt entscheidend die Stärke des natürlichen Grundwasserschutzes.

Für die Beurteilung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wurde das Verfahren der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) angewandt, wie es bei HÖLTING et al 1995 unter dem Titel „Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung“ beschrieben ist [U9] und in der Hydrogeologischen Erkundung Baden-Württemberg (HGE), Enztal-Pforzheim [U8] ebenfalls zum Einsatz kam. Das wesentliche Bewertungskriterium ist die Verweildauer des Sickerwassers in der ungesättigten Bodenzone bis zum Eintritt ins Grundwasser. Je höher die nach einer Rechenvorschrift ermittelte Punktzahl ist, umso länger ist die Verweildauer und umso höher ist die Schutzfunktion der Deckschichten vor eindringenden Schadstoffen ins Grundwasser.

Grundlagen

In die Berechnung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (Ermittlung der Punktzahl) gehen folgende Eingangsgrößen ein:

- die mittlere Sickerwasserrate,
- die nutzbare Feldkapazität des Bodens (belebte Bodenzone),
- die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung unter dem Boden,
- die Gesteinsart der Grundwasserüberdeckung unter dem Boden,
- bei Festgesteinen zusätzlich die strukturellen Eigenschaften des Gesteins.

Die Gesamtschutzfunktion (Sg) setzt sich nach dem Verfahren von HÖLTING et al. (1995) aus den Schutzfunktionen der einzelnen geologischen Einheiten oberhalb des Grundwasserspiegels zusammen.

In Anlage 4.2 wurden in einer Skizzendarstellung der Untergrundaufbau und die Hydrogeologie im Bereich der Tank- und Rastanlage [U4] mit allen wesentlichen Eingangsgrößen zur schichtenbezogenen Berechnung der Schutzfunktion (Punktzahl) dargestellt.

Die Gleichung zur Berechnung der Gesamtschutzfunktion (Sg) nach HÖLTING 1995 [U8] lautet:

$$Sg = S1 + S2$$

oder aufgelöst nach den einzelnen Berechnungsgliedern

$$Sg = (B \times W) + (G_{L1} \times M_1 \times W + G_{L2} \times M_2 \times W + G_F \times M_3 \times W) + Q$$

Sg	Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung
B	Bodenbewertungsfaktor entsprechend nfK-Wert
W	Faktor für Sickerwasserrate / jährliche Sickerwassermenge
G_L	Faktor für Lockergestein
G_F	Bewertungsfaktor für Festgestein
	($GF = P_{Gesteinsart} \times F_{Struktur}$)
M	Mächtigkeit der Gesteine
Q	Schwebendes Grundwasser mit Quellaustritt (500 Punkte)

Bodenbewertungsfaktor B

Die Punktzahl B ist abhängig vom nFK-Wert (= nutzbare Feldkapazität) des anstehenden Bodens. Je höher der nFK-Wert und damit auch das Wasserhaltevermögen des Bodens ist, umso höher ist auch die Punktzahl B. Nach [U9] wird bei flachgründigen Böden der nfK-Wert unterhalb der eigentlichen Bodenzone bis in 1 m Tiefe abgeschätzt.

Ermittlung der Sickerwasserrate (Faktor W)

Als Datenquelle für die auf den Standort bezogenen Sickerwasserraten (= Grundwasserneubildungsraten) dienten die Modelleingangsdaten aus [U2] und [U3].

Je höher der Sickerwasserfaktor ist, umso höher ist die berechnete Punktzahl.

Gesteinsart (G_l und G_F)

Wegen ihrer grundlegend verschiedenen geohydraulischen Gesteinseigenschaften werden nach [U9] Lockergesteine und Festgesteine getrennt bewertet.

Bei den Lockergesteinen reicht die Punktzahl G_L je nach Anteil bindigen und rolligen Lockergesteins von 5 Punkten für Steine und Kiese und bis zu 500 Punkten für reine Tone. Lehme werden mit rd. 300 Punkten bewertet [U9].

Bei der Bestimmung der Punktzahl für Festgesteine G_F werden sowohl die gesteinspezifischen Eigenschaften (P) als auch deren strukturellen Eigenschaften (F) berücksichtigt. Dabei werden den unterschiedlichen Gesteinsarten definierte P-Werte und den unterschiedlichen Strukturen (Klüftigkeit, Verkarstungsgrad) definierten Faktoren F zugeordnet. Die Punktzahl für G_F berechnet sich dann als Produkt von P x F.

Hohe P-Werte erreichen i.d.R. gering Wasser leitende Gesteine wie z.B. Tonstein oder Schluffstein (P = 20), während Gesteine mit höherem nutzbarem Porenvolumen wie z.B. Konglomerate oder Kalksteine nur einen P-Wert von 5 besitzen.

Bei der Vergabe der Faktors F für die strukturellen Eigenschaften eines Gesteins gilt: je geringer die Klüftung ist, umso höher ist die Punktezahl. Die Skala reicht dabei von F = 0,3 für ein stark geklüftetes oder verkarstetes Gebirge bis F = 25 für ein ungeklüftetes Gebirge. Der Faktor 1 wird für ein mittel geklüftetes, wenig verkarstete Gebirge oder für ein Gebirge mit überwiegend unbekannten strukturellen Eigenschaften angesetzt.

Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung (M)

Als Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung wird die Länge der vertikalen Sickerstrecke jeder einzelnen zur Berechnung der Schutzfunktion berücksichtigten Gesteinsschicht oder Schichtenpaket als Faktor M [m] berücksichtigt.

Schwebendes Grundwasserstockwerk (Zuschlag Q)

Schwebende Grundwasserstockwerke können die Schadstoffverlagerung in den tieferen Untergrund bzw. eine Kontamination des Hauptgrundwasserstockwerkes verhindern oder zeitlich verzögern [U9]. Dieser Schutz ist vor allem dort gegeben, wo das schwebende Grundwasser als Quelle austritt. Schwebende Grundwasserstockwerke mit Quellaustritten werden deshalb mit einem Zuschlag von 500 Punkten pro Stockwerk berücksichtigt.

Klasseneinteilung der Gesamtschutzfunktion (Sg)

Die berechneten Punktzahlen der Gesamtschutzfunktion (Rechenvorschrift s.o.) werden in fünf Klassen unterteilt, die in Abhängigkeit von der erreichten Punktzahl die jeweilige Höhe der Gesamtschutzfunktion sowie eine Größenordnungen der Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung angeben.

Tabelle 4.3-1 Klasseneinteilung der Gesamtschutzfunktion nach HÖLTING [U9]

Gesamtschutz-funktion Sg	Punktzahl der Gesamtschutzfunktion Sg	Größenordnung der Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung
sehr hoch	> 4.000	> 25 Jahre
hoch	> 2.000 – 4.000	10 – 25 Jahre
mittel	> 1.000 – 2.000	3 – 10 Jahre
gering	> 500 – 1.000	mehrere Monate bis 3 Jahre
sehr gering	≤ 500	wenige Tage bis 1 Jahr, im Karst häufig weniger

Gesamtschutzfunktionen im Bereich der Tank- und Rastanlage und BAB A8

Die für den gesamten Bereich der Tank- und Rastanlage Pforzheim Nord berechnete Gesamtschutzfunktion der Deckschichten ist in Anlage 4.3 in Form eines Intensitätskarte (Farblich hinterlegte Gleichenkarte) dargestellt. Die Berechnungen sind das Ergebnis der im Jahr 2008 durchgeführten detaillierten Deckschichtenkartierung [U4].

Anlage 4.4 enthält einen Ausschnitt aus der Schutzfunktionskarte der HGE, Enzkreis [U4] auf dem die Schutzfunktion der Deckschichten auf dem gesamten Untersuchungsabschnitt dargestellt ist. In die Darstellung wurde das Ergebnis der detaillierten Deckschichtenkartierung der Tank- und Rastanlage [U4] eingearbeitet, woraus sich eine Erhöhung der Schutzfunktion in diesem Bereich von „mittel“ auf > hoch ergibt.

Zusätzliche Auffüllungen mit bindigem Bodenmaterial wie z.B. im Erweiterungsbereich der geplanten Tankanlage erhöhen die Schutzfunktion entsprechend der Mächtigkeit der aufgebrachten Schichten [U4].

Im direkte Autobahnbereich ist die Schutzfunktion der Deckschichten auf Grund des Trasseneinschnittes und dem damit verbundenen Abtrag der oberen, bindigen Bodenschichten vermutlich so weit vermindert , dass entlang der Trasse nur noch eine „mittlere Schutzfunktion“ vorliegt.

Gesamtschutzfunktionen im Bereich der ehemaligen US-Tankstelle

Die im Jahr 2009 mit Hilfe von Rammkernsondierungen durchgeführte Deckschichtenerkundung im Bereich der ehemaligen US-Tankstelle [U5], auf den Parkplätzen sowie im südlich und nördlich angrenzenden Grünland brachten folgende Ergebnisse:

Tankstellenbereich: Es liegen keine bindigen Deckschichten vor. Auf Grund des hohen Grundwasserflurabstandes von > 50 m und des Vorhandenseins eines schwebenden Grundwasserkörpers in ca. 20 m Tiefe ist mit einer mittleren Schutzfunktion des Deckgebirges (Buntsandstein) zu rechnen.

Grünbereiche: Die mit 6 Rammkernsondierungen erbohrten bindigen Deckschichten hatten Mächtigkeiten zwischen 1m und 2 m. Daraus lässt sich unter Berücksichtigung des schwebenden Grundwasserkörpers und des hohen Grundwasserflurabstandes mindestens eine mittlere Schutzfunktion der Deckschichten einschl. des Buntsandsteingebirges ableiten. Dies entspricht in etwa auch der Darstellung in der HGE-Schutzfunktionskarte [U8].

.

5 Einsatz des Grundwassermodells

5.1 Risikobereiche und Abwehrmaßnahmen

Mit Hilfe des eingesetzten numerischen Grundwassermodells können bei definierten Randbedingungen die Grundwasserstände (Piezometerhöhen) sowohl für das quartäre Grundwasser der Enzaue als auch für den zur Trinkwassergewinnung genutzten Buntsandsteinaquifer berechnet und daraus die Grundwasserströmung abgeleitet werden. Diese wird im Grundwassermodell mit dem sogenannten particle-tracking-Verfahren nachgebildet und ist auf den Lageplänen dieses Berichtes als „Strömungslinien“ dargestellt.

Die in den Anlagen dargestellten Strömungslinien beschreiben den Pfad eines im Grundwasser potentiell gelösten Stoffes von einem Eintragsort bis zu einem Zielort. Damit ist eine Zuordnung zwischen dem Ort eines Schadstoffeintrages und einem gefährdeten Schutzobjekt, wie z.B. eines Trinkwasserbrunnens möglich.

Die potentiellen Schadstoffeintragsorte (= Havarieorte) werden im vorliegenden Bericht als sogenannte Risikobereiche definiert. Zum Schutz des Grundwassers bzw. der Trinkwasserbrunnen wurden hydraulische Abwehrmaßnahmen einschl. Sanierungsmaßnahmen über Abwehr- oder Sanierungsbrunnen untersucht.

In den Anlagen 5.1.1 bis 5.1.4 sind beispielhaft für 2 Streckenabschnitte der BAB A8 die Risikobereiche und Gefahrenabwehrmaßnahmen beschrieben.

Beispiel-Havariestandort Buntsandstein,
Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen 2ö / 3ö (Anlagen 5.1.1 – 5.1.3)

Annahmen (Anlage 5.1.1)

- Die Trinkwasserbrunnen (1w, 2ö, 3ö, 4ö, 4n, IV, 5n, 7n) sind in Betrieb.

- Auf der BAB A8, Südtrasse, ereignet sich eine Havarie mit einem möglichen Schadstoffeintrag in das Grundwasser, das zu Trinkwasserzwecken genutzt wird. Der angenommene Havariestandort liegt zwischen km 238+900 und 239+100 und damit im Zustrom der Trinkwasserbrunnen 2ö und 3ö. Er wird daher als Risikobereich 2ö / 3ö bezeichnet.

- Falls es nicht gelingt, den Schaden vor Ort z.B. durch Absaugen und/oder Bodenaushub umgehend zu sanieren, wassergefährdende Stoffe bereits im Buntsandsteingebirge als Phase nachgewiesen werden können und der Gutachter von einer erheblichen Grundwasserverunreinigung und einer Gefährdung der Trinkwasserbrunnen 2ö und 3ö ausgeht, sind hydraulische Sofortmaßnahmen zum Schutz der Brunnen einzuleiten.

Hydraulische Sofortmaßnahme (Anlage 5.1.2)

Folgende hydraulischen Sofortmaßnahmen werden bei einer nachgewiesenen Gefährdung der Trinkwasserbrunnen empfohlen:

- Die Trinkwasserbrunnen 2ö, 3ö und 7n sollten ausgeschaltet werden. Mit dieser Maßnahme wird ein weiteres „Anziehen“ der Schadstofffahne und eine Einspeisung kontaminierten Wassers in das Rohwasser-Leitungsnetz verhindert.

- Eine Schutzinfiltration von Leitungswasser (Rohwasser) in sogenannten Vorfeldmessstellen bewirkt eine Ablenkung der Grundwasserströmung weg von den Brunnen 2ö, 3ö und 7n.

  Da die Infiltrationsmaßnahme ein leichtes Abdriften des mit Schadstoffen belasteten Grundwassers bewirkt, wird als begleitende Maßname empfohlen, die Förderleistung des Brunnens 4ö um rd. 50% zu reduzieren und damit das Einzugsgebiet des Brunnens zu verkleinern.

<u>Abwehr- und Sanierungsmaßnahme (Anlage 5.1.3)</u>

Die eigentliche Abwehr- und Sanierungsmaßnahme kann im Schutz der Sofortmaßnahme geplant und umgesetzt werden.

Mit den berechneten Abwehr- und Sanierungsmaßnahmen sollen ein maximaler Schutz der Trinkwasserversorgung und eine nachhaltige Sanierung der vom Risikobereich 2ö / 3ö ausgehenden potentiellen Schadstofffahne erreicht werden. Folgende Vorgehensweise wird empfohlen:

- Das kontaminierte Grundwasser wird mit Hilfe von Sanierungsbrunnen in der Enzaue abgeschöpft. Beim aktuellen Kenntnisstand wären mindestens 2 Sanierungsbrunnen notwendig.

- Nach Inbetriebnahme der Sanierungsbrunnen und dem Nachweis der hydraulischen Wirksamkeit kann die Schutzinfiltration in den Vorfeldmessstellen der Brunnen 2ö, 3ö und 7n abgeschaltet werden. Gleichzeitig kann die Förderung in den Brunnen 4ö und 7n wieder auf den Ausgangszustand vor der Havarie eingestellt werden.

- Die Trinkwasserbrunnen 2ö und 3ö bleiben bis zum Nachweis des Sanierungserfolges abgeschaltet.

Der Sanierungszeitrahmen ist auf Grund vieler unbekannter Faktoren (Schadstoffart, Schadstoffmenge, hydraulische Kennwerte vor Ort, usw.) zur Zeit nicht abzuschätzen.

Beispiel-Havariestandort Enzaue (Anlagen 5.1.4)

Die Anlage 5.1.4 zeigt zwei Beispiele potentieller Havariefälle im Trassenbereich der Anschlussstelle Pforzheim-Ost, sowie ein Beispiel für einen potentiellen Havariefall im Nahbereich des südlichen Enzufers.

Die prinzipielle Vorgehensweise bei einem Havariefall im Buntsandsteingebirge und im Quartär der Enzaue unterscheidet sich i.W. bei der Standortwahl für die Abwehr-/ Sanierungsbrunnen. Die Abwehrbrunnen sollten so nah wie möglich im Abstrom eines Havariestandortes gebaut werden. Durch den Betrieb von relativ flachen Abwehr-/ Sanierungsbrunnen (Tiefe 10 – 15 m, je nach hydrogeologischer Standortsituation) kann verhindert werden, dass sich überhaupt eine Schadstofffahne ausbildet.

Die gegenüber dem Buntsandsteinaquifer geringeren Fließgeschwindigkeiten in den Lockergesteinen geben mehr Reaktionszeit zur Planung und Umsetzung einer optimalen Abwehr-/ Sanierungsstrategie.

5.2 Einfluss hydrologischer Randbedingungen auf die Grundwasserströmung und den Schadstofftransport (Sensitivitätsuntersuchung)

Das stationäre Grundwassermodell berechnet die Grundwasserströmung anhand definierter hydrologischer Randbedingungen und kann somit nur ausgewählte Strömungsverhältnisse nachbilden. In Natura verändern sich die hydrologischen Randbedingungen jedoch zeitlich.

Wesentlichen Einfluss auf die Ausbildung der Grundwasserströmung in der Enzaue hat dabei die Wechselwirkung zwischen dem Grundwasser und der Enz. In Bereichen, in denen der Grundwasserstand im quartären Aquifer über dem Wasserstand der Enz liegt, kann das Grundwasser in die Enz austreten (Exfiltration). In Folge bildet sich eine Strömung aus, die stärker auf die Enz gerichtet ist. In Bereichen, in denen der Grundwasserstand unter dem Wasserstand der Enz liegt, kann Enzwasser in das Grundwasser austreten (Infiltration). Die Strömung ist von der Enz weggerichtet. Die Intensität der Austauschvorgänge hängt ab vom Potentialgefälle zwischen dem Grundwasser und dem Enzwasserstand sowie der Sohldichtung der Enz. Darüber hinaus treten in der Enzaue vertikale Austauschvorgänge zwischen dem Grundwasser im quartären Aquifer und dem Grundwasser des Buntsandsteinaquifers auf, die ebenfalls von den Austauschvorgängen an der Enz beeinflusst werden.

Das stationäre Grundwasserströmungsmodell [U3] war für eine Situation mit niedrigen/mittleren Wasserständen aufgebaut und geeicht worden. Dabei herrschen östlich der A8 in der Enzaue Verhältnisse, bei denen Enzwasser in das Grundwasser infiltriert. Zur Untersuchung des Einflusses der hydrologischen Randbedingungen auf zusammenhängende potentielle Schadstofftransportpfade mit der Grundwasserströmung wurden in einer Reihe von sogenannten Sensitivitätsuntersuchungen folgende Parameter variiert und die Ergebnisse ausgewertet:

- die Grundwasserstände,
- die Enzwasserstände,
- die Durchlässigkeiten der Gewässersohle (Leakage-Faktor).

Die durchgeführten Sensitivitätsuntersuchungen wurden für folgende mögliche hydrologische Situationen dargestellt (Anlagen 5.2):

- Situation niedrige bis mittlere Wasserstände
  = Ausgangssituation im B10-Grundwassermodell 2006 [U3]
- Sensitivität höhere Grundwasserstände,
  dies bewirkt eine verstärke Grundwasserströmung in Richtung Enz
- Sensitivität höhere Sohldichtung und höhere Enzwasserstände,
  dies bewirkt eine verstärke Grundwasserströmung von der Enz weg

Zur Festlegung der Risikobereiche und der hydraulischen Gefahrenabwehrmaßnahmen (Kap. 5.1) wurden die berechneten Stromlinien der jeweiligen Risikobereiche aus den einzelnen Situationen überlagert und das Ergebnis (= Umhüllende) als Grundlage zur Berechnung der optimalen hydraulischen Gefahrenabwehrmaßnahmen herangezogen. Durch diese gesamtheitliche Betrachtung weiten sich die berücksichtigten Risikobereiche nach Westen und Osten auf, so dass diese Vorgehensweise zu einer höheren Sicherheit unter Berücksichtigung auch wechselnder hydrologischer Situationen führt.

Die Ergebnisse der Sensitivitätsuntersuchungen sind für den Bereich der Enzaue in den Anlagen 5.2.1 - 5.2.3 und für den südlichen A8-Trassenabschnitt einschl. T&R-Anlage und ehem. US-Tankstelle in den Anlagen 5.2.4 - 5.2.11 dokumentiert.

5.3 Grundwasserfließgeschwindigkeiten (Abstandsgeschwindigkeiten)

Neben Schadstoffkonzentrationen und Schadstofffrachten ist die Fließdauer des Grundwassers und somit die Transportzeit eines Stoffes vom Eintragsort (Ort einer Havarie) bis zu einem Brunnen ein wesentliches Maß zur Beurteilung einer potenziellen Gefährdung des Brunnens.

Je länger ein Schadstoff bis zum Eintreffen im Brunnen unterwegs ist, umso wirkungsvoller können hydraulische Gegenmaßnahmen zum Schutz des Brunnens oder des Grundwassers/Oberflächenwassers eingeleitet und durchgeführt werden.

Die Grundwasserfließgeschwindigkeit hängt vom Fließgefälle, der Wasserdurchlässigkeit des Grundwasserleiters und des nutzbaren Porenvolumens ab. Diese Parameter unterscheiden sich in den quartären Kiesen und Sanden (Porengrundwasserleiter der Enzaue) wesentlich von denen im Festgestein des Buntsandsteingebirges (Kluftgrundwasserleiter).

<u>Grundwasserfließgeschwindigkeiten (Abstandsgeschwindigkeiten) im Quartär der Enzaue</u>

Die Grundwasserfließgeschwindigkeit in Quartär der Enzaue kann wie folgt abgeschätzt werden:

Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert): $5x10^{-4}$ m/s ($1x10^{-4}$ - $1x10^{-3}$ m/s) [U3]
Fließgefälle zu den Brunnen (I): 0.002 (2 ‰)
Durchfußwirksames Porenvolumen (p*): 0,15

Fließgeschwindigkeit Va = kf x I / p* = 0,6 m/Tag

Dieser Wert konnte mit Hilfe des Grundwasserströmungsmodells bestätigt werden. In Anlage 5.3.1 ist ein Beispiel für die berechneten Stromlinien im quartären Grundwasserleiter nach rd. 2 Monaten Fließdauer dargestellt.

<u>Grundwasserfließgeschwindigkeiten (Abstandsgeschwindigkeiten) im Buntsandsteingebirge</u>

Die hydraulischen Parameter im Buntsandsteingebirge können auf kurzer Distanz erheblich wechseln, dies gilt insbesondere für den Störungsbereich südlich der Anschlussstelle Pforzheim Ost. Diese Parameterunterschiede spiegeln sich natürlich auch in der unterschiedlichen Grundwasserfließgeschwindigkeit wieder, so dass keine generelle Fließgeschwindigkeit im Buntsandstein angegeben werden kann, sondern nur Geschwindigkeiten für einzelne Bereiche.

Folgende Fließzeiten und daraus abgeleitete Fließgeschwindigkeiten im Buntsandsteinaquifer wurden mit dem Grundwassermodell ermittelt (Anlage 5.3.2)

Einzugsgebiet des Brunnens **2ö**:

Entfernung BAB A8 zum Brunnen:	350 m
Fließzeit:	1-2 Tage
Fließgeschwindigkeit:	> 175 m/Tag

Einzugsgebiet der Brunnens 2ö/**3ö**:

Entfernung BAB A8 zu den Brunnen:	600 m
Fließzeit:	4-5 Tage
Fließgeschwindigkeit:	> 120 m/Tag

Einzugsgebiet der Brunnens **3ö**/4ö:

Entfernung BAB A8 zu den Brunnen:	700 m
Fließzeit:	5 Tage
Fließgeschwindigkeit:	140 m/Tag

Einzugsgebiet der Brunnens 3ö/**4ö**

Entfernung BAB A8 zu den Brunnen:	800m
Fließzeit:	8 Tage
Fließgeschwindigkeit:	100 m/Tag

Einzugsgebiet der Brunnens **4ö**/IV:

Entfernung BAB A8 zu den Brunnen:	1.000 m
Fließzeit:	18 Tage
Fließgeschwindigkeit:	55 m/Tag

Einzugsgebiet der Brunnens 4ö/**IV**:

Entfernung BAB A8 zu den Brunnen:	1.200 m
Fließzeit:	28 Tage
Fließgeschwindigkeit:	40 m/Tag

Für den Buntsandsteinaquifer wurden mit dem Grundwasserströmungsmodell Fließgeschwindigkeiten (Abstandsgeschwindigkeiten) des Grundwassers zwischen 40 m/Tag und >175 m/Tag berechnet. Sollten Schadstoffe ins Grundwasser gelangen, könnten sie einen Trinkwasserbrunnen also in wenigen Tagen erreichen.

6 Maßnahmen zur Gefahrenabwehr

Mit Hilfe des Grundwasserströmungsmodells wurden mögliche hydraulische Abwehrmaßnahmen zum Schutz der Trinkwasserbrunnen berechnet und in Form von Maßnahmenplänen ausgewertet und dargestellt (Anlagen 6.ff).

Die Darstellungen der Berechnungsergebnisse in den Anlage 6.ff bestehen aus folgenden thematisch getrennten Teilen (Blätter):

- Darstellung des Risikobereiches und der zugehörigen Grundwasserströmung beim planmäßigen Betrieb der Trinkwasserbrunnen.
  Die berechneten Stromlinien entsprechen den potentiellen Schadstofftransportwegen.
- Darstellung von Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr.
  Anhand des berechneten Stromlinienverlaufs werden die hydraulischen Auswirkungen einer Abschaltung von gefährdeten Brunnen, einer Reduzierung der Förderleistung sowie von Infiltrationsmaßnahmen in Brunnennähe (Vorfeldmessstellen) gezeigt. Reicht die dargestellte Sofortmaßnahme nicht aus oder ergibt sich durch die Maßnahme ein zusätzliches Gefährdungspotential für weitere Brunnen, wurde dies berücksichtigt und die Gesamtmaßnahme auf einem weiteren Blatt dargestellt (erweiterte Sofortmaßnahme). Ein zusätzliches Beeinträchtigungspotential kann dann zustande kommen, wenn durch die Primärmaßnahmen der Grundwasserstrom zum nächsten Brunnen weitergeleitet oder abgelenkt wird.
- Darstellung von Maßnahmen zur nachhaltigen Gefahrenabwehr und Sanierung eines potentiellen Grundwasserschadens.
  Diese Darstellung zeigt anhand der berechneten Stromlinien, wie sich die Schutz-/Sanierungsmaßnahmen und die notwendigen Kompensationsmaßnahmen zum Ausgleich reduzierter Fördermengen auf die Grundwasserströmung auswirken (Kap. 9).

Alle Berechnungen und Darstellungen basieren auf einer Datenbasis, die insbesondere östlich der BAB A8 und im Bereich des südlichen Trassenverlaufs sehr lückenhaft ist. Es wird dringend empfohlen, vor der Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen weitere Erkundungsschritte verbunden mit hydraulischen Feldversuchen durchzuführen.

Die Entscheidung über das tatsächliche Vorgehen bei einem Havariefall sollte weiterhin eine Einzelfalleinscheidung sein, die vor Ort von Sachverständigen getroffen werden muss. Die in vorliegenden Bericht vorgestellten Modellergebnisse liefern die notwendigen Grundlagen.

6.1 BAB A8, Enztalquerung einschl. Anschlussstelle Pforzheim Ost und Regenklärbecken (Quartäre Lockergesteine und Buntsandstein)

Zur Beurteilung einer möglichen Gefährdung von Trinkwasserbrunnen bei einer Havarie im Bereich der Enzaue ist zu berücksichtigen, dass speziell in diesem Gebiet die Grundwasserströmung durch mehrere hydraulische Faktoren beeinflusst wird.
Dies sind:

- Der Einfluss der Enz auf die Grundwasserströmung.
  Die Auswirkungen von Wasserstand und Sohldichtung sind in Kap. 5.2 zusammen mit den hydraulischen Auswirkungen unterschiedlicher Grundwasserstände beschrieben und die entsprechenden Modellergebnisse in den Anlagen 5.2.ff dargestellt.

- Art der Grundwasserleiter.
  Der Grundwasserabstrom in der Enzaue erfolgt sowohl in den oberen quartären Sanden und Kiesen (quartärer Porengrundwasserleiter) als auch in den tiefer liegenden und hydraulisch verbundenen Klüften des Buntsandsteingebirges (Kluftgrundwasserleiter). Die Trinkwassergewinnung erfolgt i.W. aus dem Buntsandsteinaquifer, dessen Wasser im Austausch mit dem quartären Grundwasser steht.

- Hydraulische Kennwerte, Grundwasserfließgeschwindigkeiten.
  Der obere, quartäre Grundwasserleiter besitzt ein vergleichsweise hohes durchflusswirksames Porenvolumen, was in Verbindung mit einem geringen Grundwasserfließgefälle zur Folge hat, dass das Grundwasser nur langsam fließt und damit auch eine entsprechende lange Zeit zwischen einem oberflächennahen Eintrag eines Stoffes und dem Erreichen des Kluftgrundwassers im Buntsandstein vergeht (lange Aufenthaltsdauer). Die in Kap. 5.3 beschriebenen und in Anlage 5.3 dargestellten Strömungsgeschwindigkeiten liegen bei weniger als 1 m pro Tag. Sobald das Grundwasser in die tieferen Schichten des Buntsandsteins gelangt, verändern sich die hydrauli-

schen Bedingungen wesentlich, was z.B. weit höhere Fließgeschwindigkeiten zur Folgen haben kann.

Solange bei einem potentiellen Havariefall Stoffe oberflächennah in das quartäre Grundwasser eingetragen werden, besteht i.d.R. genügend Zeit, notwendige Sanierungsmaßnahmen im Havariebereich so durchzuführen, dass es erst gar nicht zu einer Verschleppung in den tiefen und zur Trinkwassergewinnung genutzten Buntsandstein-Aquifer kommt.
In den Darstellung der Anlagen 6.1.ff ist die Grundwasserströmung als Stromlinien im quartären Aquifer in dunkelbrauner Farbe und im Buntsandstein-Aquifer in hellbrauner Farbe dargestellt.

6.1.1 A8-Trasse, Südstrecke Enzaue, Risikobereich 4n/5n

Grundwasserströmung (Anlage 6.1.1, Blatt 1)

Das Grundwasser unterhalb des Risikobereiches 4n/5n entlang der Autobahntrasse fließt nach Ost-Nord-Ost in Richtung der Trinkwasserbrunnen 4n und 5n ab und wird nach dem Absinken in den Buntsandsteinaquifer zu einem Anteil gefördert.

Sofortmaßnahme (Anlage 6.1.1, Blatt 2)

Wird im Havariefall vom Sachverständigen festgestellt, dass es sich um einen schwerwiegenden Umweltschaden handelt, bei dem Schadstoffe nachweislich auch in den tieferen Buntsandsteinaquifer gelangt sind, werden folgende Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr empfohlen:

- Abschalten der Trinkwasserbrunnen 4n und 5n,
- Durchführung einer Schutzinfiltration bei den Trinkwasserbrunnen 4n und 5n.
- Als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus den Trinkwasserbrunnen 4n und 5n wird eine temporäre Steigerung der Entnahmerate aus dem Trinkwasserbrunnen 7n und optional IV empfohlen.

Abwehr-/ Sanierungsmaßnahmen (Anlage 6.1.1, Blatt 3)

Sollte es nicht gelingen, den Schadensherd z.B. durch Bodenaustausch soweit zu beseitigen, dass keine Grundwassergefährdung mehr zu besorgen ist, wird als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Bau und Betrieb eines Abwehr-/ Sanierungsbrunnens nahe des Havariestandortes bzw. der potentiellen Schadstoffeintragstelle.

- Die gefährdeten Brunnen 4n und 5n können wieder in Betrieb gehen, wenn eine hydraulische und hydrochemische Abstromkontrolle keine Hinweise auf eine Schadstofffahne gibt. Kompensationsmaßnahmen als Ersatz für nicht nutzbare Brunnen sind in diesem Fall nicht mehr notwendig.

6.1.2 Anschlussstelle Pforzheim-Ost (westliche Auf-/ Abfahrt), Risikobereich 4n/5n/1w

Grundwasserströmung (Anlage 6.1.2, Blatt 1)

Das Grundwasser unterhalb des Risikobereiches 4n/5n/1w fließt je nach Lage des Havariestandortes und der zum Schadenszeitpunkt herrschenden hydraulischen Standortsituation sowohl dem nahe gelegenen Trinkwasserbrunnen 1w als auch den Trinkwasserbrunnen 4n und 5n zu.

Sofortmaßnahme (Anlage 6.1.2, Blatt 2)

Wird im Havariefall vom Sachverständigen festgestellt, dass es sich um einen schwerwiegenden Umweltschaden handelt, bei dem Schadstoffe mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch in den tieferen Buntsandsteinaquifer gelangt sind, werden folgende Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr empfohlen:

- Abschalten der Trinkwasserbrunnen 4n, 5n und 1w

- Durchführung einer Schutzinfiltration bei den Trinkwasserbrunnen 4n, 5n und 1w.

- als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus den Trinkwasserbrunnen 4n, 5n und 7n wird eine temporäre Steigerung der Entnahmerate aus dem Trinkwasserbrunnen 3ö und 4ö sowie IV empfohlen.

Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme (Anlage 6.1.2, Blatt 3)

Sollte es nicht gelingen, den Schadensherd z.B. durch Bodenaustausch soweit zu beseitigen, dass keine Grundwassergefährdung mehr zu besorgen ist, wird als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Bau und Betrieb eines Abwehr-/ Sanierungsbrunnens nahe des Havariestandortes bzw. der potentiellen Schadstoffeintragstelle.

- Die gefährdeten Brunnen 4n und 5n können wieder in Betrieb gehen, wenn eine hydraulische und hydrochemische Abstromkontrolle keine Hinweise auf eine Schadstofffahne gibt. Kompensationsmaßnahmen als Ersatz für die nicht nutzbaren Brunnen 4n und 5n sind in diesem Fall nicht mehr notwendig.

- Der Trinkwasserbrunnen 1w sollte so lange nicht mehr in Betrieb genommen werden, bis durch die Sanierungsmaßnahme das Grundwasser in seinem Einzugsgebiet gereinigt ist.

6.1.3 Anschlussstelle Pforzheim-Ost (östliche Auf-/ Abfahrt), Risikobereich 4n/5n/7n

Grundwasserströmung (Anlage 6.1.3, Blatt 1)

Das Grundwasser unterhalb des Risikobereiches 4n/5n/7n fließt nach Ost-Nord-Ost in Richtung der Trinkwasserbrunnen 4n, 5n und 7n ab und wird dort nach dem Absinken in den Buntsandsteinaquifer zu einem geringen Anteil gefasst.

Sofortmaßnahme (Anlage 6.1.3, Blatt 2)

Wird im Havariefall vom Sachverständigen festgestellt, dass es sich um einen schwerwiegenden Umweltschaden handelt, bei dem Schadstoffe mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit

auch in den tieferen Buntsandsteinaquifer gelangt sind, werden folgende Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr empfohlen:

- Abschalten der Trinkwasserbrunnen 4n, 5n und 7n
- Durchführung einer Schutzinfiltration bei den Trinkwasserbrunnen 4nn 5n und 7n.
- als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus den Trinkwasserbrunnen 4n, 5n und 7n wird eine temporäre Steigerung der Entnahmerate aus dem Trinkwasserbrunnen IV empfohlen.

Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme (Anlage 6.1.3, Blatt 3)

Sollte es nicht gelingen, den Schadensherd z.B. durch Bodenaustausch soweit zu beseitigen, dass keine Grundwassergefährdung mehr zu besorgen ist, wird als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Bau und Betrieb eines Abwehr-/ Sanierungsbrunnens nahe des Havariestandortes bzw. der potentiellen Schadstoffeintragstelle.
- Die gefährdeten Brunnen 4n, 5n und 7n können wieder in Betrieb gehen, wenn eine hydraulische und hydrochemische Abstromkontrolle keine Hinweise auf eine Schadstofffahne gibt. Kompensationsmaßnahmen als Ersatz für die nicht nutzbaren Brunnen 4n, 5n und 7n sind in diesem Fall nicht mehr notwendig.
- Der Trinkwasserbrunnen 1w sollte so lange nicht mehr in Betrieb genommen werden, bis durch die Sanierungsmaßnahme das Grundwasser in seinem Einzugsgebiet gereinigt ist.

6.2 BAB A8, Enzquerung - Brückenpfeiler

Es wird davon ausgegangen, dass die Brückenpfeiler im Buntsandstein unterhalb der quartären Sande und Kiese im Buntsandsteingebirge der Enzaue gegründet werden. Damit ist nicht auszuschließen, dass durch die Erdarbeiten freigesetzte Feinkornanteile (Schwebstoffe) über die Festgesteinsklüfte mit der Grundwasserströmung auch über längere Strecke transportiert werden. In den quartären Lockergesteinen wird ein Transport auf Grund der

hohen Filterwirkung der gemischtkörnigen Sedimente (Sande, Kiese, bindige Schichten) nur eingeschränkt und für eine weitaus geringere Entfernung der Fall sein.

Wie die Anlage 6.2 zeigt, erfolgt der Grundwasserabstrom nördlich der Enz in nördlicher Richtung, während südlich der Enz die Grundwasserfließrichtung deutlich eine östliche Komponente aufweist. Nach den Ergebnissen der Grundwassermodellierung erreicht der Grundwasserabstrom aus dem südlichen Gründungsbereich nicht den nächstgelegenen Trinkwasserbrunnen 4n.
Aus Sicherheitsgründen wird als Abwehrmaßnahme empfohlen, die Förderrate während der Bauzeit um ca. 50% zu drosseln und damit das Einzugsgebiet des Brunnens zu verkleinern und zu schützen.

6.3 BAB A8-Südtrasse (Buntsandstein)

Entlang der BAB A8 Südtrasse konnten anhand der berechneten Grundwasserströmung 4 Risikobereiche unterschieden und individuelle Gefahrenabwehrmaßnahmen aufgestellt werden.

6.3.1 Südtrasse, Risikobereich 2ö (km 239+100 – 239+400)

Grundwasserströmung (Anlage 6.3.1, Blatt 1)

Das Grundwasser unterhalb des rd. 300 m langen Risikobereichs 2ö fließt im Buntsandsteinaquifer Richtung Norden dem Enztal zu. Nach Erreichen der Enzaue biegt die Grundwasserströmung auf Grund einer von WestSüdWest nach OstNordOst verlaufenden tektonischen Verwerfung (Anlage 4.5) scharf Richtung Nordosten ab. Auf Grund der starken hydraulischen Wirksamkeit solcher Verwerfungen wurde der gesamte Bereich zwischen der Anschlussstelle Pforzheim Ost und dem Trinkwasserbrunnen 2ö in die Risikobetrachtung für den Trinkwasserbrunnen 2ö einbezogen.

Sofortmaßnahme (Anlage 6.3.1, Blatt 2)

Wird im Havariefall vom Sachverständigen festgestellt, dass es sich um einen schwerwiegenden Umweltschaden handelt, bei dem Schadstoffe mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch in den tieferen Buntsandsteinaquifer gelangt sind, werden Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr empfohlen.

Die alleinige Berücksichtigung des Trinkwasserbrunnens 2ö würde für eine Gesamtgefahrenabwehr nicht ausreichen, da durch diese Maßnahme der im Abstrom gelegene Trinkwasserbrunnen 7n ebenfalls gefährdet wäre. Daher muss die Sofortmaßnahme zum Schutz des Brunnens 7n erweitert werden.

Erweiterte Sofortmaßnahme (Anlage 6.3.1, Blatt 3)

Als erweiterte Sofortmaßnahme zur Gefahrenabwehr wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Abschalten der Trinkwasserbrunnen 2ö und 7n,
- Durchführung einer Schutzinfiltration bei den Trinkwasserbrunnen 2ö und 7n,
- Drosselung der Entnahmerate im Trinkwasserbrunnen 3ö.

Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme (Anlage 6.3.1, Blatt 4)

Sollte es nicht gelingen, den Schadensherd z.B. durch Bodenaustausch soweit zu beseitigen, dass keine Grundwassergefährdung mehr zu besorgen ist, wird als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Der Trinkwasserbrunnen 2ö bleibt ausgeschaltet.
- Es werden 1 Abwehr-/ Sanierungsbrunnen im Anstrom des Trinkwasserbrunnens 2ö und 1 Brunnen im westlichen Seitenstrom betrieben.
- Als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus dem Trinkwasserbrunnen 2ö wird eine Steigerung der Entnahmerate aus den Trinkwasserbrunnen 2w und 1w empfohlen.

6.3.2 Südtrasse, Risikobereich 2ö/3ö (km 238+900 – 239+100)

Grundwasserströmung (Anlage 6.3.2, Blatt 1)

Das Grundwasser unterhalb des rd. 200 m langen Risikobereichs 2ö/3ö fließt im Buntsandsteinaquifer Richtung Norden dem Enztal zu. Nach Erreichen der Enzaue biegt die Grundwasserströmung auf Grund einer von WestSüdWest nach Ost-Nord-Ost verlaufenden tektonischen Verwerfung (Anlage 4.5) scharf Richtung Nordosten ab. Dadurch sind sowohl

der im westlichen Abstrombereich gelegene Trinkwasserbrunnen 2ö als auch der rd. 200 m östlich gelegene Trinkwasserbrunnen 3ö gefährdet.

Sofortmaßnahme (Anlage 6.3.2, Blatt 2)

Wird im Havariefall vom Sachverständigen festgestellt, dass es sich um einen schwerwiegenden Umweltschaden handelt, bei dem Schadstoffe mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch in den tieferen Buntsandsteinaquifer gelangt sind, werden Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr empfohlen.

Die alleinige Berücksichtigung der Trinkwasserbrunnen 2ö und 3ö würde für eine Gesamtgefahrenabwehr nicht ausreichen, da durch diese Maßnahme der im Abstrom gelegene Trinkwasserbrunnen 7n ebenfalls gefährdet wäre. Daher muss die Sofortmaßnahme zum Schutz des Brunnens 7n erweitert werden.

Erweiterte Sofortmaßnahme (Anlage 6.3.2, Blatt 3)

Als erweiterte Sofortmaßnahme zur Gefahrenabwehr wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Abschalten der Trinkwasserbrunnen 2ö, 3ö und 7n,
- Durchführung einer Schutzinfiltration bei den Trinkwasserbrunnen 2ö, 3ö und 7n,
- Drosselung der Entnahmerate im Trinkwasserbrunnen 4ö.

Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme (Anlage 6.3.2, Blatt 4)

Sollte es nicht gelingen, den Schadensherd z.B. durch Bodenaustausch soweit zu beseitigen, dass keine Grundwassergefährdung mehr zu besorgen ist, wird als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Die Trinkwasserbrunnen 2ö und 3ö bleiben ausgeschaltet.
- Es werden 2 Abwehr-/ Sanierungsbrunnen betrieben. Ein Brunnen sollte im direkten Anstrom des Trinkwasserbrunnens 3ö installiert werden, mit Hilfe eines weiteren Brunnens östlich von 2ö können sowohl der Trinkwasserbrunnen 2ö als auch der Bereich zwischen 2ö und 3ö geschützt werden.

- Als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus den Trinkwasserbrunnen 2ö und 3ö wird eine Steigerung der Entnahmerate aus den Trinkwasserbrunnen 2w und 1w empfohlen.

6.3.3 Südtrasse, Risikobereich 3ö/4ö (km 238+500 – 238+900)

Grundwasserströmung (Anlage 6.3.3, Blatt 1)

Das Grundwasser unterhalb des rd. 400 m langen Risikobereichs 3ö/4ö fließt im Buntsandsteinaquifer des Südanstiegs Richtung Norden dem Enztal zu. Sollte sich in diesem Risikobereich ein Havariefall mit einer Grundwasserkontamination ereignen, sind sowohl der Trinkwasserbrunnen 3ö als auch der rd. 200 m östlich gelegene Trinkwasserbrunnen 4ö gefährdet.

Sofortmaßnahme (Anlage 6.3.3, Blatt 2)

Wird im Havariefall vom Sachverständigen festgestellt, dass es sich um einen schwerwiegenden Umweltschaden handelt, bei dem Schadstoffe mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch in den tieferen Buntsandsteinaquifer gelangt sind, werden folgende Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr empfohlen:

- Abschalten der Trinkwasserbrunnen 3ö, 4ö und 7n,
- Durchführung einer Schutzinfiltration bei den Trinkwasserbrunnen 3ö, 4ö und 7n.

Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme (Anlage 6.3.3, Blatt 3)

Sollte es nicht gelingen, den Schadensherd z.B. durch Bodenaustausch soweit zu beseitigen, dass keine Grundwassergefährdung mehr zu besorgen ist, wird als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Die Trinkwasserbrunnen 3ö und 4ö bleiben ausgeschaltet.
- Es werden 2 Abwehr-/ Sanierungsbrunnen betrieben. Ein Sanierungsbrunnen sollte nahe, östlich des Trinkwasserbrunnens 4ö installiert werden, mit Hilfe eines weiteren Brunnens zwischen 3ö und 4ö können sowohl der Trinkwasserbrunnen 3ö als auch der Bereich zwischen 3ö und 4ö geschützt werden.

- Als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus den Trinkwasserbrunnen 3ö und 4ö wird eine Steigerung der Entnahmerate aus den Trinkwasserbrunnen 2w und 1w empfohlen.

6.3.4 Südtrasse, Risikobereich 4ö/IV (km 238+200 – 238+500)

Grundwasserströmung (Anlage 6.3.4, Blatt 1)

Das Grundwasser unterhalb des rd. 300 m langen Risikobereichs 4ö/IV fließt im Buntsandsteinaquifer Richtung Norden dem Enztal zu. Sollte sich in diesem Risikobereich ein Havariefall mit einer Grundwasserkontamination ereignen, sind sowohl der im westlichen Abstrombereich gelegene Trinkwasserbrunnen 4ö als auch der rd. 300 m nordöstlich gelegene Trinkwasserbrunnen IV gefährdet.

Sofortmaßnahme (Anlage 6.3.4, Blatt 2)

Wird im Havariefall vom Sachverständigen festgestellt, dass es sich um einen schwerwiegenden Umweltschaden handelt, bei dem Schadstoffe mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch in den tieferen Buntsandsteinaquifer gelangt sind, werden folgende Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr empfohlen.

- Abschalten der Trinkwasserbrunnen 4ö und IV,
- Durchführung einer Schutzinfiltration bei den Trinkwasserbrunnen 4ö und IV.

Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme (Anlage 6.3.4, Blatt 3)

Sollte es nicht gelingen, den Schadensherd z.B. durch Bodenaustausch soweit zu beseitigen, dass keine Grundwassergefährdung mehr zu besorgen ist, wird als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Die Trinkwasserbrunnen 4ö und IV bleiben ausgeschaltet.
- Es werden 2 Abwehr-/ Sanierungsbrunnen südlich der Enz zwischen den Trinkwasserbrunnen 4ö und IV betrieben. Mit Hilfe der Sanierungsbrunnen können sowohl die Trinkwasserbrunnen 4ö und IV als auch der Bereich zwischen beiden Trinkwasserbrunnen geschützt werden.

- Als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus den Trinkwasserbrunnen 4ö und IV wird eine Steigerung der Entnahmerate aus den Trinkwasserbrunnen 2w und 1w sowie aus dem Trinkwasserbrunnen 4n empfohlen.

6.4 Bereich Ehemalige US-Tankstelle

Bei der Bearbeitung des Bereiches der Ehemaligen US-Tankstelle wurde zwischen dem kürzeren und flächenmäßig kleineren IST-Zustand (Bestand) und dem größeren Planungszustand (zukünftiger Parkplatz) unterschieden. Die Längenausdehnung des Linienbauwerks entlang der BAB A8 entspricht dem jeweiligen Risikobereich. Die Untersuchungsszenarien sind in Anlage 6.4.ff dargestellt.

6.4.1 Bereich Ehem. US-Tankstelle, IST-Zustand

Grundwasserströmung (Anlage 6.4.1, Blatt 1)

Das Grundwasser unterhalb des Risikobereichs Ehemalige US-Tankstelle – IST-Zustand, fließt im Buntsandsteinaquifer Richtung Norden dem Enztal zu. Sollte sich in diesem Risikobereich ein Havariefall mit einer Grundwasserkontamination ereignen, ist der Trinkwasserbrunnen 4ö gefährdet.

Sofortmaßnahme (Anlage 6.4.1, Blatt 2)

Wird im Havariefall vom Sachverständigen festgestellt, dass es sich um einen schwerwiegenden Umweltschaden handelt, bei dem Schadstoffe mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch in den tieferen Buntsandsteinaquifer gelangt sind, werden Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr empfohlen.

Die alleinige Berücksichtigung des Trinkwasserbrunnens 4ö würde für eine Gesamtgefahrenabwehr nicht ausreichen, da durch diese Maßnahme der im Abstrom gelegene Trinkwasserbrunnen 7n möglicherweise ebenfalls gefährdet wäre. Daher muss die Sofortmaßnahme zum Schutz des Brunnens 7n erweitert werden.

Erweiterte Sofortmaßnahme (Anlage 6.4.1, Blatt 3)

Als erweiterte Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Abschalten der Trinkwasserbrunnen 4ö und 7n,
- Durchführung einer Schutzinfiltration bei den Trinkwasserbrunnen 4ö und 7n.

Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme (Anlage 6.4.1, Blatt 4)

Sollte es nicht gelingen, den Schadensherd z.B. durch Bodenaustausch soweit zu beseitigen, dass keine Grundwassergefährdung mehr zu besorgen ist, wird als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Der Trinkwasserbrunnen 4ö bleibt ausgeschaltet.
- Es wird 1 Abwehr-/ Sanierungsbrunnen im östlichen Nahbereich des Trinkwasserbrunnens 4ö betrieben.
- Als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus dem Trinkwasserbrunnen 4ö wird eine Steigerung der Entnahmerate aus den Trinkwasserbrunnen 2w und 1w empfohlen.

6.4.2 Bereich Ehem. US-Tankstelle, Planungszustand

Grundwasserströmung (Anlage 6.4.2, Blatt 1)

Durch die geplante Erweiterung der Parkplatzfläche im Bereich der Ehem. US-Tankstelle erweitert sich die Länge des Risikobereiches von 150 m im IST-Zustand auf rd. 400 m im Planungszustand. Das Grundwasser unterhalb des Risikobereichs fließt im Buntsandsteinaquifer des Südanstiegs Richtung Norden dem Enztal zu. Sollte sich in diesem erweiterten Risikobereich ein Havariefall mit einer Grundwasserkontamination ereignen, sind der Trinkwasserbrunnen 4ö und IV gefährdet.

Sofortmaßnahme (Anlage 6.4.2, Blatt 2)

Wird im Havariefall vom Sachverständigen festgestellt, dass es sich um einen schwerwiegenden Umweltschaden handelt, bei dem Schadstoffe mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch in den tieferen Buntsandsteinaquifer gelangt sind, werden Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr empfohlen.

Die alleinige Berücksichtigung der Trinkwasserbrunnen 4ö und IV würde für eine Gesamtgefahrenabwehr nicht ausreichen, da durch diese Maßnahme der im Abstrom gelegene Trinkwasserbrunnen 7n sowie der Trinkwasserbrunnen 3ö im westlichen Seitenstrom möglicherweise ebenfalls gefährdet wären. Daher muss die Sofortmaßnahme zum Schutz der Brunnen 7n und 3ö erweitert werden.

Erweiterte Sofortmaßnahme (Anlage 6.4.2, Blatt 3)

Als erweiterte Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Abschalten der Trinkwasserbrunnen 3ö, 4ö, IV und 7n,
- Durchführung einer Schutzinfiltration bei den Trinkwasserbrunnen 3ö, 4ö, IV und 7n.

Sollte es nicht gelingen, den Schadensherd z.B. durch Bodenaustausch soweit zu beseitigen, dass keine Grundwassergefährdung mehr zu besorgen ist, wird als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Die Trinkwasserbrunnen 4ö und IV bleiben ausgeschaltet.
- Es werden 2 Abwehr-/ Sanierungsbrunnen im östlichen Nahbereich des Brunnens 4ö und auf der südlichen Enzuferseite im Oberstrom des Trinkwasserbrunnens IV betrieben.
- Als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus den abgeschalteten Trinkwasserbrunnen 4ö und IV wird eine Steigerung der Entnahmerate aus den Trinkwasserbrunnen 2w und 1w sowie aus dem Trinkwasserbrunnen 4n empfohlen.

Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme (Anlage 6.4.2, Blatt 4)

Sollte es nicht gelingen, den Schadensherd z.B. durch Bodenaustausch soweit zu beseitigen, dass keine Grundwassergefährdung mehr zu besorgen ist, wird als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Der Trinkwasserbrunnen 4ö bleibt ausgeschaltet.

- Es werden 1 Abwehr-/ Sanierungsbrunnen im östlichen Nahbereich des Trinkwasserbrunnens 4ö und 1 Abwehr-/ Sanierungsbrunnen im Anstrom des Trinkwasserbrunnens IV südlich der Enz betrieben.

- Als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus dem Trinkwasserbrunnen 4ö und IV wird eine Steigerung der Entnahmerate aus den Trinkwasserbrunnen 2w, 1w und 4n empfohlen.

6.5 Bereich Tank- und Rastanlage Pforzheim Nord (Enzberg)

Maßgebend für die Berechnung von Gefahrenabwehrszenarien ist die Abstrombreite aus dem jeweils definierten Risikobereich. Im Falle der Tank- und Rastanlage Pforzheim Nord (Enzberg) sind die Abstrombreiten für den IST-Zustand und den Planungszustand mit rd. 500 m nahezu identisch, so dass für beide Zustände dieselben Empfehlungen zur Gefahrenabwehr gelten.

Grundwasserströmung (Anlage 6.5, Blatt 1)

Das Grundwasser unterhalb des Risikobereichs fließt im Buntsandsteinaquifer des Südanstiegs Richtung Norden dem Enztal zu. Sollte sich in diesem erweiterten Risikobereich ein Havariefall mit einer Grundwasserkontamination ereignen, sind der Trinkwasserbrunnen 4ö und IV gefährdet.

Sofortmaßnahme (Anlage 6.5, Blatt 2)

Wird im Havariefall vom Sachverständigen festgestellt, dass es sich um einen schwerwiegenden Umweltschaden handelt, bei dem Schadstoffe mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch in den tieferen Buntsandsteinaquifer gelangt sind, werden Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr empfohlen.

Die alleinige Berücksichtigung der Brunnen 4ö und IV würde für eine Gesamtgefahrenabwehr nicht ausreichen, da durch diese Maßnahme der im Abstrom gelegene Trinkwasserbrunnen 7n ebenfalls gefährdet wäre. Auch der im Seitenstrom gelegene Trinkwasserbrunnen 3ö könnte speziell bei einer Havarie im nördlichen Bereich der Tank- und Rastanlage

gefährdet sein. Daher muss die Sofortmaßnahme zum Schutz der Brunnen 7n und 3ö erweitert werden.

Erweiterte Sofortmaßnahme (Anlage 6.5, Blatt 3)

Als erweiterte Sofortmaßnahme zur Gefahrenabwehr wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Abschalten der Trinkwasserbrunnen 3ö, 4ö, IV und 7n,
- Durchführung einer Schutzinfiltration bei Trinkwasserbrunnen 3ö, 4ö, IV und 7n.

Abwehr-/ Sanierungsmaßnahme (Anlage 6.5, Blatt 4)

Als nachhaltige Abwehr- und Sanierungsmaßnahme wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Die Trinkwasserbrunnen 4ö und IV bleiben ausgeschaltet,
- es werden 2 Abwehr-/ Sanierungsbrunnen im östlichen Nahbereich des Trinkwasserbrunnens 4ö und auf der südlichen Enzuferseite im Oberstrom des Trinkwasserbrunnen IV betrieben.
- als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich des Wassers aus den abgeschalteten Trinkwasserbrunnen 4ö und IV wird eine Steigerung der Entnahmerate aus 2w und 1w sowie aus 4n empfohlen.

7 Gesamt-Sicherheitsbetrachtung unter Berücksichtigung der Modellergebnisse und der Schutzfunktion der Deckschichten

Das Bearbeitungsgebiet BAB A8 mit den Sonderbereichen „Brückengründung Enz“, „Tank- und Rastanlage Pforzheim-Nord (Enzberg)“ sowie „Ehemalige US-Tankstelle Pforzheim“ liegt in den Wasserschutzzonen IIB und III der Trinkwassergewinnungsanlagen in der Enzaue. Sollte sich im Bearbeitungsgebiet ein Havariefall ereignen, der einen Schadstoffeintrag in den zur Trinkwassergewinnung genutzten Buntsandsteinaquifer zur Folge hätte, wären

nach den Ergebnissen der Grundwassermodellierung je nach Eintragsort Trinkwasserbrunnen der Stadtwerke Pforzheim (Wassergewinnungsanlagen Lindenbusch) und der Gemeinde Niefern-Öschelbronn gefährdet. Zum Schutz der Brunnen und der Trinkwasserversorgung müssten auf Grund der hohen Fließgeschwindigkeiten bzw. Transportgeschwindigkeiten im Buntsandsteinaquifer in kürzester Zeit die empfohlenen hydraulischen Gefahrenabwehrmaßnahmen eingeleitet und durchgeführt werden. Als wesentliches Ergebnis der Modellierung ist eine Zuordnung zwischen einem potentiellem Havarieort und einem oder mehrerer gefährdeter Brunnen möglich, so dass die Abwehrmaßnahmen gezielt und erfolgreich durchgeführt werden könnten.

Die für den südlichen Trassenbereich berechneten hohen Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers würden eine kurze Reaktionszeit zwischen einem potentiellen Havariefall und den notwendigen Gefahrenabwehrmaßnahmen bedeuten und daher einen nicht unerheblichen Risikofaktor darstellen. Bei der Bewertung der Berechnungsergebnisse ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese sich allein auf die Grundwasserströmung im Buntsandsteinaquifer beziehen und es sich somit um ein fiktives worst case Modellszenario handelt, das vermutlich so nie eintreten wird.

Die im Untersuchungsgebiet nachgewiesene Grundwasserüberdeckung und die damit verbundenen Schutzeigenschaften können die Reaktionszeit zwischen einem potentiellen Havariefall und den notwendigen Gefahrenabwehrmaßnahmen erheblich verlängern oder sogar eine Tiefenversickerung von Schadstoffen in den Trinkwasseraquifer verhindern.

Nach [U8] und den Berechnungsergebnissen zur Gesamtschutzfunktion der Deckschichten im Bereich der Tank- und Rastanlage Pforzheim-Nord (Enzberg) [U4] reicht die Gesamtschutzfunktion der Deckschichten im Bearbeitungsgebiet nach HÖLTING [U9] von „mittel“ bis „sehr hoch“. Dies bedeutet, dass die Verweildauer von Sickerwässern ab dem Versickerungszeitpunkt bis zum Erreichen des Grundwasserkörpers zwischen 3 und > 25 Jahre liegt. Bei den Zeitangaben handelt es sich um Größenordnungen, die vor Ort vermutlich auch unter- oder überschritten werden können. Potentielle Schadstoffe können sich in der ungesättigten Bodenzone anders verhalten, als reines Sickerwasser, das als Transportmedium genutzt wird. Hier sind unterschiedliche Kapillaritäten als auch Adsorptions- und Abbauvorgänge zu berücksichtigen. Auch wenn hierzu keine gesicherten Erkenntnisse vorliegen, so ist davon auszugehen, dass die vorhandenen Deckschichten auf Grund der Verlängerung der Reaktionszeiten einen erheblichen Zuwachs an Sicherheit für die Trinkwasserbrunnen bieten.

Bei einer entsprechenden Ausbildung der Deckschichten ist der Erfolg einer Vor-Ort-Sanierung nach einem Havariefall auf Grund folgender Faktoren sehr hoch [U4]:

- Fließwege eines kontaminierten Sickerwassers.
  Die Ausbreitung flüssiger Schadstoffe wird von den hydraulischen Eigenschaften der Gesteinsschichten bestimmt. Stauende Schichten, wie z.B. Lehme, werden auch bei geringerer Mächtigkeit eine horizontale Verbreitung flüssiger Schadstoffe bewirken. Ein spontaner, vertikaler Schadstofftransport ist daher eher unwahrscheinlich.

- Schadstoffrückhaltevermögen über den Porenraum und die Kapillarität des Untergrundes.
  Speziell bei Wasser gebundenen Schadstoffen bewirkt die hohe Kapillarität des vorhandenen bindigen Bodenmaterials, dass ein der Schwerkraft entgegen gesetzter Transport stattfindet und somit eine Versickerung verhindert wird. Ein Stofftransport in das Buntsandsteingebirge tritt nur dann ein, wenn die Poren der quartären Deckschichten einen sehr hohen Wassersättigungsgrad aufweisen und damit ein kapillarer Aufstieg gegen von oben eindringendes Sickerwasser unmöglich wird.

- Verweildauer von Schadstoffen im Untergrund.
  Die Berechnungen nach HÖLTING zeigen deutlich, dass selbst geringmächtige, tonige Schichten eine hohe Schutzfunktion haben und damit auch eine hohe Verweildauer von möglicherweise kontaminiertem Sickerwasser bewirken. Es bleibt im Havariefall daher genügend Zeit um die zur Entfernung des kontaminierten Bodenmaterials notwendigen Aushubmaßnahmen zu organisieren und erfolgreich durchzuführen.

Im Bereich der Enzaue bieten die geringen Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers im quartären Grundwasserleiter neben den quartären Deckschichten einen zusätzlichen Schutz gegen eine weitreichende Schadstoffverfrachtung. Selbst wenn es im Havariefall nicht gelingen würde, sämtliches verunreinigte Bodenmaterial zu entfernen und daher eine Verunreinigung des quartären Grundwassers zu besorgen wäre, könnte auf Grund der günstigen hydraulischen Bedingungen durch den Betrieb eines Sanierungsbrunnens im Schadensbereich die Ausbildung einer Schadstofffahne weitgehend verhindert werden.

Die beschriebenen Szenarien zeigen, dass die Durchführung einer sofortigen umfangreichen hydraulischen Gefahrenabwehr im Havariefall neben der Art eines Schadensereignisses wesentlich von der geologischen und hydrogeologischen Standortsituation unter besonderer Berücksichtigung der Deckschichten im Havariebereich abhängt.

8 Handlungsempfehlungen für die Gefahrenabwehr im Havariefall

Die Handlungsempfehlungen für das Vorgehen zum Schutz der Trinkwasserbrunnen und des Grundwassers im potentiellen Havariefall auf der Ausbautrasse BAB A8 (Enztalquerung und Südtrasse) sowie für die Bereiche der Tank- und Rastanlage Pforzheim Nord und der ehemaligen US-Tankstelle sind im Anhang des vorliegenden Berichtes zusammengestellt. Bei der Konzeption der Handlungsempfehlungen wurde insbesondere darauf Wert gelegt, dass die Abwehrmaßnahmen für den jeweiligen Havariestandort schnell eingeleitet werden können. Dabei wurde bewusst auf Angaben zu technischen Details verzichtet, da es sich um eine Anleitung für eine Sofortmaßnahme handelt, die nach erfolgreicher Installation und Inbetriebnahme der notwendigen technischen Maßnahmen optimiert werden sollte.

Die Handlungsempfehlungen bestehen aus folgenden 5 Teilen:

Teil 1: Begriffserläuterungen

Gefährdete Trinkwasserbrunnen

Ein Havariefall kann einen oder mehrere Trinkwasserbrunnen gefährden. Die Stromlinien (Grundwasserfließrichtung) innerhalb eines Risikobereichs (s.u.) führen direkt gefährdeten Trinkwasserbrunnen oder in deren nähere Umgebung.

Risikobereiche

Risikobereiche sind Trassenabschnitte oder Sonderbereiche, für die nach den Ergebnissen der Strömungsberechnungen eine Zuordnung zwischen dem Ort eines Schadstoffeintrages und den gefährdeten Trinkwasserbrunnen möglich ist. Sie werden mit den Namen der im Schadensfall gefährdeten Trinkwasserbrunnen bezeichnet, wie z.B. Risikobereich Brunnen 2ö/3ö. Insgesamt wurden 11 Risikobereiche unterschieden.

Die Zuordnung sollte im Schadensfall anhand der vorliegenden Unterlagen von einer Fachperson durchgeführt werden.

Abschnitte (Nummerierung)

Die Risikobereiche werden zur Identifizierung mit durchlaufenden Abschnitts-Nummern gekennzeichnet. Da ein Brunnen durch Havariefälle an unterschiedlichen

Orten gefährdet sein kann, ist die Bezeichnung des Risikobereiches zur Identifikation und Auslösung einer Gefahrenabwehrmaßnahme nicht immer eindeutig. Daher wurden einzelnen Abschnitten der Autobahntrasse, der Anschlussstelle Pforzheim Ost, sowie den Sonderbereichen „Pfeiler der Enzbrücke“, „T&R-Anlage Pforzheim Nord (Enzberg)“ und der ehemaligen US-Tankstelle eindeutige Abschnitts-Nummern zugeordnet. Abschnitte und Risikobereiche haben identische Abgrenzungen.

Schadensbewertung

Vor Durchführung der einzelnen Gefahrenabwehrmaßnahmen sollte jeweils eine Bewertung der aktuellen Schadenssituation in Bezug auf eine mögliche Gefährdung von Trinkwasserbrunnen durchgeführt werden..

Infiltrationsmaßnahme

Die Infiltration erfolgt als Sofortmaßnahme nach Abschaltung des gefährdeten Trinkwasserbrunnens in der vorhandenen Vorfeldmessstelle und dient zum Aufbau einer hydraulischen Barriere vom dem Trinkwasserbrunnen (Wasserberg).

Abwehr-/ Sanierungsbrunnen

Die Brunnen werden zur hydraulischen Gefahrenabwehr und zur Abschöpfung verunreinigten Grundwassers im Grundwasserschadensfall gebaut und betrieben.

Grundwassermonitoring

Das Grundwassermonitoring besteht aus kontinuierlichen Grundwasserstandsmessungen, kontinuierlichen Aufzeichnungen von Pumpmengen sowie der Durchführung physikalisch-chemischen Wasseruntersuchungen.

Teil 2: <u>Beschreibung der generellen Vorgehensweise</u>

In Teil 2 der Handlungsempfehlung wird die generelle Vorgehensweise zur Gefahrenabwehr im Havariefall aufgelistet. Sie sollte bei allen Havariefällen Anwendung finden, ist aber gleichzeitig so gestaltet, dass Abweichungen von der vorgeschlagenen Vorgehensweise nach der Schadensbewertung möglich sind.

Das Vorgehen im Havariefall besteht aus folgenden drei Haupt-Maßnahmen:

- Schadensmeldung,

- Schadensfeststellung und Schadensbewertung,
- Abwehrmaßnahmen vor Ort und im Brunnenbereich.

Diese gliedern sich in folgende Einzelschritte:

Schadensmeldung

- Feuerwehr / Polizei
- Stadtwerke Pforzheim (SWP)
- Gemeinde Niefern-Öschelbronn (Wasserversorgung)
- Regierungspräsidium Karlsruhe (RP Karlsruhe)
- Landratsamt des Enzkreises (LRA-Enzkreis)
- Amt für Umweltschutz der Stadt Pforzheim (AfU)

Schadensfeststellung und Schadensbewertung

- Erfassung der Havarieart
- Zuordnung des Havariestandortes zu einem Trassenabschnitt
- Identifikation der Schutzobjekte (Trinkwasserbrunnen)
- Feststellung einer möglichen Freisetzung Wasser gefährdender Stoffe
- Durchführung einer Schadensbewertung
- Festlegung des weiteren Vorgehens mit Prioritätenliste

Abwehrmaßnahmen vor Ort und im Brunnenbereich

Die Maßnahmen werden nur dann eingeleitet, wenn bei der Begutachtung vor Ort eine tatsächliche Gefahr für das Grundwasser bzw. für die Trinkwasserbrunnen nachgewiesen oder als sehr wahrscheinlich eingestuft wurde.
Die Schadensbewertung nimmt i.d.R. je nach geografischer Lage des Havariestandortes das Landratsamt des Enzkreises oder das Amt für Umweltschutz der Stadt Pforzheim (AfU) vor.

Sollte eine Schadensbeseitigung am Havariestandort (Sanierung) keinen Erfolg haben, wird empfohlen, in Abstimmung mit den jeweiligen Wasserversorgern folgende hydraulischen Schutzmaßnahmen einzuleiten:

- Abschaltung des gefährdeten Trinkwasserbrunnens,
- Infiltration von Wasser in der Vorfeldmessstelle des gefährdeten Trinkwasserbrunnens,

- Bau eines oder mehrerer Abwehrbrunnen:
  - bei einer Havarie in der Enzaue am Havariestandort,
  - bei einer Havarie im Buntsandsteingebirge am südlichen Rand der Enzaue im Anstrom der gefährdeten Brunnen,
- Installation einer mobilen Aufbereitungsanlage,
- Betrieb des Abwehrbrunnens und der Aufbereitungsanlage mit Ableitung des gereinigten Wassers,

Messung von Wasserständen und Durchführung eines Grundwassermonitorings auf Havarie-spezifische Schadstoffe

- im Trinkwasserbrunnen,
- im Abwehrbrunnen (Rohwasser + gereinigtes Wasser),
- in den Beobachtungsmessstellen,
- in benachbarten Trinkwasserbrunnen.

Teil 3: <u>Lagepläne mit Risikobereichen</u>

Der Teil 3 der Handlungsempfehlung dient im potentiellen Schadensfall zur Orientierung, auf welchem der definierten Trassenabschnitte sich die Havarie ereignet hat und welchem Gefährdungsbereich (Risikobereich) der Trassenabschnitt zuzuordnen ist. Er enthält insgesamt 7 Lagepläne für den BAB A8-Trassenabschnitt in der Enzaue einschl. Anschlussstelle Pforzheim-Ost und den Gründungsbereich der Enzbrücke, den südlichen Trassenabschnitt BAB A8, den Bereich der T&R-Anlage Pforzheim-Nord und den Bereich der ehemaligen US-Tankstelle Pforzheim mit folgenden Angaben zur Orientierung:

- Nummerierung der Trassenabschnitte mit Zuordnung zu den einzelnen Gefahrenbereichen,
- Lage der Trinkwasserbrunnen,
- Kilometrierung (Südtrasse),
- Grundwasserströmungslinien.

Die Lagebestimmung eines potentiellen Havariestandortes sowie eine erste Einschätzung der Gefährdung von Schutzobjekten sind bereits anhand der Lagepläne aus Teil 3 der Handlungsempfehlung möglich.

Teil 4: <u>Abschnittsbezogene Handlungsanweisungen</u>

In den abschnittsbezogenen Handlungsanweisungen im Teil 4 des Anhangs wird die zur Gefahrenabwehr notwendige Vorgehensweise beschrieben. Dabei wurde für jeden einzelnen Trassenabschnitt einschließlich Anschlussstelle Pforzheim Ost, den Bereich der geplanten Brückengründung sowie für die T&R-Anlage und für den Bereich der ehemaligen US-Tankstelle ein getrenntes Anweisungsblatt erstellt, das wie folgt aufgebaut ist:

- Nennung des Trassenabschnittes,
- Nennung des Gefahrenbereiches mit Bezug auf die gefährdeten Trinkwasserbrunnen (TWBr.),
- Darstellung des jeweiligen Trassenabschnittes,
- Beschreibung der für den jeweiligen Trassenabschnitt konzipierten Gefahrenabwehrmaßnahmen (Sofortmaßnahmen).

Durch die übersichtlichen Einzeldarstellungen sind in Verbindung mit den Übersichtskarten aus Teil 3 eine gute Geländeorientierung und damit auch eine genaue Zuordnung zwischen der Lage des Havariestandortes und der gefährdeten Trinkwasserbrunnen möglich.

Teil 5: <u>Gefahrenabwehrdiagramm</u>

Das im Anhang, Teil 5 dargestellte Diagramm dient als Entscheidungshilfe zur Durchführungen der jeweils notwendigen Gefahrenabwehrmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung des Havariestandortes (Enzaue / Südtrasse) und einer möglichen Beseitigung des Primärschadens an der Oberfläche oder im oberflächennahen im Havariebereich.

9 Zusammenfassung und Vorschläge für das weitere Vorgehen

<u>Situation</u>

Das Bearbeitungsgebiet BAB A8 mit den Sonderbereichen „Brückengründung Enz“, „Tank- und Rastanlage Pforzheim-Nord (Enzberg)“ sowie „Ehemalige US-Tankstelle Pforzheim“ liegt in den Wasserschutzzonen IIB und III der Trinkwassergewinnungsanlagen in der Enz-

aue. Sollte sich im Bearbeitungsgebiet ein Havariefall ereignen, der einen Schadstoffeintrag in den zur Trinkwassergewinnung genutzten Buntsandsteinaquifer zur Folge hätte, könnten je nach Eintragsort möglicherweise Trinkwasserbrunnen der Stadtwerke Pforzheim (Wassergewinnungsanlagen Lindenbusch) und der Gemeinde Niefern-Öschelbronn gefährdet sein.

Aufgabenstellung

Es sollte untersucht werden, ob und in welchen Bereichen von den geplanten Baumaßnahmen mögliche Gefahren für die Trinkwasserbrunnen im Enztal ausgehen und wie diese durch geeignete hydraulische Maßnahmen minimiert werden können. Hierzu waren Gefahrenabwehrkonzepte mit entsprechenden Handlungsempfehlungen zu erstellen.

Einsatz des Grundwasserströmungsmodells / Handlungsempfehlungen

Mit Hilfe des eingesetzten numerischen Grundwassermodells wurde die Grundwasserströmung sowohl für das quartäre Grundwasser der Enzaue als auch für den zur Trinkwassergewinnung genutzten Buntsandsteinaquifer nachgebildet und ausgewertet. Dies erfolgte für unterschiedliche hydrologische Randbedingungen.

Die berechneten Strömungslinien beschreiben den Pfad eines im Grundwasser potentiell gelösten Stoffes von einem Eintragsort bis zu einem Zielort. Damit ist eine Zuordnung zwischen dem Ort eines Schadstoffeintrages und einem gefährdeten Schutzobjekt, wie z.B. einem Trinkwasserbrunnens möglich. Die potentiellen Schadstoffeintragsorte (= Havarieorte) werden im vorliegenden Bericht als sogenannte Risikobereiche definiert.

Auf Grundlage der berechneten Strömungslinien wurde zum Schutz der Trinkwasserbrunnen für die einzelnen Risikobereiche hydraulische Gefahrenabwehrkonzepte entwickelt und als Handlungsempfehlungen dem Bericht im Anhang beigefügt. Dieser beinhaltet alle wesentlichen Informationen, die im Havariefall für eine erste Entscheidungsfindung zur Durchführung möglicher Gefahrenabwehrmaßnahmen notwendig sind.

Die Entscheidung über das tatsächliche Vorgehen bei einem Havariefall sollte weiterhin eine Einzelfalleinscheidung sein, die vor Ort von Sachverständigen getroffen werden muss. Die in vorliegenden Bericht vorgestellten Modellergebnisse liefern die notwendigen Grundlagen.

Gesamtbewertung

Das Bearbeitungsgebiet BAB A8 mit den Sonderbereichen „Brückengründung Enz“, „Tank- und Rastanlage Pforzheim-Nord (Enzberg)“ sowie „Ehemalige US-Tankstelle Pforzheim“ liegt in den Wasserschutzzonen IIB und III der Trinkwassergewinnungsanlagen in der Enzaue. Sollte sich im Bearbeitungsgebiet ein Havariefall ereignen, der einen Schadstoffeintrag in den zur Trinkwassergewinnung genutzten Buntsandsteinaquifer zur Folge hätte, könnten nach den Ergebnissen der Grundwassermodellierung je nach Eintragsort Trinkwasserbrunnen der Stadtwerke Pforzheim (Wassergewinnungsanlagen Lindenbusch) und der Gemeinde Niefern-Öschelbronn gefährdet sein.

Als wesentliches Ergebnis der Modellierung ist eine Zuordnung zwischen einem potentiellem Havarieort und einem oder mehrerer gefährdeter Brunnen möglich, so dass bei einer nachgewiesenen Grundwasserverunreinigung die konzipierten hydraulischen Gefahrenabwehrmaßnahmen gezielt und erfolgreich eingesetzt werden können.

Die für den südlichen Trassenbereich einschl. Tank- und Rastanlage und ehemalige US-Tankstelle berechneten hohen Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers würden eine kurze Reaktionszeit zwischen einem potentiellen Havariefall und den notwendigen Gefahrenabwehrmaßnahmen bedeuten und daher einen nicht unerheblichen Risikofaktor darstellen. Dieses Risiko wird durch die nachgewiesene Grundwasserüberdeckung stark abgemindert, da diese eine erhebliche Zunahme der Sickerdauer vom potentiellen Eintragsort bis in den genutzten Buntsandstein-Grundwasserkörper bis zu mehrere Jahre bewirkt.

Weiteren Schutz bieten lokal sehr mächtige, wasserstauende lehmige Deckschichten, das Vorkommen schwebender Grundwässern, sowie Stoff abhängige Adsorptions- und Abbauvorgänge in der ungesättigten Bodenzone.

Im Bereich der Enzaue wird die Schutzfunktion der quartären Deckschichten durch die geringen Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers im quartären Grundwasserleiter wesentlich unterstützt.

Weiteres Vorgehen

Alle Berechnungen, Darstellungen und Empfehlungen zur hydraulischen Gefahrenabwehr basieren auf einer Datenbasis, die insbesondere östlich der BAB A8 und im Bereich des südlichen Trassenverlaufs sehr lückenhaft ist. Es wird daher dringend empfohlen, vor der Umsetzung der

geplanten Baumaßnahmen folgende weitere Erkundungsschritte verbunden mit hydraulischen Feldversuchen durchzuführen:

- Bau und Betrieb von Vorfeldmessstellen.

  Das Grundwassermessstellennetz der Wasserversorger sollte um die noch fehlenden Vorfeldmessstellen im Bereich der jeweiligen Wasserschutzzonen I der produktiven Trinkwasserbrunnen ergänzt werden. Die Vorfeldmessstellen dienen zur Kontrolle der Grundwasserstände bei unterschiedlichen hydrologischen Randbedingungen sowie zur Überwachung der Grundwasserqualität im Brunnenbereich (Grundwassermonitoring).

  Sie müssen so ausgebaut sein, dass sie für die Durchführung der beschriebenen Infiltrationsmaßnahmen zur Gefahrenabwehr geeignet sind. Alle Messstellen sollten zum Schutz vor Vandalismus oder Anschlägen mit gefährlichen Stoffen geschützt sein. Hierzu sollten die Vorfeldmessstellen innerhalb der eingezäunten Zone I liegen, die evtl. dafür zu erweitern wäre.

- Überprüfung der Einzugsgebiete der Trinkwasserbrunnen.

  Anhand der Förderraten der einzelnen Trinkwasserbrunnen und der Grundwasserstände im Buntsandstein und im Quartär ist es möglich, das Absenkungsverhalten der Brunnen im Routinepumpbetrieb zu quantifizieren und daraus deren Einzugsgebiete (Richtung einer potentiellen Schadstofffahne) abzuleiten.

- Pumpversuche / Infiltrationsversuche.

  Über Pumpversuche und Infiltrationsversuche können wesentliche Informationen zur Wirksamkeit der vorgeschlagenen hydraulischen Gefahrenabwehrmaßnahmen sowie zu Wasseraustauschvorgängen zwischen dem quartärem Aquifer und dem Buntsandsteinaquifer gewonnen werden.

  Die Versuche sollten in enger Zusammenarbeit mit den Wasserversorgern in ausgewählten Trinkwasserbrunnen (Abschaltung + Wiederinbetriebnahme), Vorfeldmessstellen (Pumpversuche + Infiltrationsversuche) und weiteren bereits vorhandenen Grundwassermessstellen (Pumpversuche) durchgeführt werden.

- Fortschreibung des Grundwassermodells und der Handlungsempfehlungen.

  Das bestehende Grundwasserströmungsmodell sollte mit den Kennwerten aus den o.g. Versuchen fortgeschrieben werden. Dadurch kann die Grundwassersituation im Untersuchungsgebiet immer realitätsnäher nachgebildet und das bestehende hydraulische Gefahrenabwehrkonzept weiter optimiert werden.

- Einbindung des empfohlenen Gefahrenabwehrkonzeptes in die bestehenden Schutzkonzepte der Wasserversorger.

  Das vorgestellte hydraulische Gefahrenabwehrkonzept soll keine Insellösung darstellen, sondern die bestehenden Gefahrenabwehrkonzepte der Wasserversorger um die Belange der geplanten Baumaßnahmen erweitern.

Dr. Manfred W. Schneider, Dipl.-Geologe

gez. Nicole Förster, Dipl.-Geologin
(Grundwassermodellierung)