

Projekt:

## **Sicherung der TwVersorgung der Gemeinde Mömlingen**

### **Brunnen TB 4, TB 5 und TB 6**

### **Hydrogeologische Erkundung 2012 und Abschlussgutachten**

#### **(Zwischenbericht)**

Auftraggeber:



**Gemeinde Mömlingen  
Hauptstraße 70  
63853 Mömlingen**

---

## I. Inhaltsverzeichnis

---

	Seite
<b>1. Veranlassung, Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2. Erkundungsmaßnahmen und Untersuchungen 2012</b>	<b>3</b>
<b>3. Neuvermessungen und hydrologische Messungen 2012</b>	<b>4</b>
3.1 Vermessungen von Brunnen, GwMessstellen und Quellen	4
3.2 Abflussmessungen am Amorbach	4
3.3 GwStichtagsmessungen	5
3.4 Qualitätsmessungen an den Quellen A bis D	7
3.4.1 Darstellung der Messergebnisse	7
3.4.2 Schlussfolgerungen für die Brunnen TB 4 und TB 5	8
<b>4. Kombierter Pump- und Markierungsversuch</b>	<b>10</b>
4.1 Grundüberlegung, Versuchskonzept	10
4.2 Versuchsablauf	12
4.3 Wesentliche Versuchsergebnisse	13
4.3.1 SF <sub>6</sub> -Befunde	13
4.3.2 Feldmessungen, Förderdaten, Wasseranalysen	14
4.3.3 Mikrobiologie Rohwasser Brunnen TB 4 und TB 5	15
4.4 Interpretation des Markierungsversuchs	17
4.4.1 Brunnen TB 4	17
4.4.2 Brunnen TB 5	19
<b>5. Schlussfolgerungen für den Brunnenbetrieb</b>	<b>21</b>
<b>6. Aktualisierung der hydrogeologischen Modellvorstellung</b>	<b>23</b>
<b>7. Grundwassermodellierung für den Bereich Mömlingen</b>	<b>27</b>
7.1 Modellkonzept, Kalibrierungsstrategie, Modellierungsziele	27
<b>8. Empfehlungen zum Brunnenbetrieb und wasserrechtliche Belange</b>	<b>29</b>
8.1 Brunnenbetrieb und Gestaltung des Entnahmerechtes	29
8.2 Bemessung des Wasserschutzgebietes	29
8.3 Weitere Maßnahmen	31
<b>9. Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise</b>	<b>33</b>
<b>10. Zusammenfassung</b>	<b>34</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Bestehende Entnahmebewilligung für die Tiefbrunnen TB 2, TB 4 und TB 5 der Gemeinde Mömlingen	1
Tabelle 1-2:	Entnahmeantrag 2008 für die Tiefbrunnen TB 4, TB 5 und TB 6 /1/	1
Tabelle 1-3:	Prognostizierter Wasserbedarf der Gemeinde Mömlingen bis 2060 (nach /3/)	2
Tabelle 2-1:	Erkundungsmaßnahmen und Untersuchungen 2012 – Übersicht	3
Tabelle 3-1:	Angaben zur GwStichtagsmessung vom 27.11.2003 (aus /1/)	5
Tabelle 3-2:	Ausgewählte GwStände vom 27.11.2003 (aus /1/) und vom 01.08.2012	6
Tabelle 3-3:	Wasserspiegelniveaus an den Quellen A bis D	6
Tabelle 3-4:	Elektrische Leitfähigkeit und Temperatur der Quellwässer und des Mömling-Wassers am 22.09.2012 (ca. 14:30 h)	7
Tabelle 3-5:	Brunnen Mömlingen und Gewässer Mömling – (Roh-)Wasserqualität, 2001 bis 2011 – Mittelwerte der elektrischen Leitfähigkeit (aus /3/)	7
Tabelle 3-6:	Temperatur- und Leitfähigkeitsmessungen vom 20.09. bis 08.11.2012	9
Tabelle 4-1:	Mögliche Ergebnisse des kombinierten PV/MV (Erwartungen)	11
Tabelle 4-2:	Messungen und Beprobungen beim Pump- und Markierungsversuchs	12
Tabelle 4-3:	Wasseranalysen Quelle D, Br. TB 4 und TB 5 und Mömling am 05./06.11.2012	14
Tabelle 4-4:	Br. TB 4 und TB 5 – Rohwasseranalysen, Pump- und Markierungsversuch 2012	15
Tabelle 4-5:	Br. TB 4, TB 5 und TB 6 – Trübungsmessungen am Rohwasser nach /4/	17
Tabelle 7-1:	Konzept für das „GwModell Mömlingen“	27
Tabelle 8-1:	WSG-Konzept für die Brunnen TB 4 und TB 5, Stand 11/2012	29

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1:	Wasserspiegelniveaus der Mömling (14.12.2011; aus /3/)	18
Abbildung 6-1:	Markanter Quelltopf an Quelle D, mittlerer Teil (22.10.2012)	25
Abbildung 8-1:	WSG-Abgrenzungsschema für die Brunnen TB 4 und TB 5 Mömlingen nach /8/	31

---

## II. Anlagenverzeichnis

---

### **Anlage 1 Lageplan und Einmessergebnisse**

- Anlage 1.1 Lageplan mit Abflussmessergebnisse am Amorbach, 1:10.000
- Anlage 1.2 Einmessdaten und Ergebnisse der GwStichtagsmessungen
- Anlage 1.3 Einzelergebnisse der Abflussmessungen am Amorbach im Sommer/Herbst 2012
  - Anlage 1.3.1 Messung 01.08.2012
  - Anlage 1.3.2 Messung 31.10.2012
- Anlage 1.4 Interpretation der Betriebssimulation 08 + 09/2010 aus /3/ und aktuelle GwStands- und Quelleinmessungen

### **Anlage 2 Aktualisierte hydrogeologische Profilschnitte**

- Anlage 2.1 Topografische Karte mit Lage der Brunnen und GwMessstellen und Profilschnittlinien, M 1:10.000
- Anlage 2.2 Hydrogeologische Profilschnitte, M 1:10.000 / 1:1.000
  - Anlage 2.2.1 Hydrogeologischer Profilschnitt A-A'
  - Anlage 2.2.2 Hydrogeologischer Profilschnitt B-B'

### **Anlage 3 GwGleichenpläne, M 1:10.000 / 1:5.000**

- Anlage 3.1 Stichtagsmessung 01.08.2012
- Anlage 3.2 Stichtagsmessung 31.10.2012

### **Anlage 4 Kombiniertes Pump- und Markierungsversuch an den Brunnen TB 4 und TB 5 bzw. an der Mömling im Zeitraum August bis November 2012**

- Anlage 4.1 Versuchskonzept
- Anlage 4.2 Ablaufplan Pump- und Markierungsversuch Mömlingen 2012 - Ursprüngliche Planung
- Anlage 4.3 Zusammenstellung der Markierungsstoffnachweise und der Ergebnisse der mikrobiologischen Rohwasseranalysen
- Anlage 4.4 Dokumentation und Aufbereitung der Versuchsdaten und -ergebnisse
  - Anlage 4.4.1 Förderung und Wasserstandsentwicklung an den Brunnen TB 4 und TB 5
  - Anlage 4.4.2 Entwicklung Wasserstand, elektrische Leitfähigkeit und Temperatur
  - Anlage 4.4.3 Tabellarische Zusammenstellung der Wasserstandsmessungen
- Anlage 4.5 Ergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen des Förderwassers der Brunnen TB 4 und TB 5 sowie an der Mömling und an Quelle D
  - Anlage 4.5.1 Brunnen TB 4
  - Anlage 4.5.2 Brunnen TB 5
  - Anlage 4.5.3 Mömling
  - Anlage 4.5.4 Quelle D

- Anlage 4.6 Ergebnisse der mikrobiologischen Rohwasseranalysen des Förderwassers der Brunnen TB 4 und TB 5 nach TrinkwV, Anlage 1
- Anlage 4.6.1 Brunnen TB 4
- Anlage 4.6.2 Brunnen TB 5
- Anlage 4.7 Ergebnisbericht des Spurenstofflabors Dr. Oster zum Markierungsversuch an der Mömling, Wachenheim, 14.11.2012
- Anlage 5 Konzeptionelle Überlegungen zur WSG-Bemessung für die Brunnen TB 4 und TB 5 – Vorläufiges WSG-Konzept, Stand 10/2012**
- Anlage 6 Konzeptionelle Überlegungen zur zukünftigen Wasserversorgung der Gemeinde Mömlingen und der Stadt Obernburg**

---

### III. Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

---

- /1/ Trinkwasserversorgung der Gemeinde Mömlingen, Brunnen TB 4, TB 5 und TB 6; Antragsunterlagen für eine gehobene Erlaubnis zum Entnehmen und Ableiten von Grundwasser sowie zur Festsetzung eines Wasserschutzgebietes  
Genesis Umwelt Consult GmbH, Schwabach, 29.04.2008
- /2/ Vollzug der Wasser- und Bodenschutzgesetze; Tiefbrunnen 4, 5 und 6 der Gemeinde Mömlingen; hier: Antrag auf gehobene wasserrechtliche Erlaubnis und Trinkwasserschutzgebietsausweisung  
Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg, Az. 43-8631.01/02, Aschaffenburg, 04.11.2010
- /3/ Sicherung der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Mömlingen, Brunnen TB 4, TB 5 und TB 6 – Hydrogeologisches Gutachten und Wasserbedarfsprognose  
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen, April 2012
- /4/ Sicherstellung der TwVersorgung der Gemeinde Mömlingen; Bewirtschaftungsoptimierung der Brunnen TB 4, TB 5 und TB 6 – Dokumentierender Bericht über die Durchführung von bestandsermittelnden Untersuchungen und einer Betriebssimulation  
Genesis Umwelt Consult GmbH, Schwabach, 23.01.2006
- /5/ Topographische Karte M 1:25.000, Blatt 6120 Obernburg a.Main  
Bayer. Landesvermessungsamt, München, 2005
- /6/ HAD – Hydrologischer Atlas von Deutschland  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Freiburg, 2003
- /7/ Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser – Technische Regel, Arbeitsblatt W 101  
DVGW, Bonn, Juni 2006
- /8/ Merkblatt Nr. 1.2/7 – Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung – Teil 1: Wasserschutzgebiete als Bereiche besonderer Vorsorge – Aufgaben, Bemessung und Festsetzung  
Bayer. Landesamt für Umwelt, Augsburg, 01.01.2010
- /9/ Sicherung der TwVersorgung der Stadt Obernburg am Main – Ermittlung des optimalen Brunnenbetriebs zur Begrenzung der Belastung durch Pflanzenschutzmittel; Hydrogeologischer Bericht  
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen, Februar 2011
- /10/ Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung  
B. Hölting et al., Geol. Jb. C. Heft 63, Hannover 1995
- /11/ Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001, 16. Änderung, Stand November 2001  
Umweltbundesamt, Berlin, November 2011

## 1. Veranlassung, Aufgabenstellung

Die Gemeinde Mömlingen betreibt derzeit zur gemeindlichen Wasserversorgung die Tiefbrunnen TB 4 und TB 5, wofür – gemeinsam mit dem zwischenzeitlich verfüllten Tiefbrunnen TB 2 – eine bis zum 31.12.2012 befristete wasserrechtliche Bewilligung zur Entnahme und Ableitung von Grundwasser wie folgt besteht:

*Tabelle 1-1: Bestehende Entnahmebewilligung für die Tiefbrunnen TB 2, TB 4 und TB 5 der Gemeinde Mömlingen*

Brunnen	TB 2	TB 4	TB 5
Grundstück Fl.-Nr.	5535	5486	5000
Gemarkung	Mömlingen	Mömlingen	Mömlingen
Maximale Entnahmeraten	10 l/s	8 l/s	12 l/s
	575 m <sup>3</sup> /d	400 m <sup>3</sup> /d	690 m <sup>3</sup> /d
	130.000 m <sup>3</sup> /a	100.000 m <sup>3</sup> /a	160.000 m <sup>3</sup> /a

Nach dieser Bewilligung dürfen aus dem Brunnen TB 2, TB 4 und TB 5 maximal 30 l/s, 1.450 m<sup>3</sup>/d und 270.000 m<sup>3</sup>/a abgeleitet werden.

Im Hinblick auf die langfristige Sicherung der TwVersorgung der Gemeinde Mömlingen wurde 2008 die Entnahme aus den Brunnen TB 4, TB 5 und TB 6 wie folgt beantragt /1/:

*Tabelle 1-2: Entnahmeantrag 2008 für die Tiefbrunnen TB 4, TB 5 und TB 6 /1/*

Brunnen	TB 4	TB 5	TB 6	Summe
Grundstück Fl.-Nr.	5486	5000	5001	
Gemarkung	Mömlingen	Mömlingen	Mömlingen	
Maximale Entnahmeraten	15 l/s	15 l/s	7 l/s	37 l/s
	246.400 m <sup>3</sup> /a	246.400 m <sup>3</sup> /a	100.000 m <sup>3</sup> /a	246.400 m <sup>3</sup> /a

Des Weiteren wurde in /1/ auch die Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Brunnen TB 4, TB 5 und TB 6.

Nach /2/ sind die 2008 vorgelegten Unterlagen für die Durchführung der wasserrechtlichen Verfahren nicht geeignet; die hierzu notwendigen Nachweise sind in diesem Schreiben des Wasserwirtschaftsamtes Aschaffenburg an das Landratsamt Miltenberg genannt. Die Erarbeitung dieser Nachweise erfordert jedoch ein mit den Behörden abgestimmtes, stufenweises Vorgehen.

Vor diesem Hintergrund wurde im Auftrag der Gemeinde Mömlingen von unserem Büro im April 2012 ein erstes hydrogeologisches Gutachten erstellt, das eine Aktualisierung der hydrogeologischen Modellvorstellung und eine Wasserbedarfsprognose bis 2060 beinhaltet /3/. Demnach ist langfristig mit folgendem Wasserbedarf in der Gemeinde Mömlingen zu rechnen:

Tabelle 1-3: Prognostizierter Wasserbedarf der Gemeinde Mömlingen bis 2060 (nach /3/)

Prognosejahr	Gesamter Wasserbedarf (m <sup>3</sup> /a)	Tagesspitzenbedarf (m <sup>3</sup> /d)
<b>2015</b>	204.956 (≅ 7 l/s)	1.123 (≅ 13 l/s)
<b>2025</b>	208.686 (≅ 7 l/s)	1.144 (≅ 13 l/s)
<b>2040</b>	206.593 (≅ 7 l/s)	1.132 (≅ 13 l/s)
<b>2060</b>	194.280 (≅ 6 l/s)	1.065 (≅ 12 l/s)

Das Gutachten /3/ kommt zu dem Schluss, dass die abschließende Behandlung der wasserrechtlichen Fragen noch ergänzende Untersuchungen erfordert. Dementsprechend wurden ab Mai 2012 die entsprechenden Erkundungsmaßnahmen durchgeführt, die im Vorfeld mit den Behörden abgestimmt wurden; diesbezüglich wird auf Kap. 6 im Gutachten /3/ verwiesen.

Das vorliegende Gutachten beinhaltet die Ergebnisse der hydrogeologischen Erkundungsmaßnahmen 2012 und die darauf basierende Aktualisierung bzw. Fortschreibung der Gutachtens /3/, dessen Kenntnis im Folgenden vorausgesetzt wird.



## 2. Erkundungsmaßnahmen und Untersuchungen 2012

Basierend auf den Ergebnissen in /3/ wurden ab Mai 2012 folgende Erkundungsmaßnahmen und Untersuchungen durchgeführt:

Tabelle 2-1: Erkundungsmaßnahmen und Untersuchungen 2012 – Übersicht

Maßnahme	Untersuchungsziel	Ausführung, Beteiligte
Neueinmessung der Brunnen und GwMessstellen am 30.07.2012	Beseitigung der diesbzgl. Widersprüche in den Altunterlagen (siehe /3/)	
Einmessungen der Abflussmessstellen am Amorbach am 30.07.2012	Weitere Klärung der geohydraulischen Funktion des Amorbachs	Ing.-Büro Heinen & Fischer, Groß-Zimmern
Neueinmessung der Austrittsniveaus (Wasserspiegel) der Quellen A, B, C und D am 15.08.2012	Abklärung / Überprüfung der Angaben in den Altunterlagen (siehe /3/)	
Abschnittsweise Abflussmessungen (hydrometrischer Flügel) am Amorbach am 01.08. und am 31.10.2012	Überprüfung der am 05.04.2012 festgestellten Gewässerinfiltration im potenziellen GwEinzugsgebiet der Brunnen TB 4 und TB 5 (siehe /3/)	Büro HG
GwStichtagsmessungen am 01.08. und am 31.10.2012 (Lichtlotmessung)	Weitere Klärung der GwStrömungsverhältnisse und Ermittlung des Einzugsgebietes der Brunnen TB 4 und TB 5	Büro HG
Messung der elektr. Leitfähigkeit und der Temperatur der Wässer an den Quellen A, B, C und D am 22.09.2012 und ab dem 24.09.2012 2 x wöchentlich an der Quelle D + Wiederholte Geländebegehungen	Absicherung / Überprüfung der hydrogeologischen Modellvorstellung	Büro HG
Aktualisierung der hydrogeologischen Schnitte in /3/ anhand der o.g. Messergebnisse	Verbesserte Darstellung der hydrogeologischen Verhältnisse	Büro HG
Durchführung eines kombinierten Pump- und Markierungsversuches mit begleitenden Messungen im Zeitraum August bis November 2012 nach dem Konzept in Anlage 4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klärung der geohydraulischen Zusammenhänge zwischen den Brunnen TB 4 / TB 5 und der Mömling</li> <li>• Quantifizierung des Einflusses von Mömling-Uferfiltrat auf den Brunnenbetrieb</li> </ul>	Büro HG, Gde. Mömlingen/ amme, Labor Dr. Nuss, Labor Dr. Oster
Erstellung und Anwendung eines numerischen GwModells auf der Grundlagen der Ergebnisse in /3/ und der o.g. Mess- und Erkundungsergebnisse ab Anfang 2013	Quantifizierung der GwStrömungsverhältnisse zur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermittlung der optimalen Brunnenförderraten und</li> <li>• WSG-Bemessung</li> </ul>	Büro HG

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in dem vorliegenden Gutachten dokumentiert und bewertet. Aussagen in /3/ werden nur insoweit wiederholt, wie es zur Darstellung des betreffenden Sachverhaltes notwendig erscheint.

---

### **3. Neuvermessungen und hydrologische Messungen 2012**

---

#### **3.1 Vermessungen von Brunnen, GwMessstellen und Quellen**

---

In den Altunterlagen sind teilweise widersprüchliche Angaben hinsichtlich der Lage der Brunnen und GwMessstellen sowie hinsichtlich der Bezugsniveaus betreffend die Höhen-einmessung festzustellen. Zur diesbezüglichen Klärung und zur Erlangung einer zuverlässigen Datenbasis wurden am 30.07.2012 die relevanten Brunnen und GwMessstellen vom Ing.-Büro Heinen und Fischer, Groß-Zimmern neu vermessen. Die entsprechenden Einmessdaten sind in Anlage 1.2 dokumentiert.

Nach der Neuvermessung am 30.07.2012 war teilweise auch eine Lagekorrektur der Brunnen und GwMessstellen erforderlich, die in Anlage 1.1 umgesetzt ist. Die ermittelten Rechts- und Hochwerte sind in unserem Büro in einem GIS-Projekt verarbeitet und werden dementsprechend für die weitere gutachterliche Bearbeitung zugrunde gelegt.

Im Rahmen der Vermessung am 30.07.2012 wurden auch die Sohlhöhe und der Wasserspiegel des Amorbachs im Bereich der fünf Abflussmessstellen erfasst, um in Verbindung mit den übrigen hydrologischen Messungen dessen geohydraulische Funktion genauer quantifizieren zu können.

Am 15.08.2012 wurden auch die Austrittsniveaus der Quellen A bis D eingemessen. Diese Einmessdaten von den Quellen und vom Amorbach sind ebenfalls in Anlage 1.2 dokumentiert.

#### **3.2 Abflussmessungen am Amorbach**

---

In /3/ wurde aufgrund der bis dahin bekannten GwStandsmessungen festgestellt, dass der Amorbach über dem GwSpiegel des wasserwirtschaftlich relevanten GwLeiters schwebt, was durch die aktuellen Einmessungen bestätigt wird. Dementsprechend ist entlang des Amorbachs die Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund hydraulisch möglich; dies wurde auch erstmalig am 05.04.2012 mittels abschnittsweiser Abflussmessungen (hydrometrischer Flügel) bei (ca.-) NW-Bedingungen festgestellt. Zur Absicherung dieses Befundes wurden diese Abflussmessungen am 01.08. und am 31.10.2012 wiederholt.

Bei den insgesamt drei Abflussmessserien wurden folgende Versickerungsraten entlang des Amorbachs etwa zwischen der Landesgrenze (Messpunkt AB5/MP5) und dem Sportplatz in Mömlingen (Messpunkt AB1/MP1) gemessen (siehe Anlage 1.1<sup>1</sup>):

---

<sup>1</sup> Die Zahlenwerte für die Abflüsse sind in Anlage 1.1 gerundet; bzgl. der Einzelauswertungen wird auf Anlage 1.3 bzw. auf Anlage 7.2 in /3/ verwiesen.

- 05.04.2012: ca. 5,0 l/s
- 01.08.2012: ca. 7,5 l/s
- 31.10.2012: ca. 8,0 l/s

Aus diesen Beträgen resultiert eine mittlere Infiltrationsrate entlang der ca. 2,5 km langen Fließstrecke AB5/MP5 – AB1/MP1 von knapp 7 l/s bzw. ca. 2,8 l/s/km.

Die Wirkung des Amorbachs als Infiltrationsrandbedingung im GwStrömungsfeld ist somit nachgewiesen, wobei die Infiltration von Amorbach-Wasser vor allem entlang der Fließstrecke zwischen den Messpunkten AB5/MP5 und AB3/MP3 erfolgt, also südlich und südwestlich des Hartgrundwaldes.

Bei der Oberflächenwasserinfiltration entlang des Amorbachs ist aufgrund der hydraulisch relevanten Höhenverhältnisse von ungesättigter Sickerströmung auszugehen.

### 3.3 GwStichtagsmessungen

Am 01.08.2012, also vor Beginn des kombinierten Pump- und Markierungsversuches, und am 31.10.2012 gegen Ende des kombinierten Pump- und Markierungsversuches wurden an sämtliche Brunnen und GwMessstellen GwStichtagsmessungen durchgeführt. Die entsprechenden Messwerte sind in Anlage 1.2 dokumentiert und wurden für die Konstruktion der GwGleichenpläne in Anlage 3 verwendet.

In /3/ wurde folgende GwStichtagsmessung vom 27.11.2003 in /1/ als plausibel eingestuft:

Tabelle 3-1: Angaben zur GwStichtagsmessung vom 27.11.2003 (aus /1/)

Messpunkt	Messpunkthöhe m ü. NN	Wasserstand		GwStockwerk	Bemerkungen
		Abstich m	m ü. NN		
TB 1	rd. 134,14	0,89	rd. 133,25	1+3	Mischwasserbrunnen
TB 4	134,20	1,56	132,64	1	betriebsbeeinflusst (?)
TB 5	144,10	9,41	134,69	1	betriebsbeeinflusst (?)
TB 6	175,54	41,59	133,95	1	-
GM 4	136,11	3,19	132,92	2	-
GM 5	135,81	3,01	132,80	3	-
GM 6	151,92	10,18	141,74	3	-
GM 7	138,35	3,61	134,74	3	-
GM 8	137,18	-	-	3	nicht auffindbar
Quelle A	134,19	0,33	133,86	1	-
Quelle C	133,45	0,21	133,24	1	-
Quelle D	132,61	0,29	132,32	1	-
Mömlingen (1)	134,94	0,38	134,57	} Mömling-Wasserspiegel	-
Mömlingen (2)	135,87	1,95	133,92		-
Mömlingen (3)	132,66	0,43	132,23		-
Mömlingen (4)	136,08	4,50	131,58		-
Mömlingen (5)	133,21	1,91	131,30		-

Wie die folgende Tabelle zeigt, bestätigt der Vergleich der GwStände von TB 1 bis TB 6 und GM 4 bis GM 7 diese Bewertung.

*Tabelle 3-2: Ausgewählte GwStände vom 27.11.2003 (aus /1/) und vom 01.08.2012*

Messpunkt	GwStand 27.11.2003 (m ü.NN)	GwStand 01.08.2012 (m ü.NN)
TB 1	rd. 133,25	133,41
TB 4	132,64	132,50 (Rwsp.)
TB 5	134,69	134,40 (Rwsp.)
TB 6	133,95	133,39
GM 4	132,92	132,91
GM 5	132,80	132,72
GM 6	141,74	140,77
GM 7	134,74	134,68

Wie die späteren Ausführungen zum hydrogeologischen Modell zeigen, spielen die Quellen A bis D für die GwStrömung im Bereich des Brunnens TB 5 eine wesentliche Rolle. Aus diesem Grund wurden die Quellaustrittniveaus (Wasserspiegel) am 15.08.2012 höhenmäßig eingemessen, also noch vor Beginn des Pump- und Markierungsversuchs bei Normalbetrieb der Brunnen (siehe Anlage 1.2):

*Tabelle 3-3: Wasserspiegelniveaus an den Quellen A bis D*

Quelle	Wsp.-Niveau, 15.08.2012 (m ü.NN)
A	133,48
B	133,11
C	132,91
C	132,13

In /3/ wurde auf widersprüchliche Einmessdaten aus früherer Zeit hingewiesen, die die Neueinmessungen am 30.07. bzw. 15.08.2012 erforderlich machten (siehe Anlage 1.2). Dass diese Neueinmessungen notwendig waren, zeigen die Höhenangaben in Anlage 1.4. Hier sind die alten, nicht plausiblen Niveauangaben und die neu eingemessenen Höhen der betreffenden Brunnen, GwMessstellen und Quellen gegeneinander aufgetragen, was die beschriebene Widersprüchlichkeit der alten Werte deutlich macht.

Für die weitere Bearbeitung bzw. die weitere Nutzung der Daten/Aufzeichnungen zur Betriebssimulation 2005 wird angenommen, dass die aktuellen Einmessungen als die relevanten Bezugsniveaus für die Betriebssimulation anzusehen sind. Diese Annahme erscheint gerechtfertigt, da der Beginn der damaligen Betriebssimulation 2005 (Ende August) etwa zur gleichen Jahreszeit erfolgte wie die Einmessung 2012 (Zeitraum Ende Juli bis Mitte August) und – wie die Angaben in /3/ zeigen – in den letzten Jahren keine wesentlichen Änderungen der GwEntnahmen an den Brunnen TB 4 und TB 5 zu verzeichnen waren. Hinzu kommt, dass aufgrund der wenig ausgeprägten GwMorphologie, der Nähe des mit der Betriebssimulation untersuchten Bereichs zu den Vorflutern Mömling und Quellen A bis D in Verbindung mit der hohen Durchlässigkeit im Tal- und talnahen Bereich (siehe

/3/) generell keine stärkeren GwSpiegelschwankungen zu erwarten sind. Daher dürfte die mögliche Abweichung der Ausgangsniveaus für die Betriebssimulation 2005 von den Messwerten 2012 höchstens gering sein.

### 3.4 Qualitätsmessungen an den Quellen A bis D

#### 3.4.1 Darstellung der Messergebnisse

Um zu klären, ob es sich bei den Quellen A bis D um echte GwAustritte handelt oder (eher) um den Wiederaustritt von oberstromig versickerndem Mömling-Wasser, wurde durch unser Büro am 22.09.2012 die elektrische Leitfähigkeit und die Temperatur der gesamten Quellwässer und der Mömling gemessen, mit folgenden Resultaten:

*Tabelle 3-4: Elektrische Leitfähigkeit und Temperatur der Quellwässer und des Mömling-Wassers am 22.09.2012 (ca. 14:30 h)*

Quelle	Elektr. Leitfähigkeit (25°C) ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Temperatur (°C)
Mömling (oberhalb Qu. A)	333	13,3
A	498	11,0
B	508	10,5
C	506	11,1
D (3 Austritte)	503 / 503 / 496	11,3 / 10,5 / 11,0

Mitte September 2012 wurden an den Förderwässern der Brunnen TB 4 und TB 5 eine elektrische Leitfähigkeit (25°C) (eLF) um 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und an der Mömling etwa zwischen 260 und 280  $\mu\text{S}/\text{cm}$  gemessen. Zieht man diese Werte und den o. g. Wert für das Mömling-Wasser zum Vergleich heran, so sind die Quellwässer als echte GwAustritte zu werten, da sie offensichtlich eine höhere Gesamtmineralisation aufweisen als die Förderwässer der Brunnen, die nach den Ergebnissen in /3/ durch einen Uferfiltratanteil von der Mömling „verdünnt“ sind.

Bemerkenswert ist hierbei, dass die eLF der Quellen mit ca. 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  im Bereich der eLF vom Brunnen TB 1 liegt, der aus hydraulischen Gründen keinem Uferfiltrateinfluss von der Mömling unterliegt. Dies spricht nicht nur dafür, dass es sich bei den Quellwässern um echtes Grundwasser handelt, es weist auch darauf, dass auch die Quellen A bis D aus dem in /3/ beschriebenen GwEinzugsgebiet nördlich der Mömling gespeist werden. Um dies zu verdeutlichen, werden im Folgenden nochmals die Mittelwerte der eLF im Zeitraum 2001 bis 2011 aufgeführt.

*Tabelle 3-5: Brunnen Mömlingen und Gewässer Mömling – (Roh-)Wasserqualität, 2001 bis 2011 – Mittelwerte der elektrischen Leitfähigkeit (aus /3/)*

Parameter	Mömling	TB 4	TB 5	TB 6	TB 1
eLF (25°C) ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	278	469	428	179	485

### 3.4.2 Schlussfolgerungen für die Brunnen TB 4 und TB 5

Bereits am 20.09.2012 (ca. 8:30 h) wurde an der Quelle A die elektrische Leitfähigkeit (eLF) (25°C) mit 505  $\mu\text{S}/\text{cm}$  gemessen ( $T = 9,7^\circ\text{C}$ ; Messung durch Gde. Mömlingen, Herr Babilon), während die Förderwässer der Brunnen TB 4 und TB 5 an diesem Tag jeweils eine eLF von ca. 460  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und das Mömling-Wasser ca. 280  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aufwiesen (s.u.). Legt man diese Werte zugrunde, so resultiert die eLF des Förderwassers der Brunnen etwa aus dem Mischungsverhältnis von 80 : 20 wie folgt:  $0,8 * 505 \mu\text{S}/\text{cm} + 0,2 * 280 \mu\text{S}/\text{cm} = 460 \mu\text{S}/\text{cm}$ .

Der Uferfiltratanteil im Brunnenförderwasser würde demnach ca. 20% betragen, was plausibel mit der Abschätzung in /3/ überein stimmt; hier wurde auf der Basis von mittleren Calcium- und Hydrogenkarbonat-Konzentrationen ein Anteil von Mömling-Uferfiltrat im Brunnenförderwasser von ca. 23% abgeschätzt.

Interessanterweise erhält man die nahezu gleiche elektrische Leitfähigkeit an den Brunnen TB 4 und TB 5 wenn man folgende Zusammensetzung des Förderwassers annimmt, die aufgrund der geohydraulisch relevanten Höhenverhältnisse ebenfalls möglich wäre:

- 85% Grundwasser aus nördlicher Richtung
- 10% Grundwasser aus südlicher Richtung (repräsentative Qualität: TB 6)
- 5% Mömling-Uferfiltrat

Die analoge Mischungsrechnung lautet dann:

$$0,85 * 505 \mu\text{S}/\text{cm} + 0,1 * 180 \mu\text{S}/\text{cm} + 0,05 * 280 \mu\text{S}/\text{cm} = 461 \mu\text{S}/\text{cm}$$

Unter Berücksichtigung der Gesamtentnahmen beim Pump- und Markierungsversuch von ca. 20 l/s würde dies bilanzmäßig bedeuten, dass ca. 2 l/s bzw. jeweils 10% der Einzelförderraten (0,05 l/s [TB 4] + 1,5 l/s [TB 5]), aus dem GwEinzugsgebiet südlich der Mömling kommen müssten. Die entsprechende GwNeubildungsfläche (ca. 0,5 km<sup>2</sup>) wäre hier vorhanden und nach den GwGleichenplänen in Anlage 3 auch eine entsprechende GwAnströmung der Brunnen möglich. Auch die Ergiebigkeit des Brunnens TB 6 (< 5 l/s) würde dieser Überlegung nicht widersprechen.

Aufgrund dieser Resultate wurde ab dem 24.09.2012 zweimal wöchentlich auch die elektrische Leitfähigkeit und die Temperatur des Wassers von der Quelle D (mittlerer Austritt) parallel zu den Brunnen und der Mömling<sup>1</sup> gemessen (s.u.). Diese Messwerte bestätigen die Einschätzung, dass es sich bei den Quellen A bis D um echte GwAustritte handelt<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> An der Quelle A wurde am 22.09.2012, im Gegensatz zu den Quellen B bis D, aufgrund der GwAbsenkung in Folge des Betriebs des Brunnens TB 5 kein Abfluss mehr festgestellt. An der Quelle D, die 3 Quellaustritte umfasst, wurden am mittleren Austritt die deutlichsten Ausspülungstrichter festgestellt, entlang derer das Grundwasser offensichtlich ausströmt (siehe Abbildung 6-1). Daher wurden die weiteren eLF-Messungen ab dem 24.09.2012 an der Quelle D durchgeführt.

<sup>2</sup> Bei der Messung der eLF und der Temperatur am 22.09.2012 war kein wesentlicher Unterschied zwischen den Quellen A bis D festzustellen, so dass auch aus diesem Grund zur Begrenzung des Aufwandes die spätere regelmäßige eLF- und Temp.-Messung auf die Quelle D beschränkt werden konnte.

Tabelle 3-6: Temperatur- und Leitfähigkeitsmessungen vom 20.09. bis 08.11.2012

Datum	elektrische Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )				Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )			
	TB 4	TB 5	Mömling	Quelle D	TB 4	TB 5	Mömling	Quelle D
20.09.2012	456	461	283	-	11,3	10,7	12,7	-
24.09.2012	-	-	315	509	-	-	13,5	10,9
27.09.2012	455	459	275	508	11,6	11	13,7	10,9
01.10.2012	-	-	263	508	-	-	12,1	10,8
04.10.2012	456	453	285	510	11,5	11	12	10,7
08.10.2012	-	-	221	430	-	-	12,3	10,6
11.10.2012	458	462	256	508	10,7	10,7	11,4	10,9
15.10.2012	-	-	251	502	-	-	10,9	10,6
18.10.2012	457	462	274	509	10,9	10,6	10	10,8
22.10.2012	457	462	312	510	11	10,7	11,7	10,9
25.10.2012	458	463	306	509	10,9	10,7	11,1	10,8
29.10.2012	458	463	249	509	10,4	9,9	6,6	10,3
05.11.2012	463	462	219	509	10,8	10,7	9,4	10,8
08.11.2012	468	462	255	510	11,4	11,4	8,8	10,7

---

## 4. Kombiniertes Pump- und Markierungsversuch

---

### 4.1 Grundüberlegung, Versuchskonzept

---

Nach den Ergebnissen in /3/ ist bzw. war davon auszugehen, dass die Mömling beim Betrieb der Brunnen TB 4 und TB 5 als Anreicherungszone wirksam wird und es dadurch zur anteiligen Förderung von Uferfiltrat kommt. Dieser Sachverhalt kann nur durch einen kombinierten Pump- und Markierungsversuch (PV/MV) hinreichend sicher untersucht werden, mit dem folgende Fragen zu klären sind:

- Kommt es im GwEinzugsgebiet der Brunnen TB 4 und/oder TB 5 tatsächlich zur Infiltration von Mömling-Wasser und somit zur anteiligen Förderung von Uferfiltrat an diesen Brunnen ?
- Wie groß ist der mögliche Anteil an Mömling-Uferfiltrat im Förderwasser der Brunnen TB 4 und/oder TB 5 ?
- Ist unter diesen Bedingungen eine ausreichend lange Untergrundpassage von Mömling-Uferfiltrat bis zum Erreichen der Brunnen TB 4 und TB 5 gegeben ? (Einhaltung des 50-Tage-Kriteriums ?)

Die Brunnen TB 1, TB 3 und TB 6 müssen im Rahmen des Markierungsversuchs nicht betrachtet werden, da entweder keine anteilige Uferfiltratförderung möglich (TB 1) und/oder die zukünftige wasserwirtschaftliche Nutzung dieser Brunnen fraglich (TB 6) oder auszuschließen ist (TB 1, TB 3).

In /3/ wurde für den PV/MV eine zweckmäßige Förderrate an den Brunnen TB 4 und TB 5 wie folgt ermittelt:

- Einstellung einer Gesamtentnahme von 20 l/s im Dauerbetrieb; diese Förderrate wird wie folgt begründet: Nach derzeitigem Kenntnisstand ist für 2035 ein höchster Tagesbedarf inkl. Feuerlöschreserve von 1.415 m<sup>3</sup>/d prognostiziert<sup>1</sup>, was im Dauerbetrieb einer Förderrate von ca. 16,4 l/s (bzw. ca. 1.700 m<sup>3</sup>/d bzw. 516.600 m<sup>3</sup>/a) entspricht. Der Ansatz von 20 l/s berücksichtigt die versorgungstechnisch wünschenswerte Flexibilität hinsichtlich des Betriebs der Einzelbrunnen und enthält einen ca. 20%igen (Sicherheits-)Zuschlag bzw. bedeutet die Realisierung der Förderrate von 1.415 m<sup>3</sup>/d in knapp 20 h Pumpzeit.
- Die Gesamtförderrate (20 l/s) sollte wie folgt verteilt werden:  
 TB 5: 15 l/s / TB 4: 5 l/s

---

<sup>1</sup> Die aktuelle Wasserbedarfsprognose in /3/ belegt für diesen Mengenansatz einen Sicherheitszuschlag von etwa 25%.



Die in /3/ dokumentierten Leistungscharakteristiken zeigen, dass bei diesen Förderraten das hydraulische Gefälle von der Mömling zu den Brunnen (evtl.) am Brunnen TB 5 vermieden oder doch zumindest sehr klein gehalten werden kann (TB 4 + TB 5). Dies begrenzt – möglicherweise entscheidend – den Uferfiltratzufluss bzw. führt tendenziell zur Verlängerung der Untergrundpassagezeit von Mömling-Uferfiltrat bis zum Erreichen der Brunnen.

- Diese Fördersituation ist über mindestens 70 Tage einzustellen, da mit dem Markierungsversuch (s. u.) die Einhaltung des 50-Tage-Kriteriums zu prüfen ist. Hierzu ist die Mömling entlang der möglichen Infiltrationsstrecke über den gesamten Versuchszeitraum (ca. 70 Tage) mit dem Markierungsstoff SF<sub>6</sub> durchgängig zu markieren.
- Folgende mögliche Ergebnisse des PV/MV wurden im Vorfeld in Betracht gezogen::

*Tabelle 4-1: Mögliche Ergebnisse des kombinierten PV/MV (Erwartungen)*

Mögliches Ergebnis des PV/MV	Schlussfolgerungen
1. Kein signifikanter SF <sub>6</sub> -Befund an den Brunnen TB 4 und/oder TB 5 innerhalb des Versuchszeitraums (70 Tage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Untergrundpassagezeit von evtl. Mömling-Uferfiltrat bis zum Br. TB 4 und/oder TB 5 beträgt bei der realisierten Pumprate mehr als 70 Tage.</li> <li>• Die 50-Tage-Linie des Br. TB 4 und/oder TB 5 reicht bei der realisierten Pumprate nicht bis an die Mömling.</li> </ul>
2. Signifikanter SF <sub>6</sub> -Befund an den Brunnen TB 4 und/oder TB 5 innerhalb von ≥ 50 Tagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Untergrundpassagezeit von evtl. Mömling-Uferfiltrat bis zum Br. TB 4 und/oder TB 5 beträgt bei der realisierten Pumprate mind. 50 Tage.</li> <li>• Die 50-Tage-Linie des Br. TB 4 und/oder TB 5 reicht bei der realisierten Pumprate (etwa) bis an die Mömling.</li> </ul>
3. Signifikanter SF <sub>6</sub> -Befund an den Brunnen TB 4 und/oder TB 5 innerhalb von < 50 Tagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Untergrundpassagezeit von evtl. Mömling-Uferfiltrat bis zum Br. TB 4 und/oder TB 5 beträgt bei der realisierten Pumprate weniger als 50 Tage.</li> <li>• Es ist ggf. mit dem GwModell zu berechnen, bei welcher Förderrate die 50-Tage-Linie des Br. TB 4 und/oder TB 5 max. bis zur Mömling reicht (Berechnung der optimalen Entnahmekonfiguration).</li> </ul>

Hinsichtlich der Details zum Versuchskonzept wird auf Anlage 4.1 verwiesen.

Der ursprüngliche Ablaufplan für den PV/MV ist in Anlage 4.2 dokumentiert. Während des Versuchsverlaufs waren diesbezüglich ergebnisbedingt Anpassungen notwendig, die aus dem Vergleich mit den Darstellungen in Anlage 4.3 ff deutlich werden.

## 4.2 Versuchsablauf

Entsprechend dem Konzept für den PV/MV wurde der definierte Pumpbetrieb an den Brunnen TB 4 (5 l/s) und TB 5 (15 l/s) am 13.08.2012 eingestellt und am 27.08.2012 erfolgte unter diesen Förderbedingungen die Markierung der Mömling durch das Einsetzen von 3 x 2 SF<sub>6</sub>-Injektoren an den geplanten Stellen (Brücke Hainstadt, Bodenschießplatz Mömlingen, oberhalb Brunnen TB 4; siehe Anlage 4.1, Blatt 4).

Während des PV/MV wurden folgende Messungen und Beprobungen durchgeführt (siehe Anlage 4.2 und Anlage 4.3):

*Tabelle 4-2: Messungen und Beprobungen beim Pump- und Markierungsversuchs*

Maßnahme	Durchführung	Anmerkungen
1 x wöchentliche GwStandsmessungen (Lichtlot) an: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Br. TB 1, TB 4, TB 5 und TB 6</li> <li>• Messstellen GM 4 bis GM 8</li> </ul> ab 01.08./27.08.2012 und Auslesung der Brunnen- daten; regelmäßige Datenlieferung an Büro HG	Gde. Mömlingen	Laufende Aufbereitung und Auswertung durch Büro HG
2 x wöchentliche Messung der Temperatur und der elektr. Leitfähigkeit des (Förder-)Wassers: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Br. TB 4 und TB 5</li> <li>• Mömling (Brücke zwischen TB 4 und TB 5)</li> <li>• Quelle D (ab 24.09.2012)</li> </ul> ab 01.08./27.08.2012; regelmäßige Datenlieferung an Büro HG	Gde. Mömlingen	Laufende Aufbereitung und Auswertung durch Büro HG
Einbringung der SF <sub>6</sub> -Injektoren in die Mömling am 27.08.2012 (Beginn des Markierungsversuchs)	Büro HG + Gde. Mömlin- gen	- - -
Regelmäßige SF <sub>6</sub> -Probenahme und -versand ge- mäß Anlage 4.3	Gde. Mömlingen	Einweisung durch Büro HG
Regelmäßige SF <sub>6</sub> -Analytik gemäß Anlage 4.3	Labor Dr. Oster	Laufende Aufbereitung und Auswertung durch Büro HG
2 x hydrochemische Untersuchung (Hauptinhalts- stoffe [Ionenbilanz]) an: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Br. TB 4 und TB 5</li> <li>• Mömling</li> <li>• Quelle D</li> </ul> gemäß Anlage 4.3	Gde. Mömlingen, amme, Labor Dr. Nuss	Laufende Aufbereitung und Auswertung durch Büro HG
1 x wöchentliche Rohwasseranalyse nach Anlage 1 TrinkwV (Mikrobiologie) an: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Br. TB 4</li> <li>• Br. TB 5</li> </ul> gemäß Anlage 4.3	Gde. Mömlingen, amme, Labor Dr. Nuss	Laufende Aufbereitung und Auswertung durch Büro HG

## 4.3 Wesentliche Versuchsergebnisse

### 4.3.1 SF<sub>6</sub>-Befunde

Vor Beginn des Markierungsversuchs wurde am 01.08.2012 zunächst die SF<sub>6</sub>-Grundbelastung der Förderwässer und der Mömling untersucht. An den Brunnen TB 4 und TB 5 lagen die SF<sub>6</sub>-Werte mit 0,9 bzw. 1,1 fmol/l unter der Nachweisgrenze beim Markierungsversuch (2 fmol/l); an der Mömling war der SF<sub>6</sub>-Wert mit 2,4 fmol/l am 01.08.2012 geringfügig höher als die MV-relevante Nachweiskonzentration. Gleichwohl war bezogen auf die maßgebliche Nachweisgrenze für den Markierungsversuch (MV-relevante Nachweiskonzentration) nach diesen Nullproben festzustellen, dass die Förderwässer an den Brunnen SF<sub>6</sub>-frei waren, und dass die Mömling nicht wesentlich mit SF<sub>6</sub> vorbelastet war. Somit waren die notwendigen Grundbedingungen für die Durchführung des Markierungsversuchs gegeben.

Die SF<sub>6</sub>-Befunde während des Pump- und Markierungsversuchs sind in Anlage 4.3 zusammengestellt; des Weiteren wird auf den Bericht des Labors Dr. Oster, Wachenheim in Anlage 4.7 verwiesen. Die im Sinne der Aufgabenstellung wesentlichen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die zwischen dem 30.08. und dem 23.10.2012 sechsmal erfolgte Überprüfung an der Mömling zeigte, dass diese während der gesamten Dauer des Markierungsversuchs durchgehend mit SF<sub>6</sub> beaufschlagt war. Bemerkenswert ist hierbei, dass die Kontrollstellen K2 und K3, die oberhalb der Brunnen TB 4 bzw. TB 5 liegen, ab dem 13.09.2012 ziemlich konstante SF<sub>6</sub>-Gehalte in der Mömling wie folgt aufwiesen:
  - K2 oberhalb Br. TB 4: 2.600 – 2.850 fmol/l; Mittelwert: ca. 2.760 fmol/l
  - K3 oberhalb Br. TB 5: 5.300 – 5.600 fmol/l; Mittelwert: ca. 5.400 fmol/l
 Die ausgehend von der Kontrollstelle K1 zunehmende SF<sub>6</sub>-Konzentration ist plausibel, da in Fließrichtung zusätzliche SF<sub>6</sub>-Eingabestellen in der Mömling wirksam werden (siehe Anlage 4.1, Blatt 4).
- Am Brunnen TB 5 war bis zum Ende des Markierungsversuchs bzw. bis 70 Tage nach Beginn der Markierung (= Eingabe der SF<sub>6</sub>-Injektoren am 27.08.2012) kein signifikanter SF<sub>6</sub>-Nachweis, also keine SF<sub>6</sub>-Konzentration oberhalb der MV-relevanten Nachweisgrenze von 2 fmol/l festzustellen.
- Am Brunnen TB 4 wurde der erste signifikante SF<sub>6</sub>-Nachweis mit 9 fmol/l bereits am 4. Tag nach Eingabe der SF<sub>6</sub>-Injektoren festgestellt. Danach stieg hier die SF<sub>6</sub>-Konzentration bis zum 21. Tag nach der Eingabe auf 140 fmol/l an; diese Konzentration blieb mindestens bis zum 45. Tag nach Beginn der Markierung einigermaßen konstant, um anschließend langsam auf < 100 fmol/l bei der letzten Beprobung (70. Tag) abzusinken.

Die Interpretation des Markierungsversuchsergebnisses erfolgt in Kapitel 4.4. Es ist aber an dieser Stelle festzuhalten, dass ein eindeutiges Ergebnis vorliegt, da unter definierten Pumpbedingungen die angestrebte durchgängige Markierung des relevanten Mömling-Abschnittes erreicht wurde und zweifelsfreie SF<sub>6</sub>-Analysen an den Brunnenwässern und an den Wasserproben von der Mömling durchgeführt werden konnten.

### 4.3.2 Feldmessungen, Förderdaten, Wasseranalysen

Die wesentlichen Daten des kombinierten Pump- und Markierungsversuchs sind in Anlage 4.4 dargestellt bzw. in tabellarischer Form dokumentiert.

Die Auftragung der Förderraten an den Brunnen TB 4 und TB 5 gegen die GwStände belegt, dass in den letzten Wochen des Pump- und Markierungsversuchs sowohl hydraulisch als auch hydrochemisch – dies zeigen die Messungen der elektrischen Leitfähigkeit der Förderwässer – ein Beharrungszustand gegeben war. Unter diesen Bedingungen erfolgte am 05./06.11.2012 eine hydrochemische Untersuchung der Brunnenwässer sowie des Wassers der Quelle D und der Mömling<sup>1</sup>, mit folgenden Resultaten<sup>2</sup>:

Tabelle 4-3: Wasseranalysen Quelle D, Br. TB 4 und TB 5 und Mömling am 05./06.11.2012

Parameter	Quelle D (06.11.2012)	TB 4 (05.11.2012)	TB 5 (05.11.2012)	Mömling (06.11.2012)
eLF (25°C) (µS/cm)	503	439	438	247
Calcium (mg/l)	79,7	63,9	74,3	21,9
Magnesium (mg/l)	10,8	10,3	10,0	3,6
Natrium (mg/l)	6,3	14,8	6,0	11,8
Kalium (mg/l)	1,6	2,7	1,7	7,7
Nitrat (mg/l)	22,7	12,6	22,0	9,8
Chlorid (mg/l)	20,9	32,1	17,8	20,6
Sulfat (mg/l)	23,4	24,4	21,6	12,9
Hydrogenkarb. (mg/l)	225	181 <sup>*)</sup>	206 <sup>*)</sup>	71,5

<sup>\*)</sup> Wert aus Säurekapazität bis pH 4,3 berechnet.

Diese Wasseranalysen belegen – wie bereits in Kapitel 3.4 im Zusammenhang mit der elektrischen Leitfähigkeit dargelegt wurde –, dass die Quelle D einen echten GwAustritt darstellt und nicht durch die Mömling beeinflusst ist. Für die Quellen A bis C kann dies aufgrund der der Quelle D sehr ähnlichen elektrischen Leitfähigkeit ebenfalls angenommen werden.

Ansonsten werden die o. g. Wasseranalysen ausgehend von dem hydrogeologischen Modell in /3/ wie folgt interpretiert:

<sup>1</sup> Probenahme an der Brücke oberhalb von Brunnen TB 5 (Zufahrt zum Wanderparkplatz).

<sup>2</sup> Die insgesamt während des Pump- und Markierungsversuchs durchgeführten Wässer sind in Anlage 4.5 dokumentiert.

- Die relativ hohen Calcium- und Hydrogenkarbonat-Gehalte an den Brunnen TB 4 und TB 5 und an der Quelle D sprechen dafür, dass diese (Grund-) Wässer aus dem nördlich bis nordwestlich gelegenen Gebiet mit Löß-/Lößlehmverbreitung stammen.
- Der relativ hohe Chlorid-Gehalt am Brunnen TB 4 spricht für einen Einfluss aus der Straßensalzung an der oberhalb verlaufenden B 426, auf den bereits in /3/ hingewiesen wird.
- Der Vergleich der Einzelwerte zeigt erneut, dass die Wasserqualität der Mömling nicht prägend ist für die Hydrochemie an den Brunnen TB 4 und TB 5; diesbzgl. wird auch auf die Betrachtungen in Kapitel 3.4.2 und das Ergebnis des Markierungsversuchs verwiesen (siehe Kapitel 4.4).

### 4.3.3 Mikrobiologie Rohwasser Brunnen TB 4 und TB 5

Während des kombinierten Pump- und Markierungsversuches wurde an den Brunnen TB 4 und TB 5 das Rohwasser 1 x wöchentlich 2011 nach TrinkwV, Anlage 1 untersucht, und zwar ab Beginn des Pumpversuchs am 13.08.2012 bei Förderraten von 5 l/s (TB 4) bzw. 15 l/s (TB 5). Die entsprechenden Analysenergebnisse sind in Anlage 4.6 dokumentiert und in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 4-4: Br. TB 4 und TB 5 – Rohwasseranalysen, Pump- und Markierungsversuch 2012

Datum	Brunnen TB 4	Brunnen TB 5
13.08.2012 <sup>*)</sup>	jeweils KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	
20.08.2012	jeweils KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	
27.08.2012 <sup>**)</sup>	jeweils KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	
03.09.2012	jeweils KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	
10.09.2012	jeweils KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	
17.09.2012	jeweils KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	
24.09.2012	KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	Probe aufgrund eines Fehlers im Labor ungültig <sup>1</sup>
01.10.2012	KolZ 0/1, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	KolZ 2/1, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>
08.10.2012	KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	KolZ 0/1, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>
15.10.2012	KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	KolZ 0/1, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>
22.10.2012	jeweils KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	
29.10.2012	KolZ 1/1, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	KolZ 2/4, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>
05.11.2012	KolZ 5/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>	KolZ 0/0, E.coli + coliforme Keime <b>negativ</b>

<sup>\*)</sup> Umstellung des Förderbetriebs auf die Pumpversuchsbedingungen (Dauerbetrieb TB 4: 5 l/s, TB 5: 15 l/s)

<sup>\*\*)</sup> Beginn der SF<sub>6</sub>-Markierung der Mömling

Die mikrobiologischen Rohwasseranalysen von den Brunnen TB 4 und TB 5 waren während des kombinierten Pump- und Markierungsversuchs im Sinne der TrinkwV demnach

<sup>1</sup> Tel. Mitt. der amme, Herr Markmann in der 39. KW 2012.

zu keinem Zeitpunkt zu beanstanden. Auch der notwendige Pumpenaustausch am Brunnen TB 4 kurz vor dem Ende des Versuchs (siehe Anlage 4.3) hat sich diesbezüglich nicht negativ ausgewirkt.

Dies deckt sich mit den Erfahrungen aus dem bisherigen Brunnenbetrieb:

Nach den in /3/ aufgeführten mikrobiologischen Rohwasseranalysen im Zeitraum 2001 bis 2011 wurde nur am Brunnen TB 5 zweimal der Indikatorparameter coliforme Keime nachgewiesen, am Brunnen TB 4 jedoch nie. E.coli wurden in den Rohwasseranalysen zwischen 2001 und 2011 an keinem der beiden Brunnen festgestellt.

Für den Brunnen TB 5 ist dieses Ergebnis der mikrobiologischen Untersuchungen unmittelbar einleuchtend, da der SF<sub>6</sub>-Markierungsversuch belegt, dass die Untergrundpassagezeit von – mutmaßlich wirksamem – Mömling-Uferfiltrat offensichtlich > 70 Tage beträgt, also diesbezüglich das 50-Tage-Kriterium an diesem Brunnen eindeutig erfüllt wird.

Für den Brunnen TB 4 ist dieses Ergebnis der mikrobiologischen Untersuchungen vor dem Hintergrund des SF<sub>6</sub>-Markierungsversuchs wie folgt zu bewerten:

- Die Untergrundpassagezeit von Mömling-Uferfiltrat bis zum Erreichen dieses Brunnen von nachweislich deutlich < 50 Tagen führt hier offensichtlich nicht zu mikrobiologischen Beeinträchtigungen des Rohwassers.
- Dieses erfreuliche Ergebnis lässt sich wie folgt erklären:
  - Der Uferfiltratanteil am Förderwasser ist sehr gering und führt aufgrund des dementsprechend geringen Eintragsvolumens an Mömling-Wasser nicht zu positiven mikrobiologischen Befunde i.S.d. TrinkwV, Anlage 1 und/oder
  - die Reinigungswirkung des Untergrundes entlang des Fließweges von der Mömling bis zum Brunnen TB 4 ist ausreichend groß, um den nach der Interpretation in Kapitel 4.4.1 geringen Uferfiltratanteil ausreichend zu filtern.

In jedem Fall ist festzustellen, dass auch am Brunnen TB 4 kein hygienisch relevantes „50-Tage-Problem“ bezüglich des Einflusses von Mömling-Uferfiltrat besteht bzw. keine entsprechend verursachte Qualitätseinschränkung nachweisbar ist.

Unabhängig von diesen Ergebnissen und den oben beschriebenen Betriebserfahrungen im Zeitraum 2001 bis 2011 sichert die Gemeinde Mömlingen bereits seit 2006 die TwFörderung durch einen prophylaktischen Betrieb einer zertifizierten UV-Anlage im Wasserwerk ab.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass in der 3. Phase der Betriebssimulation 2005, als die Brunnen TB 4 und TB 5 mit je 15 l/s und der Brunnen TB 6 mit 7 l/s betrieben wurden (siehe Anlage 1.4), die Rohwässer der Brunnen TB 4 und TB 5 – im Gegensatz zum Brunnen TB 6 – bezüglich Trübung den TrinkwV-Grenzwert von 0,2 NTU durchgängig und deutlich unterschritten haben. Dies zeigt folgende tabellarische Zusammenstellung der entsprechenden Messwerte aus /4/:

Tabelle 4-5: Br. TB 4, TB 5 und TB 6 – Trübungsmessungen am Rohwasser nach /4/

Analysedatum	Trübung des Rohwassers (NTU)		
	Brunnen TB 4	Brunnen TB 5	Brunnen TB 6
03.09.2005, 10:00 h	0,08	0,09	1,32
03.09.2005, 15:00 h	0,14	0,08	1,39
04.09.2005, 10:00 h	0,09	0,08	1,49
04.09.2005, 15:00 h	0,11	0,08	2,22
05.09.2005, 9:00 h	0,12	0,16	2,14

Nach dieser Aufstellung wird an den Brunnen TB 4 und TB 5 auch bei Förderraten von jeweils 15 l/s der TrinkwV-Grenzwert für die Trübung von 1 NTU sicher eingehalten. Für den Brunnen TB 6 trifft dies nicht zu, wobei die Trübung mit zunehmender Pumpzeit sogar noch anzusteigen scheint (bei einer Förderrate von 7 l/s).

Zum Betrieb einer Desinfektionsanlage sagt das Umweltbundesamt im Zusammenhang mit dem Parameter Trübung folgendes aus /11/:

*„Bei Einsatz der Verfahren für die Desinfektion von Oberflächenwasser oder von durch Oberflächenwasser beeinflusstem Wasser ist auf eine weitestgehende Partikelabtrennung vor der Desinfektion zu achten. Dabei sind Trübungswerte im Ablauf der partikelabtrennenden Stufe im Bereich von 0,1 – 0,2 FNU (NTU) anzustreben, wenn möglich zu unterschreiten.“*

Der seit 2006 laufende Betrieb der UV-Anlage bzw. die Brunnen TB 4 und TB 5, die einem Einfluss von Mömling-Uferfiltrat unterliegen und somit als durch Oberflächenwasser beeinflusst einzustufen sind, wären nach den oben genannten Trübungswerten und der laufenden Betriebserfahrung demnach nicht zu beanstanden.

## 4.4 Interpretation des Markierungsversuchs

### 4.4.1 Brunnen TB 4

Am Brunnen TB 4 ist durch den SF<sub>6</sub>-Versuch eindeutig ein Uferfiltratanteil im Förderwasser nachgewiesen, wobei die Untergrundpassagezeit von Mömling-Uferfiltrat < 50 Tage beträgt. Geohydraulisch ist dies ein plausibles Ergebnis, da der abgesenkte GwSpiegel am Brunnen TB 4 mit < 131,50 m ü.NN unter dem örtlichen Niveau des Mömling-Wasserspiegels liegt, und somit unter Förderbedingungen ein hydraulischer Gradient von der Mömling zum Brunnen TB 4 gegeben ist (siehe auch Anlage 3.2).

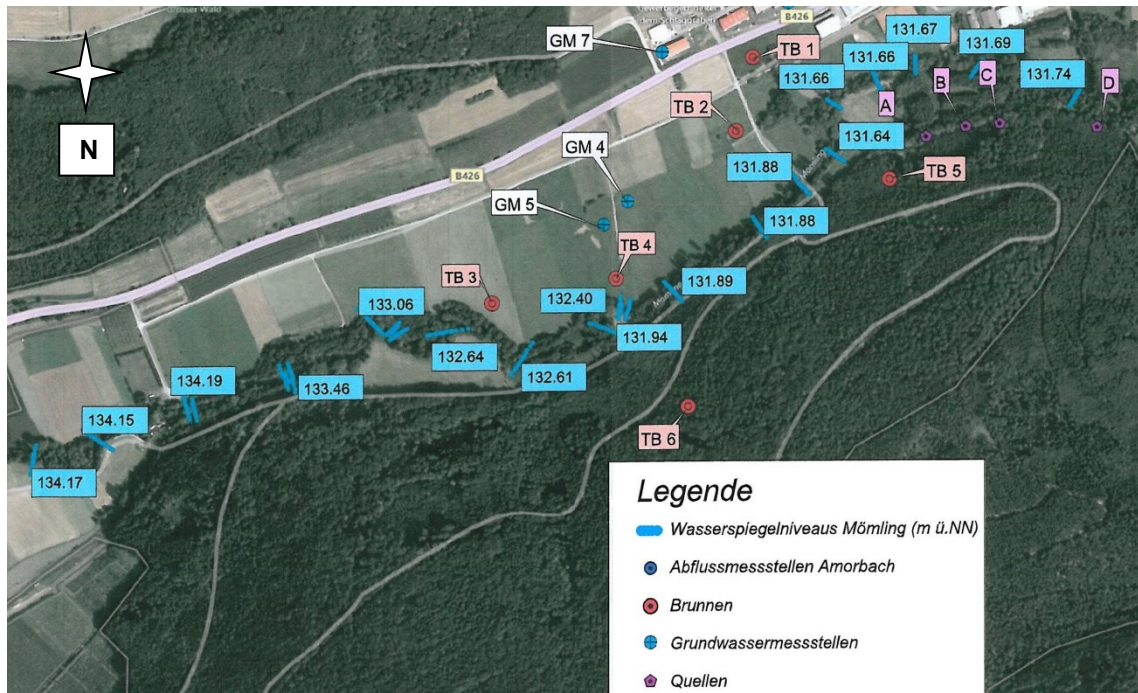


Abbildung 4-1: Wasserspiegelniveaus der Mömling (14.12.2011; aus /3/)

Der Uferfiltratanteil im Förderwasser des Brunnens TB 4 lässt sich anhand der SF<sub>6</sub>-Befunde wie folgt abschätzen (siehe Anlage 4.3 und Anlage 4.7):

- Die durchschnittliche SF<sub>6</sub>-Konzentration am Brunnen TB 4 betrug zwischen dem 17.09. (21. Tag nach Beginn der Markierung) und dem 22.10.2012 (56. Tag) knapp 137 fmol/l.
- Als maßgebend für die Eintragskonzentration kann die Kontrollstelle K2 an der Mömling gelten, die unmittelbar oberhalb des Brunnens TB 4. Hier betrug die durchschnittliche SF<sub>6</sub>-Konzentration im zwischen dem 13.09. (17. Tag) und dem 23.10.2012 (57. Tag) etwa 2.670 fmol/l.
- Setzt man die o.g. Durchschnittskonzentrationen ins Verhältnis, so ergibt sich am Brunnen TB 4 ein Uferfiltratanteil von  $2.670 / 137 = \text{ca. } 0,05 = \text{ca. } 5\%$ . Dieses Resultat stimmt plausibel mit den diesbzgl. Betrachtungen zur Hydrochemie in Kapitel 3.4.2 überein. Das Labor Dr. Oster kommt nach seiner Abschätzung anhand der SF<sub>6</sub>-Werte auf 3 bis 5% Uferfiltratanteil am Brunnen TB 4 (siehe Anlage 4.7).

Aus geohydraulischen Gründen ist bei dieser Abschätzung des Uferfiltratanteils zu berücksichtigen, dass sich diese auf die Fördersituation beim PV/MV und die (weitgehende) normale Wasserführung der Mömling in dieser Zeit bezieht. Verändert sich der hydraulische Gradient durch Variation der Pumprate und/oder veränderte hydrologische Bedingungen (Wasserführung der Mömling [z.B. Hochwasser], natürlicherweise verändertes GwNiveau), so ist auch mit einem temporär veränderten Uferfiltratanteil zu rechnen. Bei den für



den Brunnen TB 4 relevanten Förderraten (siehe Kapitel 8.1) dürfte dieser nach dem oben beschriebenen Ergebnis jedoch stets  $< 10\%$  verbleiben.

#### 4.4.2 Brunnen TB 5

An diesem Brunnen trat bis zum 70. Tag nach Beginn des Markierungsversuchs kein  $\text{SF}_6$  in signifikanter Konzentration auf. Die folgende geohydraulische Berechnung zeigt, dass dieses Ergebnis plausibel ist, da innerhalb dieser Zeit auch kein Mömling-Uferfiltrat den Brunnen TB 5 gelangen konnte.

- Wie die obige Abbildung in Verbindung mit Anlage 3.2 zeigt, liegt der Wasserspiegel der Mömling erst mehr als ca. 800 m oberhalb des Brunnens TB 5 höher als der abgesenkte Brunnenwasserspiegel von ca. 132,50 m ü.NN. Dementsprechend muss die für diesen Brunnen wirksame Infiltrationsstrecke in mehr als 800 m Entfernung in Richtung Hainstadt (Landesgrenze) liegen.
- Nimmt man ausgehend von dieser Feststellung und unter Berücksichtigung eines zur Induzierung einer GwStrömung notwendigen hydraulischen Gradienten an, dass der Wasserspiegel der Mömling in 1.000 m Entfernung (L) vom Brunnen 0,5 bis 1 m ( $\Delta h$ ) höher liegt als der o.g. abgesenkte Brunnenwasserspiegel, so errechnet sich ein hydraulischer Gradient von der möglichen Infiltrationsstrecke entlang der Mömling zum Brunnen TB 5 von:
 
$$i = L / \Delta h = 1.000 \text{ m} / 0,5 \text{ (bis 1) m} = 5 \times 10^{-4} \text{ bis } 1 \times 10^{-3}$$
- Nach [3] wurde am Brunnen TB 5 ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  auf der Grundlage von Pumpversuchsdaten ermittelt. Dies ist die mit Abstand höchste nachgewiesene Gebirgsdurchlässigkeit im Untersuchungsgebiet, was dafür spricht, dass der Brunnen TB 5 in der hoch durchlässigen Hangzerreißungszone lokalisiert ist.
- Legt man diesen  $k_f$ -Wert und den oben ermittelten hydraulischen Gradienten zugrunde und schätzt einen durchflusswirksamen Hohlraumanteil von  $n_o = 0,01$  bzw. 1%, so resultiert folgende GwFließgeschwindigkeit (Abstandsgeschwindigkeit):
 
$$v_a = k_f * i / n_o = 1 \times 10^{-3} * 5 \times 10^{-4} \text{ (bis } 1 \times 10^{-3}) / 0,01 =$$

$$= 5 \times 10^{-5} \text{ (bis } 1 \times 10^{-4}) \text{ m/s} = \text{ca. } 5 \text{ (bis } 10) \text{ m/Tag}$$
- Demnach liegt die 50-Tage-Linie entlang dieses vermuteten Fließweges 250 bis 500 m oberhalb (WSW') des Brunnens TB 5 und die (nur MV-relevante) 70-Tage-Linie 350 bis 700 m oberhalb. Die 70-Tage-Linie liegt also noch vor der hydraulisch möglichen Infiltrationstrecken, die für den Brunnen TB 5 wirksam sein kann, so dass  $\text{SF}_6$ -markiertes Mömling-Wasser innerhalb der Versuchszeit diesen Brunnen nicht erreichen konnte.

Diese Betrachtung zeigt auf, warum während des PV/MV kein  $\text{SF}_6$ -Nachweis am Brunnen TB 5 erfolgt ist und liefert darüber hinaus eine erste Quantifizierung der 50-Tage-Linie für

die Bemessung der Schutzzone II. Gleichwohl ist aufgrund der hydrochemischen Parameter davon auszugehen, dass auch der Brunnen TB 5 anteilig Mömling-Uferfiltrat fördert (Schätzung: ca. 5% [s.o.]). Diesbezüglich gelten die oben zu Brunnen TB 4 getroffenen Aussagen zur möglichen Variation des Uferfiltratanteils in Abhängigkeit von der Pumprate und/oder veränderten hydrologischen Bedingungen prinzipiell auch für den Brunnen TB 5.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass an der Quelle D am 05.11.2012 eine SF<sub>6</sub>-Konzentration von 1,9 fmol/l gemessen wurde, die einen Einfluss von (markiertem) Mömling-Infiltrat eindeutig ausschließt (siehe Anlage 4.7). Dieses Quellwasser ist aber hydrogeochemisch durch die Löß-/Lößlehmflächen im Norden geprägt und stammt (auch) nach den FCKW-Befunden in Anlage 4.7 aus dem gleichen Einzugsgebiet wie das Förderwasser am Brunnen TB 5. Somit ist aus der geringeren Mineralisation (= geringere eLF des Förderwassers) am Brunnen TB 5 der Schluss zu ziehen, dass dieser das aus WSW' Richtung anströmende Mömling-Infiltrat (Anteil am Förderwasser ca. 5%) und das aus dem südlichen GwEinzugsgebiet stammende Grundwasser (Anteil am Förderwasser ca. 10%; hydrochemisch repräsentiert durch das Wasser vom Brunnen TB 6) (nahezu) vollständig abfängt und an der Quelle D daher (nahezu) ausschließlich Grundwasser aus dem nördlichen Einzugsgebiet abfließt. Aufgrund der insgesamt sehr ähnlichen eLF-Werte aller Quellen kann dies auch für die Quellen A bis C angenommen werden.

Somit kann es sich bei dem aufgrund der FCKW-Befunde in Anlage 4.7 genannten gemeinsamen Einzugsgebiet von Brunnen TB 5 und Quelle D nur um die nördlich gelegenen Flächen handeln.

Diese Feststellung eines gemeinsamen Einzugsgebietes erklärt auch plausibel, warum die Wässer von Quelle D und Brunnen TB 5 hinsichtlich der Konzentrationen nahezu aller Hauptinhaltsstoffe die größten Übereinstimmungen zeigen. Maßgebend ist hierbei die Analyse vom 05./06.11.2012 gegen Ende des Pump- und Markierungsversuchs, als sowohl hydraulisch als auch hydrochemisch der (quasi-) Beharrungszustand lange erreicht war (siehe Tabelle 4-3).

## 5. Schlussfolgerungen für den Brunnenbetrieb

Aus den vorliegenden Untersuchungen sind hinsichtlich des zukünftigen Brunnenbetriebs folgende Schlüsse zu ziehen:

- Bei den im Rahmen des Pump- und Markierungsversuchs realisierten Förderraten von ca. 5 l/s am Brunnen TB 4 und ca. 15 l/s am Brunnen TB 5 besteht offensichtlich kein mikrobiologisches Risiko für das Rohwasser; diesbzgl. werden die Kriterien gemäß TrinkwV; Anlage 1 eingehalten. Dies belegt, dass der Untergrund eine ausreichende Filterwirkung ausübt, obwohl am Brunnen TB 4 der Uferfiltratanteil von der Mömling nachweislich eine Untergrundpassagezeit weniger als 50 Tagen erfährt. Am Brunnen TB 5 ist von einer Untergrundpassagezeit vom Mömling-Uferfiltrat > 50 Tagen auszugehen.

Der Uferfiltratanteil im Förderwasser beider Brunnen wird auf der Grundlage hydrochemischer Messungen und der SF<sub>6</sub>-Befunde an der Mömling und am Brunnen TB 4 auf ca. 5% geschätzt. Diese Abschätzung gilt für die geohydraulischen Bedingungen während des PV/MV, bei dem gegen Ende hydraulisch und hydrochemisch ein Beharrungszustand gegeben war.

- Demnach könnten für die Beantragung der Entnahmegenehmigung ausgehend von den o.g. Förderraten und den nachgewiesenen technischen Ergiebigkeiten der Brunnen (siehe /3/) Spitzenförderraten wie folgt angesetzt werden:
  - Brunnen TB 4:
    - bis zu 15 l/s
    - bis zu 430 m<sup>3</sup>/d
  - Brunnen TB 5:
    - bis zu 15 l/s
    - bis zu 1.290 m<sup>3</sup>/d

Die Deckung des zukünftigen Durchschnittsbedarfs von bis zu ca. 210.000 m<sup>3</sup>/a nach /3/ ist allein aus den Brunnen TB 4 und TB 5 problemlos möglich. Aufgrund der methodisch bedingten Unschärfen in der Wasserbedarfsprognose und der zukünftig möglichen Verbindung mit dem Wasserwerk der Stadt Oberburg (siehe Anlage 6) sollte aber eine Gesamtentnahme aus den beiden Brunnen von 250.000 m<sup>3</sup>/a (≅ 8 l/s) beantragt werden.

Der Entnahmeschwerpunkt sollte aufgrund der vorliegenden Resultate auf dem Brunnen TB 5 liegen. Eine Entnahmeverteilung von ca. 25% aus Brunnen TB 4 und ca. 75% aus Brunnen TB 5 bzw. ein Verhältnis der Förderraten von 1 (TB 4) : 3 (TB 5) entsprechend der Konfiguration beim PV/MV ist zweckmäßig.

- Der Brunnen TB 6 ist zur zukünftigen Deckung des Wasserbedarfs nicht erforderlich und wird auch zur Verbesserung der Wasserqualität des Rohmischwassers nicht benötigt. Er kann aufgrund seiner begrenzten Ergiebigkeit – nach unserer Einschätzung beträgt diese < 5 l/s /3/ – keinen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Wasserver-

sorgung von Mömlingen leisten. Ein Anschluss dieses Brunnens an das Versorgungsnetz bringt somit keinen wasserwirtschaftlichen Vorteil und kann auch für die Notversorgung keinen maßgeblichen Beitrag leisten. Diesbezüglich wäre eine Leitungsverbindung zwischen den Wasserwerken Mömlingen und Obernburg die eindeutig bessere Lösung.

Aufgrund dieser Einschätzung gehen die konzeptionellen Überlegungen für die WSG-Bemessung davon aus, dass diese ausschließlich auf die Brunnen TB 4 und TB 5 auszurichten ist, wobei aufgrund der bisherigen Aussagen folgende Förderraten für die Dimensionierung der Schutzzonen II und III anzusetzen sind:

- Spitzenförderraten zur Bemessung der Schutzzone II (Engere Schutzzone):
  - Brunnen TB 4: 430 m<sup>3</sup>/d
  - Brunnen TB 5: 1.290 m<sup>3</sup>/d
  
- Jahresförderrate zur Bemessung der Schutzzone III (Weitere Schutzzone):
  - 250.000 m<sup>3</sup>/a ( $\cong$  8 l/s), wobei entsprechend der Konfiguration beim PV/MV bzw. entsprechend der o.g. Verteilung der Tagesspitzenentnahme auch hier das Verhältnis von 1 : 3 hinsichtlich der Verteilung der Einzelförderraten angesetzt wird, also:
    - Brunnen TB 4: 2 l/s
    - Brunnen TB 5: 6 l/s

## 6. Aktualisierung der hydrogeologischen Modellvorstellung

Für das Gewinnungsgebiet der Gemeinde Mömlingen wird das hydrogeologische Modell in /3/ aufgrund der Erkundungsergebnisse 2012 wie folgt präzisiert:

- Die Gesteine des Unteren Buntsandsteins (su) bilden im Untersuchungsgebiet gemeinsam mit den grobklastischen quartären Talfüllungen im Mömlingtal (qu) großräumig gesehen ein zusammenhängendes Aquifersystem (GwSystem qu + su).
- Die mittlere wirksame GwNeubildungsspende ( $q_{Gw}$ ) beträgt in diesem wasserwirtschaftlich relevanten System qu + su etwa  $4,2 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ .
- Hauptvorfluter für dieses GwSystem ist unter ungestörten Strömungsbedingungen (= keine Brunnenentnahmen) die Mömling.  
Der nördlich verlaufende Amorbach schwebt über dem wasserwirtschaftlich relevanten GwVorkommen und infiltriert nachweislich im GwEinzugsgebiet der Brunnen TB 4 und TB 5. Die Infiltrationsrate beträgt in dem untersuchten Abschnitt ca.  $7 \text{ l/s}$  bzw. ca.  $2,8 \text{ l/s/km}$ .
- Das GwEinzugsgebiet der Brunnen TB 4 und TB 5 und der Quellen A bis D, die aufgrund der Hydrochemie eindeutig als echte GwAustritte einzustufen sind, liegt i. W. nördlich der Mömling und reicht auch über den Amorbach hinaus; dies ist aus folgenden hydrogeologischen Sachverhalten und Daten zu schließen:
  - Die vorliegenden GwStände belegen eine GwFließrichtung von Nordwest nach Südost bzw. in Richtung der Brunnen; dies zeigen auch die aktuellen GwGleichenpläne in Anlage 3.
  - Die GwQualität der Brunnen TB 4 und TB 5 und der Quelle D zeigt, dass innerhalb dieses GwEinzugsgebietes Calciumcarbonat-haltige Gesteine verbreitet sein müssen. Dies können bei den örtlichen geologischen Gegebenheiten nur die Gebiete mit Löß- und Lößlehmverbreitung sein, die nördlich der Mömling liegen. Die FCKW-Befunde weisen darauf hin, dass die Quelle D und der Brunnen TB 5 das gleiche Einzugsgebiet haben (siehe Anlage 4.7), was auch nach den GwGleichenplänen in Anlage 3 und den hydrochemischen Parametern in Tabelle 4-3 plausibel ist.
  - Der Amorbach bildet keine hydraulische Grenze, da er über dem maßgeblichen GwSpiegel schwebt. In Verbindung mit den GwStandsmessungen ergibt sich hieraus die Schlussfolgerung, dass das Einzugsgebiet der Brunnen TB 4 und TB 5 im Norden über den Amorbach hinausreicht.
- In der geohydraulischen Auswertung der Pumpversuchsdaten in /3/ deutet sich für die Brunnen TB 4 und TB 5 eine nicht sehr ausgeprägte Wirksamkeit einer Anreicherungsgrenze an; hierfür kommt unter den örtlichen Gegebenheiten nur die Mömling in

Betracht, was für den Brunnen TB 4 durch das Markierungsversuchsergebnis auch unmittelbar bestätigt wird.

Entgegen der Einschätzung in /3/ beträgt nach dem Markierungsversuch und der aktuellen Interpretation der Hydrochemie der Uferfiltratanteil an den Brunnen TB 4 und TB 5 nicht < 25% sondern lediglich ca. 5%. Diese Einschätzung stimmt eher mit einer wenig ausgeprägt wirksamen Anreicherungsgrenze überein und berücksichtigt auch die GwQualität im südlich dieser Brunnen gelegenen Gebirgsbereich sowie die dortige GwNeubildung und –Strömung.

- Der geringe Uferfiltratanteil im Förderwasser führt am Brunnen TB 4, trotz einer Untergrundpassagezeit von < 50 Tagen zu keinen hygienisch relevanten Qualitätsbeeinträchtigungen, was für eine entsprechend günstige Filterwirkung des Untergrundes spricht. Am Brunnen TB 5 liegt die relevante Infiltrationsstrecke der Mömling jenseits der 50-Tage-Linie in Richtung Hainstadt (Landesgrenze).
- Die Auswertung des Markierungsversuchs spricht dafür, dass die hydraulische Stützung durch Mömling-Uferfiltrat am Brunnen TB 4 vermutlich in dessen relativer Nähe erfolgt. Für den Brunnen TB 5 ist dies aufgrund der Höhenverhältnisse nur in einem weiter oberstromig gelegenen Mömling-Abschnitt in mehr als 800 bis 1.000 m Entfernung möglich. Dies dürfte über talparallele (Hangzerreißungs-) Klüfte erfolgen, die auch die hohe Ergiebigkeit dieses Brunnens und die hohe Gebirgsdurchlässigkeit an diesem Standort plausibel erklären.  
 Es wird allerdings für den Brunnen TB 5 angenommen, dass der im Vergleich zu den Wasserspiegelhöhen der Quellen A bis D relativ hohe GwStand durch eine Druckbeeinflussung aus nördlicher Richtung verursacht ist. Unter Berücksichtigung der hydraulischen Niveaus, der Hydrochemie und der Geländebeobachtungen sehen wir für diesen Bereich folgende Zusammenhänge:
  - Die wesentliche GwAnströmung erfolgt von Norden, wobei die Mömling im Bereich der Quellen A bis D und des Brunnens TB 5 keine Vorflutwirkung ausübt sondern unterströmt wird.
  - Die natürliche Entwässerung des GwLeiters erfolgt südlich der Mömling über die Quellen A bis D, die offensichtlich entlang der Hangzerreißungszone angeordnet sind. Hierfür sprechen die kleinen sichtbaren Quelltäpfle ohne Bewuchs; besonders augenfällig ist ein markanter Quelltopf im mittleren Teil der Quelle D, den die folgende Abbildung zeigt.
  - Aufgrund der nachgewiesenermaßen hohen Gebirgsdurchlässigkeit an diesem Standort ist anzunehmen, dass auch der Brunnen TB 5 in dieser Hangzerreißungszone lokalisiert ist. Dessen relativ hoher Ruhewasserspiegel (ca. 134,40 m ü.NN) im Vergleich zu den am 15.08.2012 gemessenen Wasserspiegelniveaus der Quellen (133,48 [Qu. A] bis 132,19 m ü.NN [Qu. D]) zeigt, dass über die Quellausläufe keine vollständige Druckabsenkung in der Hangzerreißungszone in diesem Bereich erzeugt wird.
  - Berücksichtigt man die hohe Ergiebigkeit des Brunnens TB 5, das Erscheinungsbild der Quellen (Quellbäche) und die gemessenen Quellabflüsse bedeutet dies wieder-

rum, dass die Hangzerreißungszone südlich der Mmling in ungewöhnlich starkem Maße Gw-führend ist. Dies setzt die Einspeisung aus einem sehr großen GwEinzugsgebiet voraus, das aufgrund der örtlichen Gegebenheiten im Norden liegen muss. Das mögliche Einzugsgebiet im Süden ist zu klein und kann keine adquate GwNeubildungsflche erklären (s.u.); zudem liefert es nicht die passende Wasserqualität (siehe Hydrochemie TB 6).

Verstärkt wird die GwFhrung dieser Hangzerreißungszone noch durch die GwAnreicherung durch Gewässerinfiltration: Amorbach-Versickerung im Norden (Messung: ca. 7 l/s) und Mmling-Infiltration in Richtung Landesgrenze (Schätzung: ca. 1,5 l/s; siehe Kap. 3.4.2).



Abbildung 6-1: Markanter Quelltopf an Quelle D, mittlerer Teil (22.10.2012)

- Die starke GwFhrung der Hangzerreißungszone im Bereich vom Brunnen TB 5 wird auch dadurch deutlich, dass trotz der dauerhaften Förderung von ca. 15 l/s während des PV/MV die Wasserspiegel an den Quellen A bis D offensichtlich nur geringfügig abgesenkt wurden und unter diesen Förderbedingungen und der gleichzeitig im Herbst üblichen NW-Situation am 31.10.2012 noch ein messbarer Quellabfluss festzustellen war (siehe Anlage 1.1, Anlage 1.4 und Anlage 3.2<sup>1</sup>).
- Eine ausgeprägte Hangzerreißungszone wird auch nördlich der Mmling im Bereich der Messstellen GM 6 bis GM 8 vermutet. Hier fällt das GwNiveau auf einer Strecke von ca. 130 m von über 140 m .NN (GM 6) um ca. 6 bis 6,5 m ab – ein derart steiler

<sup>1</sup> Hinweis: Bei dem GwGleichenplan, Stand 31.10.2012 ist zu berücksichtigen, dass für die Quellen das Einmessniveau vom 15.08.2012 angesetzt wurde. Aufgrund der Erfahrung aus der Betriebssimulation ist allerdings zu beachten, dass das Quellaustrittsniveau bei der starken Förderung am Brunnen TB 5 vermutlich im Dezimeterbereich gegenüber dem Niveau vom 15.08.2012 abgesenkt war (siehe Anlage 1.4).

hydraulischer Gradient wird an keiner anderen Stelle im Untersuchungsgebiet gemessen. Berücksichtigt man die generelle Tendenz in der räumlichen Verteilung der Gebirgsdurchlässigkeit – im Tal- und im talnahen Hangbereich erhöhte Permeabilitäten durch verstärkte Gebirgsauflockerung bzw. Hangzerreißung –, so ist nicht anzunehmen, dass dieser steile hydraulische Gradient durch eine herabgesetzte Permeabilität und einen hierdurch erhöhten Fließwiderstand erzeugt wird. Vielmehr wird vermutet, dass hier eine GwKaskade besteht, die entlang einer auch hier erhöht durchlässigen Hangzerreißung ausgebildet ist, und an der – unterhalb der GM 6 – der GwSpiegel auf das deutlich tiefere Niveau an den Messstellen GM 7 und GM 8 abfällt.

- Aufgrund des weiteren Verlaufs der Mömling in Richtung Oberburg und der nachweislich zum Hang hin drastisch abnehmenden Gebirgsdurchlässigkeit (siehe Tabelle 4-1 in /3/) ist anzunehmen, dass südlich der Brunnen TB 5 und TB 6 eine GwScheide verläuft, die etwa entlang der oberirdischen Wasserscheide im Bereich des Neustädter Kopfes und südwestlich davon orientiert sein dürfte. Hierfür sprechen auch die Modellergebnisse in /9/.  
Inwieweit im Norden, im Bereich des Hasenberges westlich von Mömlingen, eine ähnliche Situation gegeben ist, lässt sich anhand der vorliegenden Daten nicht sicher beurteilen. (Für die spätere GwModellierung ist in diesem Bereich eine plausible Abschätzung einer begrenzenden GwScheide bzw. Randstromlinie vorzunehmen.)
- Der Brunnen TB 6 erfasst den kleinen, südlichen Teil des GwEinzugsgebietes der Brunnen TB 4 und TB 5. Dieser Bereich liefert nur einen geringen Teil des an diesen beiden Brunnen gewinnbaren GwDargebotes (Schätzung: insgesamt ca. 2 l/s), wie die Betrachtungen in Kapitel 3.4.2 zeigen.
- In den wasserwirtschaftlich relevanten Brunnenwässern ist Tritium und somit ein signifikanter Jungwasseranteil nachgewiesen /3/; auch die Nitrat-Werte sprechen für einen Tritium-haltigen Jungwasseranteil (siehe Tabelle 4-3). Dieser Jungwasseranteil kann aus dem aktuellen GwNeubildungsgeschehen und/oder – an den Brunnen TB 4 und TB 5 – aus infiltrierendem Mömling-Wasser und/oder aus dem Amorbach stammen.
- Das natürliche GwDargebot im (potenziellen) GwEinzugsgebiet der Brunnen TB 4 und TB 5 beträgt ohne den bilanzrechnerischen Ansatz der GwAnreicherung durch Mömling-Infiltration mehr als 500.000 m<sup>3</sup>/a. Diese Größenordnung ergibt sich aus dem Ergebnis des PV/MV wie folgt:
  - Gesamtförderrate bei Beharrung: 20 l/s ≈ 600.000 m<sup>3</sup>/a
  - Hiervon ist der Uferfiltratanteil von der Mömling abzuziehen (ca. 5%), da dieser nur bei Brunnenbetrieb wirksam werden kann, also nicht natürlich ist.
  - Demgegenüber ist die Amorbach-Infiltration natürlicherweise gegeben, da dieses Gewässer über dem Grundwasser schwebt. Daher wird diese Bilanzkomponente dem natürlichen GwDargebot zugerechnet.



## 7. Grundwassermodellierung für den Bereich Mömlingen

### 7.1 Modellkonzept, Kalibrierungsstrategie, Modellierungsziele

Ausgehend von dem Hydrogeologischen Modell (HGM) wird das numerische „GwModell Mömlingen“ Anfang 2013 nach folgendem Konzept entwickelt:

Tabelle 7-1: Konzept für das „GwModell Mömlingen“

Modellaspekt	konzeptioneller Ansatz	Umsetzung, Untersuchungsziele
Modellumgriff, Modellgebiet	Orientierung an natürlichen Randbedingungen (RB).	Naturnahe Ausrichtung der GwStrömungsberechnung
Randbedingungen (RB)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Leakage-RB (RIVER) entlang der Gewässer Mömling und Amorbach; Höhenniveaus gemäß Einmessung (siehe /3/ [Mömling] und Anlage 1.2).</li> <li>➤ Leakage-RB (DRAIN) an den Quellen A bis D; Höhenniveaus gemäß Einmessung (siehe Anlage 1.2).</li> <li>➤ Plausible Randstromlinien und GwScheiden im W, S und N als NO-FLOW-RB).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sicherstellung einer integrieren GwBilanz</li> <li>➤ GwZufluss nur über GwNeubildung durch Niederschlag möglich; GwNeubildung wirksam in der obersten Modellschicht</li> <li>➤ Gewässer als Leakage-RB jeweils innerhalb der Schicht, in der sie aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten verlaufen; Gewässerniveaus entsprechend den vorliegenden Höheneinmessungen und gemäß TK 25.</li> <li>➤ Berücksichtigung der Modellierungsergebnisse aus dem Bereich Oberburg /9/</li> </ul>
Quellen und Senken	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ GwNeubildung aus Niederschlag gemäß HGK 500 (stationäre Modellierung) bzw. nach Bodenwasserhaushaltsmodell (instationäre Modellierung), flächenhaft wirksam in der obersten Modellschicht.</li> <li>➤ Brunnenentnahmen in bekannter bzw. definierter Höhe (nach hydrogeologisch-geohydraulischen Kriterien).</li> </ul>	
Vertikaler Modellaufbau	Umsetzung des Untergrundaufbaus als 3-Schicht-Modell.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Schicht 1: <math>s_u</math> (+ <math>s_m</math>) + <math>q_u</math> (Talbereich)</li> <li>➤ Schicht 2: <math>s_u</math>, oberer Abschnitt</li> <li>➤ Schicht 3: <math>s_u</math>, unterer Abschnitt</li> <li>➤ dichte Modellbasis = Oberkante Bröckelschiefer (Zechstein) entsprechend dem hydrogeologischen Kenntnisstand</li> </ul>
Kalibrierungsziele (stationäre und instationäre Kalibrierung)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nachbildung der GwVerhältnisse am 01.08. und 31.10.2012 (stationäre Kalibrierung).</li> <li>2. Nachbildung der Untergrundpassagezeit von Mömling-Uferfiltrat am Brunnen TB 4 (stationäre Kalibrierung).</li> <li>3. Bilanzkontrolle anhand der gemessenen Infiltrationsraten am Amorbach und der</li> </ol>	Nachbildung der GwStrömungsverhältnisse und der GwDynamik im Einzugsgebiet der Brunnen TB 4 und TB 5

Modellaspekt	konzeptioneller Ansatz	Umsetzung, Untersuchungsziele
	am 31.10.2012 gemessenen Abflüsse an den Quellen A bis D (stationäre Kalibrierung). 4. Nachbildung der Betriebssimulation 2005 (instationäre Kalibrierung; siehe Anlage 1.4)	
Modellanwendungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Berechnung von GwFließgeschwindigkeiten und Brunneneinzugsgebieten bei Ansatz wasserwirtschaftlich relevanter Förderraten an den Brunnen TB 4 und TB 5.</li> <li>➤ Evtl. Optimierung von Brunnenentnahmen zur Begrenzung von Nutzungskonflikten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Berechnung der 50-Tage-Zone bei Ansatz der relevanten Tagesspitzenentnahmen zur Bemessung der Schutzzone II.</li> <li>➤ Berechnung der Brunneneinzugsgebiete bei Ansatz der relevanten Durchschnittsentnahmen (= Jahresentnahmen) zur Bemessung der Schutzzone III.</li> </ul>

Das numerische GwModell wird mit dem Rechenprogramm MODFLOW (GMS Version 8.3) erstellt, das nach der Finite-Differenzen-Methode arbeitet (MODFLOW-2005 / MODFLOW-NWT).

## 8. Empfehlungen zum Brunnenbetrieb und wasserrechtliche Belange

### 8.1 Brunnenbetrieb und Gestaltung des Entnahmerechtes

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wird der Gemeinde Mömlingen empfohlen, für die zukünftige Wasserversorgung ausschließlich die Brunnen TB 4 und TB 5 zu betreiben (Regelbetrieb). Nach den vorliegenden Nachweisen sollte hierbei folgendes Entnahmerecht als gehobene Erlaubnis über mindestens 20 Jahre beantragt werden:

- Brunnen TB 4:
  - bis zu 15 l/s
  - bis zu 430 m<sup>3</sup>/d
- Brunnen TB 5:
  - bis zu 15 l/s
  - bis zu 1.290 m<sup>3</sup>/d
- Gesamtentnahme Br. TB 4 + TB 5: bis zu 250.000 m<sup>3</sup>/a

Bei dieser Definition dieser Förderraten ist auch die zukünftig mögliche Verbindung zum Wasserwerk Obernburg und die dann voraussichtlich wechselseitige Wasserlieferung berücksichtigt (siehe Anlage 6).

Die Gemeinde Mömlingen betreibt in ihrem Wasserwerk seit 2006 eine zertifizierte UV-Anlage zur Prophylaxe gegen hygienische Beeinträchtigungen. Wenngleich die Brunnen TB 4 und TB 5 offensichtlich keinem besonderen hygienischen Risiko ausgesetzt sind, sollte diese UV-Anlage auch weiterhin betrieben werden, um dem geringen mikrobiologischen (Rest-) Risiko aus dem Uferfiltrateinfluss von der Mömling zu begegnen.

### 8.2 Bemessung des Wasserschutzgebietes

Ausgehend von der Annahme, dass eine gehobene Erlaubnis in dem oben beschriebenen Umfang erteilt wird, wird für die Brunnen TB 4 und TB 5 folgendes vorläufiges WSG-Konzept vorgeschlagen (siehe Anlage 5):

Tabelle 8-1: WSG-Konzept für die Brunnen TB 4 und TB 5, Stand 11/2012

Schutzzone	Bemessungsansatz	Begründung, Hinweise
Zone I (Fassungsbereiche)	Die bestehenden Fassungsbereiche erfüllen die Kriterien nach /7/ und /8/.	Keine Änderung der bestehenden Fassungsbereiche.
Zone II (Engere Schutzzone)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maßgebliche Förderraten:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Br. TB 4: 430 m<sup>3</sup>/d</li> <li>○ Br. TB 5: 1.290 m<sup>3</sup>/d</li> </ul> </li> </ul>	Für die Bemessung der Zone II ist die wasserrechtlich genehmigte Tagesspitzenförderung maß-

Schutzzone	Bemessungsansatz	Begründung, Hinweise
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der 50-Tage-Zone anhand dieser Förderraten und bei Br. TB 5 Berücksichtigung der Hangzerreißungszone</li> <li>• Einbeziehung der S' der Brunnen gelegenen Hangbereiche über mind. 300 m gemäß /7/.</li> </ul>	<p>gebend.</p>
<p>Zone III (Weitere Schutzzone)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbeziehung des berechneten Einzugsgebietes bei folgenden Förderraten (8 l/s <math>\cong</math> 250.000 m<sup>3</sup>/a):               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Br. TB 4: 2 l/s</li> <li>○ Br. TB 5: 6 l/s</li> </ul> </li> <li>• Berücksichtigung der bilanzrechnerisch notwendigen Einzugsgebietsfläche für 250.000 m<sup>3</sup>/a.</li> <li>• Berücksichtigung der oberirdischen Einzugsgebietsgrenze NW' von Mömlingen.</li> <li>• Hydraulische Stützung durch Gewässerinfiltration bleibt unberücksichtigt.</li> <li>• Aufgrund des Tritium-Nachweises und nur lokal hoher Schutzfunktion der Deckschichten (siehe /3/) keine Ausgrenzung von Teilflächen mit geringer Schutzbedürftigkeit.</li> <li>• Aufgrund der Deckschichtensituation und der großräumigen hydrogeologischen Gegebenheiten keine Differenzierung in Teilzonen IIIA/IIIB.</li> </ul>	<p>Für die Bemessung der Zone III ist die wasserrechtlich genehmigte Jahresförderung (= Durchschnittsentnahme) maßgebend.</p>

Die folgende Abbildung zeigt die entsprechende Anwendung des Abgrenzungsschemas nach der einschlägigen Leitlinie des Bayerischen Landesamtes für Umwelt /8/.

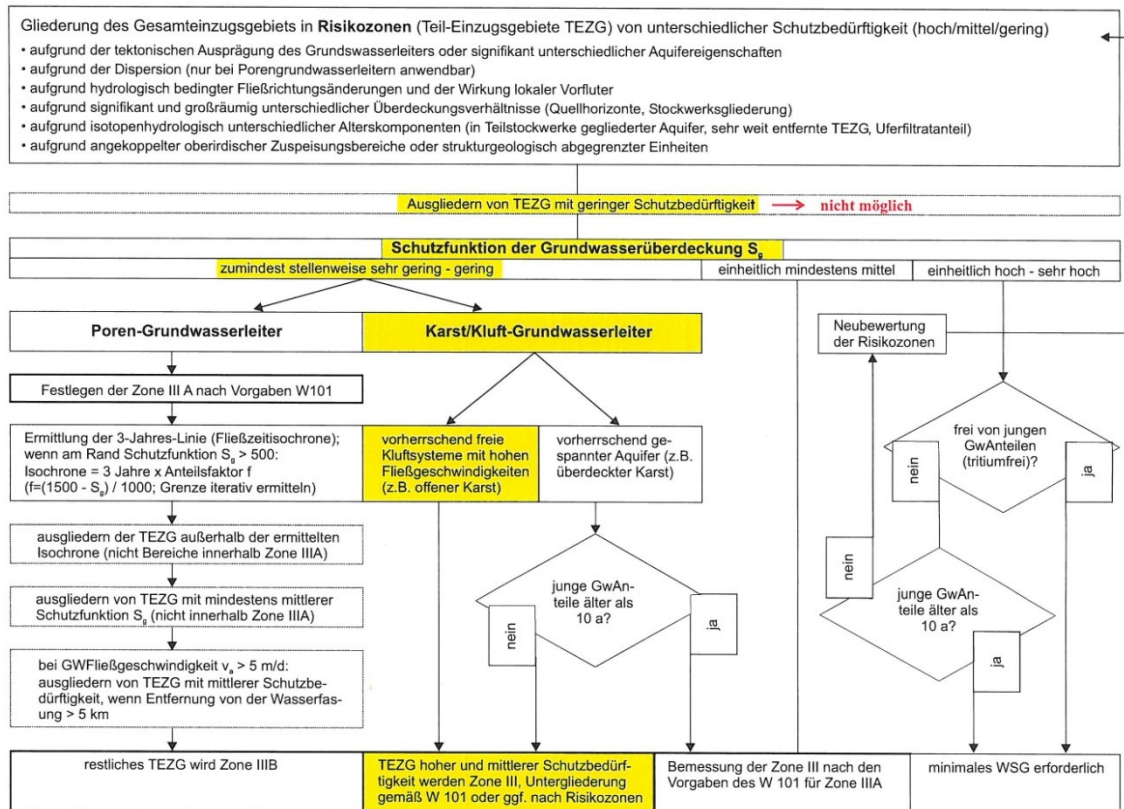


Abbildung 8-1: WSG-Abgrenzungsschema für die Brunnen TB 4 und TB 5 Mömlingen nach /8/

### 8.3 Weitere Maßnahmen

Nach den vorliegenden Untersuchungen kann die Wasserversorgung der Gemeinde Mömlingen dauerhaft über die Brunnen TB 4 und TB 5 sichergestellt werden. Allerdings bieten diese Brunnen alleine keine ausreichende Sicherheit bei einem gravierenden Notversorgungsfall, der durch einen Ausfall des Wasserwerks hervorgerufen wird. Da die Stadt Obernburg diesbezüglich in einer vergleichbaren Situation ist, wird daher empfohlen, gemeinsam mit der Stadt Obernburg eine Lösung zur wechselseitigen Notfallabsicherung zu suchen. Naheliegend wäre eine Leitungsverbindung zwischen den Wasserwerken in Mömlingen und Obernburg. Bei den hierzu notwendigen Untersuchungen sollten auch die Möglichkeiten einer eventuellen gemeinsamen Optimierung der Regelversorgung betrachtet werden, sowohl fachlich als auch wirtschaftlich. Die diesbezüglichen Möglichkeiten sind – entsprechend dem derzeitigen Kenntnisstand – in Anlage 6 skizziert.

Ansonsten werden im Rahmen der Wasserversorgung der Gemeinde Mömlingen folgende weitere Maßnahmen empfohlen:

- Rück- oder Umbau des Brunnens TB 1 nach einem mit dem Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg abzustimmenden Konzept. Dieser Brunnen koppelt ausbaubedingt hydraulisch zwei GwLeiter, was von der Behörde als dauerhaft nicht akzeptabel eingestuft wird.

- Der Brunnen TB 6 muss nicht zwingend rückgebaut werden. Er sollte allerdings nicht an das Versorgungsnetz angeschlossen sondern zukünftig als GwMessstelle im südlichen Teil des Einzugsgebietes der Brunnen TB 4 und TB 5 genutzt werden. Die Option einer zukünftigen wasserwirtschaftlichen Nutzung bleibt so erhalten (wenngleich diese Nutzung wenig wahrscheinlich ist).
  
- Von den bestehenden GwMessstellen (GWM) könnte GM 4 rückgebaut werden, da diese GWM unmittelbar benachbart zu GM 5 liegt und beide GWM nahezu gleiche GwStände liefern; zwingend notwendig ist dieser GWM-Rückbau jedoch nicht. Die Messstelle GM 5 erfasst den flurnahen Kies-GwLeiter (Quartär) und käme daher als Vorfeldmessstelle für den Brunnen TB 4 mit Blick auf die Zuströmung aus Richtung B 426 in Betracht.  
 Ob und welche weiteren GWM zukünftig zu betreiben sind, sollte mit dem Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg abgeklärt werden.
  
- An den (verbleibenden) GWM sollten zukünftig folgende Messungen durchgeführt werden (GwMonitoring mit fachgutachterlicher Begleitung):
  - 1 x monatlich GwStichtagsmessung an ausgewählten GWM
  - Jeweils 1 ausgewählte GWM im Einzugsgebiet der Brunnen TB 4 und TB 5 sollten als Vorfeldmessstelle genutzt und mindestens 1 x jährlich hydrochemisch untersucht werden (Parameterumfang in Anlehnung an TrinkwV + Ionenbilanz)

Diese Messergebnisse sollten gemeinsam mit den Brunnendaten regelmäßig aufbereitet und unter Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse bewertet werden; zweckmäßig sind entsprechende Jahresberichte.

---

## 9. Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise

---

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wird folgende weitere Vorgehensweise empfohlen:

- Kurzfristig Diskussion der vorliegenden Ergebnisse mit den Behörden und Abstimmung der weiteren Vorgehensweise bei den anstehenden wasserrechtlichen Verfahren; evtl. könnte der vorliegende Zwischenbericht als Nachweis für die erforderliche Verlängerung der Entnahmeerlaubnis für die Brunnen TB 4 und TB 5 bis Ende 2013 dienen.
- Vorbehaltlich der Akzeptanz durch die Behörden Erstellung und Anwendung des numerischen GwModells entsprechend dem Konzept in Tabelle 7-1 als Nachweis für die anstehenden Wasserrechtsverfahren:
  - Antrag auf gehobene Entnahmeerlaubnis für die Brunnen TB 4 und TB 5.
  - Unterlagen für die Festsetzung des WSG für die Brunnen TB 4 und TB 5 unter Ansatz dieser Förderraten.

Die entsprechenden Unterlagen sind im Laufe des Jahres 2013 zu erstellen und beim Landratsamt Miltenberg einzureichen. Diesbezüglich ist mit den Behörden abzuklären, ob bzw. in welchem Umfang im Vorfeld eine UVP-Vorprüfung für den Entnahmeantrag und eine Erfassung und Bewertung der Gefährdungspotenziale für das WSG-Verfahren durchzuführen ist.

- Rück- bzw. Umbau des Brunnens TB 1 und ggf. auch von GwMessstellen in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg und ggf. abhängig vom Ergebnis entsprechender Voruntersuchungen (TV-Befahrung, geophysikalische Vermessung). Wie mit dem Brunnen TB 3 zukünftig zu verfahren ist, sollte mit dem Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg abgeklärt werden.
- (Vor-) Planung der Leitungsverbindung zwischen den Wasserwerken Mömlingen und Obernburg zur wechselseitigen Absicherung inkl. begleitende Untersuchungen hierzu (z.B. Untersuchung der Mischbarkeit der Wässer).
- Einleitung des GwMonitorings entsprechend der Empfehlung in Kapitel 8.3.

---

## 10. Zusammenfassung

---

Die Gemeinde Mömlingen betreibt derzeit zur gemeindlichen Wasserversorgung die Tiefbrunnen TB 4 und TB 5, wofür – gemeinsam mit dem zwischenzeitlich verfüllten Tiefbrunnen TB 2 – eine bis zum 31.12.2012 befristete wasserrechtliche Bewilligung zur Entnahme und Ableitung von Grundwasser besteht.

Für die Einleitung der wasserrechtlichen Verfahren zur Aktualisierung der Entnahmegegenehmigung und zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes sind entsprechende hydrogeologisch-wasserwirtschaftliche Untersuchungen erforderlich.

Das Gutachten /3/ umfasst die Dokumentation und Auswertung der entsprechenden Daten aus früheren Einzeluntersuchungen und –messungen. Das vorliegende Gutachten beinhaltet die Ergebnisse der nach /3/ notwendigen Erkundungsmaßnahmen, die im Sommer und Herbst 2012 durchgeführt wurden.

In dem Gutachten /3/ konnte bereits ein hydrogeologisches Modell für das Gewinnungsgebiet der Gemeinde Mömlingen entwickelt werden. Die abschließende Klärung der wasserwirtschaftlichen Perspektiven erforderte jedoch ein kombinierten Pump- und Markierungsversuch (PV/MV), der im Sommer/Herbst 2012 durchgeführt wurde und der gemeinsam mit den begleitenden Messungen folgende Ergebnisse lieferte:

- An den Brunnen TB 4 und TB 5 kann eine Förderrate von insgesamt 20 l/s (5 + 15 l/s) qualitätssicher i.S.d. TrinkwV, Anlage 1 realisiert werden; dies belegen wöchentliche Rohwasseranalysen während des PV/MV.
- Das hydrogeologische Modell nach /3/ konnte wie folgt präzisiert werden:
  - Der Amorbach schwebt nachweislich (bei ca.-NW-Bedingungen) über dem GwSpiegel und infiltriert westlich von Mömlingen ca. 7 l/s bzw. ca. 2,8 l/s/km.
  - Die geohydraulische Wirksamkeit der Quellen A bis D konnte geklärt werden; sie bilden die natürliche Entwässerung des Buntsandstein-GwLeiters über die hydraulisch angeschlossene Hangzerreißungszone.
  - Der Anteil von Mömling-Uferfiltrat am Förderwasser der Brunnen TB 4 und TB 5 wird nunmehr mit ca. 5% quantifiziert. Die Untergrundpassagezeit dieses Infiltrats beträgt bis zum Erreichen des Brunnens TB 5 >70 Tage. Am Brunnen TB 4 wird diesbzgl. das 50-Tage-Kriterium nicht eingehalten, was aber die Rohwasserqualität i.S.d. TrinkwV, Anlage 1 nicht beeinträchtigt.
  - Die Quellen A bis D und die Brunnen TB 4 und TB 5 werden i.W. von Norden her angeströmt. Neben dem Uferfiltratanteil (ca. 5%) enthält das Förderwasser der Brunnen TB 4 und TB 5 auch ca. 10% Grundwasser, das aus dem südlich gelegenen Einzugsgebiet stammt; ca. 85% des geförderten Grundwassers kommen aus dem nördlich gelegenen Einzugsgebiet.



- Aus diesen Ergebnissen ist der Schluss zu ziehen, dass die langfristige TwVersorgung der Gemeinde Mömlingen allein über die Brunnen TB 4 und TB 5 möglich ist; der Brunnen TB 6 wird zur TwVersorgung nicht benötigt.
- Es wird empfohlen, für die Brunnen TB 4 und TB 5 folgendes Entnahmerecht als gehobene Erlaubnis über mindestens 20 Jahre zu beantragen:
  - Brunnen TB 4: bis zu 15 l/s und bis zu 430 m<sup>3</sup>/d
  - Brunnen TB 5: bis zu 15 l/s und bis zu 1.290 m<sup>3</sup>/d
  - Gesamtentnahme Br. TB 4 + TB 5: bis zu 250.000 m<sup>3</sup>/a
- Ausgehend von diesen Förderraten wird unter Berücksichtigung der einschlägigen Leitlinie des BLfU /8/ ein vorläufiges WSG-Konzept für die Brunnen TB 4 und TB 5 wie folgt vorgeschlagen (siehe Anlage 5):
  - Beibehaltung der Schutzzonen I (Fassungsbereiche).
  - Bemessung der Schutzzone II (Engere Schutzzone) anhand der 50-Tage-Linien-Berechnung für den prognostizierte Tagesspitzenbedarf und weiterer hydrogeologischer Kriterien nach /7/.
  - Bemessung der Schutzzone III (Weitere Schutzzone) anhand der Einzugsgebietsermittlung und unter Berücksichtigung der Decksichtensituation.
- Des Weiteren werden folgende Maßnahmen empfohlen:
  - Gemeinsam mit der Stadt Obernburg Realisierung einer Verbindungsleitung zwischen den beiden Wasserwerken zur wechselseitigen Absicherung (auch) für den Notversorgungsfall.
  - Um- oder Rückbau des Brunnen TB 1 und evtl. von einzelnen GwMessstellen in Abstimmung mit dem WWA Aschaffenburg; mit dem WWA wäre auch die weitere Vorgehensweise betreffend Brunnen TB 3 abzuklären.
  - Umbau des Brunnen TB 6 zur GwMessstelle; keine Anbindung dieses Brunnens an das Versorgungsnetz.
  - Zukünftig Durchführung eines angemessenen GwMonitorings an ausgewählten GWM mit fachgutachterlicher Begleitung.

Die vorliegenden Ergebnisse sind durch die noch ausstehende GwModellierung abzusichern. Das Konzept für diese Modellierung wird in Kapitel 7 dargestellt; die Modellierung wird Anfang 2013 durchgeführt.

Es ist zu empfehlen, die vorliegenden Ergebnisse mit den Behörden zu erörtern und mit diesen die weitere Vorgehensweise mit Blick auf die anstehenden wasserrechtlichen Verfahren abzustimmen.

**Büro HG GmbH**

Gießen, November 2012

Dipl.-Geol. Dr. Bernd Hanauer Dipl.-Geol. Horst Roßmann