

Projekt:

## **Sicherung der Trinkwasserversorgung des Marktes Eschau**

### **Brunnen Wildensee Markierungsversuch am Aubach im Sommer 2015 - Ergebnisbericht -**

Auftraggeber:



**Markt Eschau  
Rathausstraße 13**

**63863 Eschau**

---

## I. Inhaltsverzeichnis

---

	Seite
<b>1. Veranlassung, Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2. Angaben zum Brunnen und zu den hydrogeologischen Verhältnissen</b>	<b>2</b>
<b>3. Trockenwetterabflussmessungen</b>	<b>3</b>
<b>4. Durchführung des Markierungsversuchs</b>	<b>4</b>
4.1 Markierungsstoff, Probenahme und Analytik	4
4.2 Ablauf des Markierungsversuchs	6
4.3 Lage der Eingabestelle, der Kontrollstellen und des Brunnens	6
<b>5. Ergebnisse des Markierungsversuchs</b>	<b>7</b>
5.1 Nachweis des Markierungsstoff im Aubach	7
5.2 Zeitliches Auftreten von Bachinfiltrat im Förderwasser des Brunnens	8
5.3 Ergebnisse der Altersbestimmungen	8
<b>6. Fazit</b>	<b>10</b>

### Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Ergebnisse der Trockenwetterabflussmessungen am 21.04.2015	3
Tabelle 4-1: Zeitlicher Ablauf des Markierungsversuchs	6
Tabelle 4-2: Lage der Eingabe- und Beprobungsstellen	6

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1: Markierungsstelle Aubach mit eingesetzten Kartuschen	7
---	---

## II. Anlagenverzeichnis

<b>Anlage 1</b>	<b>Lagepläne</b>
Anlage 1.1	Übersichtslageplan M 1:25.000
Anlage 1.2	Luftbildplan M 1:5.000
<b>Anlage 2</b>	<b>Graphische Darstellung der Markierungsstoffbefunde</b>
<b>Anlage 3</b>	<b>Tabellarische Zusammenstellung der Markierungsstoffbefunde</b>
<b>Anlage 4</b>	<b>Laborbericht Spurenstofflabor Dr. Harald Oster</b>
<b>Anlage 5</b>	<b>Ergebnisse der Trockenwetterabflussmessungen am 21.04.2015</b>

## III. Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- /1/ Beantragung einer Erlaubnis nach § 8 WHG für das Einbringen eines Markierungsstoffes im Rahmen von Untersuchungen zur Sicherung der Trinkwasserversorgung des Marktes Eschau  
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen Mai 2015
- /2/ Bescheid über die widerrufliche beschränkte wasserrechtliche Erlaubnis für das Einbringen des gasförmigen Markierungsstoffes Schwefelhexafluorid im Rahmen eines Markierungsstoffes in den Aubach (43-6321.2)  
Landratsamt Miltenberg, Miltenberg 16.06.2015
- /3/ Bescheid über die befristete, beschränkte wasserrechtliche Erlaubnis zur Sicherung der öffentlichen Wasserversorgung durch das Entnehmen von Grundwasser aus dem Br. Wildensee im Umfang von 2,5 l/s – 70 m<sup>3</sup>/d – 17.000 m<sup>3</sup>/a bis zum 31.03.2015 (421 - 8631.01)  
Landratsamt Miltenberg, Miltenberg 11.03.2010
- /4/ Bescheid über die befristete, beschränkte wasserrechtliche Erlaubnis zur Sicherung der öffentlichen Wasserversorgung durch das Entnehmen von Grundwasser aus dem Br. Wildensee im Umfang von 2,5 l/s – 70 m<sup>3</sup>/d – 17.000 m<sup>3</sup>/a bis zum 31.03.2016 (43 - 8631.01)  
Landratsamt Miltenberg, Miltenberg 03.02.2015
- /5/ Abgrenzung von Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten zur Sicherung der öffentlichen Trinkwasserversorgung für die Fortschreibung der Regionalpläne, Region 1 (Baye-rischer Untermain) und Region 2 (Würzburg), Ordner 7  
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen Mai 2008

---

## 1. Veranlassung, Aufgabenstellung

---

Bei der Neuausweisung des Wasserschutzgebietes für den Br. Wildensee des Marktes Eschau<sup>1</sup> ist auf behördliche Veranlassung hin unter anderem die Frage zu klären, ob der Aubach, der östlich bis südlich unweit des Brunnenstandortes verläuft, zwischen der Kläranlage Wildensee und der Höhe des Br. Wildensee Wasser verliert und dieses möglicherweise bei unzureichender Untergrundpassagezeit (< 50 Tage, „50-Tage-Kriterium“ im Rahmen der WSG-Bemessung) den Brunnen erreicht.

Die Untersuchung der Fragestellung sollte mittels eines Markierungsversuchs erfolgen. Vorgesehen war, bei Normalbetrieb des Brunnens den Aubach über ca. 60 Tage mit dem gasförmigen Markierungsstoff Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) zu markieren, und in dieser Zeit und dem anschließenden Zeitraum (ca. weitere 30 Tage) dessen eventuelles Auftreten am Br. Wildensee zu kontrollieren.

Die Durchführung des Versuchs wurde im Mai 2015 beantragt /1/ und mit dem Bescheid des Landratsamtes Miltenberg vom 16.06.2015 erlaubt /2/.

Nach den Vorbereitungsarbeiten wurde der Versuch am 27.07.2015 begonnen und im Oktober 2015 nach 80 Tagen Beobachtungszeit abgeschlossen. Gemäß Planung wurde der Br. Wildensee dabei im Normalbetrieb gefahren.

Im Folgenden werden der Ablauf des Versuchs dokumentiert und die Ergebnisse bewertet.

Im Vorfeld des Versuchs wurde zur Einschätzung der Abflussraten und möglicher Absickerungstrecken am Aubach bereits am 21.04.2015 einmalig bei Trockenwetterverhältnissen abschnittsweise Abflussmessungen zwischen der Ortslage Wildensee und dem Bereich Br. Wildensee vorgenommen (Ausführung: Büro HG), deren Ergebnisse hier ebenfalls dokumentiert werden.

---

<sup>1</sup> Bearbeiter der Unterlagen im Rahmen der Wasserschutzgebietsausweisung: Ingenieurbüro Jung GmbH, Josef-Hepp-Straße 23, 63801 Kleinostheim

---

## 2. Angaben zum Brunnen und zu den hydrogeologischen Verhältnissen

---

Der Br. Wildensee versorgt im Regelbetrieb den Ortsteil Wildensee der Marktgemeinde Eschau mit Trinkwasser.

Da der ursprüngliche Bedarf an Trinkwasser im Ortsteil Wildensee nicht mehr gegeben ist und auch zukünftig noch etwas rückläufig sein wird, wurden im Rahmen der ebenfalls erforderlichen Neuerteilung der Wasserrechte geringere Entnahmeraten beantragt, die faktisch eine Halbierung gegenüber den früher erlaubten Entnahmen darstellen (Reduzierung von 35.000 auf 17.000 m<sup>3</sup>/a) /3/. Derzeit ist bis zum 31.03.2016 eine befristete Erlaubnis zur Entnahme von bis zu 2,5 l/s, 70 m<sup>3</sup>/d sowie 17.000 m<sup>3</sup>/a beschieden /4/.

Durch die Reduzierung der erlaubten Jahresentnahme und der nicht mehr den heutigen Anforderungen entsprechenden Schutzgebietsausweisung wird seitens der Behörden eine Überplanung des bestehenden Wasserschutzgebietes gefordert, in deren Zusammenhang auch der hier dokumentierte Markierungsversuch zu sehen ist.

Der im Jahr 1967 eingerichtete Brunnen wurde im Jahr 2005 einer Totalsanierung unterzogen. Der ursprünglich ca. 130 m tiefe Brunnen ist nunmehr bis 111 m u.GOK ausgebaut und im flurnahen Bereich bis ca. 17 m u.GOK mit einer Sperrrohrabdichtung ausgestattet.

Der Brunnen erfasst einen Kluft-GwLeiter in den Gesteinen des Unteren Buntsandsteins, der im Umfeld des Brunnens weiträumig ansteht /5/. Er liegt am nördlichen Rand des Aubachtales im Eingang zu einem Nebental, welches von Norden her auf das Aubachtal stößt (Katzendelle). Der Ruhewasserspiegel im Brunnen liegt bei ca. 17,5 m u.GOK bzw. ca. 314,5 m ü.NN. Das Tiefste des Talbodens – und somit der Aubach – befindet sich zwischen der Kläranlage Wildensee und dem Bereich des Brunnens auf einem Niveau von ca. 330 bis 322 m ü.NN. Dadurch ist potentiell die Möglichkeit gegeben, dass es – zumindest abschnittsweise – zu einer Absickerung von Bachwasser in den Taluntergrund kommen könnte. Ein Zustrom von Grundwasser aus dem Talbereich bzw. unter dem Talbereich hindurch von Osten her zum Brunnen ist gemäß den Ausarbeitungen in /5/ anzunehmen. Dies betrifft den Bachabschnitt zwischen der Kläranlage Wildensee und dem Bereich des Brunnens.

Der Brunnen wird mit einer Förderrate von ca. 2 l/s betrieben. Sinkt der Betriebswasserspiegel unter 18 m u.BK (entspricht 20 m u.GOK), wird die Förderrate gedrosselt. Die tägliche Betriebszeit liegt im Mittel bei ca. 6 bis 7 Std.

### 3. Trockenwetterabflussmessungen

Am 21.04.2015 wurden am Aubach bei Trockenwetterbedingungen zur Einschätzung der Abflussraten (für die Dimensionierung der Markierungs-Kartuschen) sowie der möglichen Bachversickerung einmalig Abflussmessungen mit dem hydrometrischen Flügel durchgeführt. Erfasst wurde hierbei der Bachabschnitt zwischen dem südlichen Ortsende von Wildensee (Hofwildensee) und dem Bereich des Br. Wildensee. Die Ergebnisse sind in der Anlage 5 dargestellt und im Folgenden nochmals tabellarisch zusammengestellt (Nummerierung der Messpunkte in Fließrichtung):

Tabelle 3-1: Ergebnisse der Trockenwetterabflussmessungen am 21.04.2015

Messpunkt	Abflussrate	Lage des Messpunkts
MP 1	15,6 l/s	südliches Ortsende Wildensee
MP 2	15,5 l/s	oberhalb Kläranlage Wildensee
MP 3	18,9 l/s	unterhalb Kläranlage Wildensee
MP 4	23,7 l/s	Bereich auf Höhe Br. Wildensee

Im Wesentlichen zeigt sich,

- dass oberhalb der Kläranlage auf einer Strecke von ca. 300 m der Aubach, im Rahmen der Messgenauigkeit, keine messbare Abflussänderung aufweist. Eine signifikante Absickerung von Bachwasser in den Untergrund ist hier also nicht anzunehmen.
- dass im Bereich der Kläranlage (zwischen MP 2 und MP 3) eine deutliche Abflusszunahme um 20 % zu verzeichnen ist. Ein nennenswerter Kläranlagenablauf in den Bach war zum Zeitpunkt der Messungen nicht gegeben. Allerdings ist der Bereich zwischen Kläranlage und Bach vernässt, sodass hier ein verstärkter natürlicher Wasserübertritt aus dem flurnahen Untergrund in den Bach anzunehmen ist.
- dass unterhalb der Kläranlage (MP 3) und dem Bereich auf Höhe des Br. Wildensee (MP 4) eine weitere Abflusszunahme um ca. 25 % zu verzeichnen war.

Insgesamt deuten die Ergebnisse der einmaligen Messung darauf hin, dass im Bereich zwischen Kläranlage und Brunnen keine signifikante Versickerung aus dem Bach in den Untergrund anzunehmen ist, sondern der Bach insgesamt auf dieser Strecke Vorflutfunktion hat. Die erfassten Abflussraten zeigen aufgrund ihrer Erfassung im April sicher keine Niedrigwasserverhältnisse an. Allerdings wurde im Sommer während des Markierungsversuchs immer ein Abfluss im Bach über die gesamte Strecke beobachtet, der ca. 30 bis 50 % der im April gemessenen Werte ausmacht (Abschätzung). Temporär höhere Abflussraten ergeben sich bei Starkniederschlägen.

Die Abflussmessungen verweisen aber auch auf den schichtigen Aufbau der Buntsandstein-Abfolgen mit einer zumindest lokalen vertikalen Gliederung in GwStockwerke. Während der GwSpiegel im GwLeiter, den der Br. Wildensee erfasst, unterhalb der Talsohle liegt, ist zumindest im Messzeitraum im flurnahen Untergrund des Aubach-Tales ein GwVorkommen vorhanden, das in den Bachlauf entwässert. Während der Bach über die

gesamte Strecke als Vorfluter einzustufen ist, könnten kurze Abschnitte aber auch exfiltrierend wirken, was nicht mit den Messungen erfasst wurde.

Ob ein hydraulischer Kontakt zwischen dem Bach, dem flurnahen Grundwasser und dem tieferen genutzten GwLeiter im Buntsandstein mit einer abwärtsgerichteten Fließkomponente aus dem Bach in möglicherweise exfiltrierenden Abschnitten in den tieferen GwLeiter vorhanden ist, sollte mit dem Markierungsversuch untersucht werden.

---

## 4. Durchführung des Markierungsversuchs

---

### 4.1 Markierungsstoff, Probenahme und Analytik

---

Vorgesehen für die Markierung des Aubachs war das Gas Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>). Es handelt sich um ein atmosphärisches Spurengas, das biologisch und chemisch inert ist und somit keine toxischen Eigenschaften aufweist. Aufgrund der Tatsache, dass es zudem farb- und geruchlos ist, erfolgen keine sichtbaren oder sonstigen Beeinträchtigungen im Grund- und Oberflächenwasser. Die TwVersorgung kann daher während eines Markierungsversuchs mit SF<sub>6</sub> ohne Einschränkungen weitergeführt werden.

Aufgrund der extrem empfindlichen Nachweisbarkeit von SF<sub>6</sub> genügen für ein eindeutiges Markierungsversuchsergebnis sehr geringe Konzentrationen dieses Gases, sodass die Eingabemenge für diesen Markierungsstoff entsprechend gering sein kann. SF<sub>6</sub> ist als „idealer“ Markierungsstoff zu bezeichnen, da er - einmal ins Grundwasser gelangt - passiv mit der Wasserströmung transportiert wird, ohne sich an Bodenpartikel anzulagern oder ähnliches.

Die Eingabe des Gases in das Fließgewässer erfolgt über kleine Kartuschen, die mit einem kurzen permeablen Schlauch versehen sind. Diese Kartuschen werden für die Versuchszeit in das Fließgewässer gelegt. Aus dem Schlauch heraus wird entsprechend dem Konzentrationsgefälle nach und nach das Gas passiv an das vorbeifließende Wasser abgegeben. Die Kartuschen stehen nicht unter Druck, sodass keine Gefahr von ihnen ausgeht.

Durch Verwirbelungen im Fließgewässer kann eine Entgasung erfolgen. Dies macht es unter Umständen erforderlich, auf der gewünschten Markierungsstrecke mehrere Kartuschen einzubringen, um eine durchgängige Markierung des Gewässerabschnittes sicherzustellen. Im vorliegenden Fall war dies nicht erforderlich, da es sich um nur eine kurze Markierungsstrecke handelte (ca. 450 m). Ist das markierte Wasser in den Untergrund abgesickert, erfolgt keine Ausgasung mehr. Zur Absicherung der Markierung wurden an der Markierungsstelle zwei Kartuschen eingesetzt.

Während des Markierungsversuchs wurden die Kartuschen regelmäßig kontrolliert (Vorhandensein, Lage unter Wasser, Verletzungen an den Permeationsschläuchen). Zum

Nachweis der ausreichenden Markierung des Aubachs wurden an zwei Stellen bachabwärts der Markierungsstelle regelmäßig Proben entnommen und analysiert.

Die Probennahme erfolgte durch vorsichtiges Befüllen von Glasflaschen mittels eines Schlauches, wobei Entgasungen zu vermeiden waren. Die Beprobungen wurden durch Personal der Gemeinde vorgenommen; das Personal wurde zuvor entsprechend eingewiesen.

Die Bereitstellung der Gaskartuschen, Probeflaschen und die Analytik (gaschromatographisch) erfolgte durch das Spurenstofflabor Dr. Harald Oster, Wachenheim an der Weinstraße (Subunternehmer des Büros HG).

Vor Versuchsbeginn wurden Nullproben am Brunnen als auch am Aubach entnommen, um die SF<sub>6</sub>-Hintergrundkonzentration zu ermitteln. Eine Altersbestimmung des Förderwassers am Brunnen als auch am Bach wurde aber als Ergänzung durchgeführt (SF<sub>6</sub>-/FCKW-Methode, Analytik ebenfalls Spurenstofflabor Dr. Harald Oster). Diesbezüglich wird auf die Ausführungen im Laborbericht verwiesen (siehe Anlage 4).

Zu erwähnen ist noch, dass der Stoff SF<sub>6</sub> bei den Nullproben und beim Nachweis im Rahmen des Markierungsversuchs mit unterschiedlichen Nachweisgrenzen analysiert wurde. So erfolgte für die Nullproben generell eine aufwändigere Analytik, wie sie etwa für die Altersbestimmung erforderlich ist, die um den Faktor 10 genauere Ergebnisse liefert als die Analytik im Rahmen eines Markierungsversuchs, für den eine geringere Messgenauigkeit ausreicht. Die Angabe einer SF<sub>6</sub>-Konzentration von bis zu 3 fmol/l bedeutet somit im vorliegenden Fall, dass kein Markierungsstoff aus der Markierung des Aubachs in messbarer Konzentration im Brunnenwasser vorliegt. Als signifikant positiver Nachweis von Markierungsstoff aus dem Versuch ist im Rahmen der Fehlergenauigkeit im vorliegenden Fall erst ein SF<sub>6</sub>-Gehalt von mehr als 4 fmol/l einzustufen (Signifikanzniveau > 4 fmol/l).

## 4.2 Ablauf des Markierungsversuchs

Der Br. Wildensee wurde während des Versuchs im Normalbetrieb gefahren. Die Beprobungen erfolgten immer erst nach einer Betriebszeit von mehr als 2 Std. Der zeitliche Ablauf des Versuchs ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 4-1: Zeitlicher Ablauf des Markierungsversuchs

16.07.2015	Entnahme der Nullproben aus dem Brunnen und dem Aubach zur Bestimmung der Grundbelastung sowie ergänzend zur Durchführung einer Altersbestimmung nach der SF <sub>6</sub> - und FCKW-Methode.
27.07.2015 (Tag 0)	Beginn der Markierung durch Einsetzen von zwei SF <sub>6</sub> -Kartuschen auf Höhe der Kläranlage Wildensee.
bis 25.09.2015 (Tag 60)	Etwa wöchentliche Entnahme von Proben an dem Brunnen und aus dem Bachlauf an zwei Stellen zwischen Eingabestelle der Höhe des Brunnens (Kontrollstellen K 1 und K 2 an Aubach).
15.06.2015 (Tag 60)	Entnahme der SF <sub>6</sub> -Kartuschen aus dem Aubach nach 60 Tagen.
bis 22.10.2015 (Tag 87)	Fortführung der wöchentlichen Beprobungen und Beendigung des Versuchs mit der letzten Beprobung am 22.10.2015 nach 87 Tagen nach Beginn der Markierung, aufgrund der Entwicklung des Markierungsstoffnachweises wurden als letzte Proben die vom 15.06.2015 analysiert (Tag 80).

Eine tabellarische Zusammenstellung der SF<sub>6</sub>-Befunde findet sich in der Anlage 3. Eine graphische Darstellung der Befunde ist zusammen mit der täglichen Förderung sowie dem täglichen Niederschlag an der Station Bürgstadt (bereitgestellt im Internet, Agrarmeteorologisches Messnetz Bayern, Lage: ca. 13 km südlich Wildensee) der Anlage 2 zu entnehmen.

## 4.3 Lage der Eingabestelle, der Kontrollstellen und des Brunnens

Die Lage der Eingabestelle, der Kontrollstellen sowie des Brunnens ist der Anlage 1.2 zu entnehmen. Zur Lage dieser Stellen sind folgende Angaben zu machen:

Tabelle 4-2: Lage der Eingabe- und Beprobungsstellen

Bezeichnung	Gauß-Krüger-Koordinaten*		Flurstück	Landkreis, Gemeinde, Gemarkung
Eingabestelle	R 35 25 317	H 55 20 390	144/2	LK Miltenberg Gemeinde Eschau Gemarkung Wildensee
Kontrollstelle K 1	R 35 25 263	H 55 20 358	144	
Kontrollstelle K 2	R 35 24 960	H 55 20 145	3631/2	
Br. Wildensee	R 35 24 840	H 55 20 200	208	

\* ca.-Angaben, aus der TK 25 abgelesen, Hauptmeridian 9°

Die folgende Abbildung vermittelt einen Eindruck von den eingesetzten SF<sub>6</sub>-Kartuschen an der Eingabestelle.



Abbildung 4-1: Markierungsstelle Aubach mit eingesetzten Kartuschen

---

## 5. Ergebnisse des Markierungsversuchs

---

### 5.1 Nachweis des Markierungsstoff im Aubach

---

Nach dem Start der Markierung am 27.07.2015 (Tag 0) wurde am 30.07.2015 (Tag 3) und danach regelmäßig in zunächst wöchentlichen und dann ca. 14tägigen Abständen bis zum 25.09.2015 (Tag 60) der Aubach an beiden Kontrollstellen bzw. nur an der Kontrollstelle K 2 beprobt und kurzfristig die Analytik auf den Markierungsstoff SF<sub>6</sub> durchgeführt. Die Analyse der letzten Beprobung am 25.09.2015 (Tag 60) wurde wegen des abgesicherten Nachweises der beständigen Markierung nicht mehr ausgeführt.

Wie der graphischen Darstellung in der Anlage 2 und der tabellarischen Zusammenstellung in der Anlage 3 zu entnehmen ist, wurde das Ziel einer ausreichenden Markierung des Bachlaufs auf der gewünschten Strecke und über die geplante Versuchszeit erreicht.

Festzustellen ist, dass über die Zeit der Markierung größere Schwankungen der Markierungsstoff-Konzentration vorhanden sind und – dies ist besonders auffällig – die Konzentration am Ende der gewünschten Markierungsstrecke (K 2) deutlich unter der der Kontroll-

stelle K 1 nahe der Eingabestelle liegt. Es wird davon ausgegangen, dass dies im Wesentlichen durch die Veränderung des Abflusses im Aubach über die Markierungszeit bedingt ist (generelle Abnahme des Abflusses unterbrochen durch Niederschlagsereignisse, Veränderung der Fließgeschwindigkeiten, unterschiedliche Entgasung an den Gefällestrecken). Die deutliche Abnahme zwischen den beiden Kontrollstellen wurde nach der Einschätzung des Bachlaufs bei den Vorplanungen so nicht erwartet. Offensichtlich ist eine umfangreichere Ausgasung und Verdünnung auf der Fließstrecke vorhanden.

Die erreichte Markierungsstoff-Konzentration an der Kontrollstelle K 2 ist aber trotz der Ausgasung und Verdünnung in einem Niveau, das als weit ausreichend im Sinne einer sicheren Markierung für den Versuch einzustufen ist.

## **5.2 Zeitliches Auftreten von Bachinfiltrat im Förderwasser des Brunnens**

---

Wie die tabellarische Zusammenstellung in der Anlage 3 sowie die graphische Darstellung in der Anlage 2 zeigen, wurden am Brunnen während der Beobachtungszeit von 80 Tage kein positiver Nachweis auf den Markierungsstoff erbracht.

Am Br. Wildensee wurde durchgängig eine SF<sub>6</sub>-Konzentration von 2 bzw. 3 fmol/l ohne zeitliche Tendenz gemessen, die im Bereich der Hintergrund-Konzentration von 1,9 fmol/l (Nullprobe) liegt.

An dieser Stelle sei nochmals darauf verwiesen, dass die SF<sub>6</sub>-Bestimmung im Rahmen des Markierungsversuchs mit einer anderen Nachweisgrenze als bei den Nullproben analysiert wurde. So erfolgte für die Nullproben eine aufwendigere Analytik, die um den Faktor 20 genauere Ergebnisse liefert (Nachweisgrenze 0,1 fmol/l). Bei der für einen Markierungsversuch ausreichenden, geringeren Nachweisgrenze vom 2 fmol/l ist auch der Messfehler größer (bis zu 20 % bzw. mindestens 2 fmol). Dies bedeutet, dass in Abhängigkeit von der Grundbelastung erst bei einer Konzentrationszunahme um mindestens 2 fmol/l von einem positiven Markierungsstoffnachweis im Förderwasser des Brunnens auszugehen ist (Signifikanzniveau < 4 fmol/l).

## **5.3 Ergebnisse der Altersbestimmungen**

---

Mit den Nullproben erfolgte auch ergänzend eine Untersuchung der Altersstruktur des Förderwassers am Brunnen und auch am Bachwasser nach der FCKW- und SF<sub>6</sub>-Methode zur Komplettierung der Aussagen. Die Ergebnisse sind in der Anlage 4 besprochen. Grundsätzlich stehen die Verhältnisse der drei bestimmten FCKW-Spezies und des SF<sub>6</sub> in der Atmosphäre in einem bestimmten, über die Zeit sich verändernden Konzentrationsverhältnis zueinander, das sich dann auch im Grundwasser widerspiegelt. Hinsichtlich der Konzentrationsverhältnisse der untersuchten Stoffe zueinander bestehen unterschiedliche Modellvorstellungen zum Strömungs- und Mischungsverhaltens im Grundwasser (Erläute-

rung in Anlage 4). Je nach Analysenergebnis lässt sich das untersuchte Wasser dann einem der Modelle zuordnen. Im vorliegenden Fall ist für das Brunnenwasser mit dem sogenannten Zwei-Komponenten-Modell eine befriedigende Anpassung an diese Modellvorstellung erreicht. Es wird dabei von einem Zustrom unterschiedlich alter Wässer am Brunnen über dessen Tiefe ausgegangen. Unter dieser Annahme ergibt sich für das Modellalter der beiden Wässer aus dem Br. Wildensee Folgendes:

Br. Wildensee:

- Zustrom einer alten Komponente mit einer Verweilzeit von mehr als 70 bzw. mehr als 40 Jahren im Untergrund, Umfang bei der realisierten Förderung im Normalbetrieb ca. 50 %.
- Zustrom einer jungen Komponente mit einer Verweilzeit von nur wenigen Jahren (< 10 Jahre) im Untergrund, Umfang bei der realisierten Förderung im Normalbetrieb ebenfalls ca. 50 %.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass der festgestellte Gehalt des untersuchten Fluorkohlenwasserstoffs F 12 im Förderwasser des Brunnens eine geringfügige Überhöhung gegenüber der zu erwartenden Konzentration aus dem atmosphärischen Eintrag aufweist, somit ein weiterer anthropogener Eintrag im Einzugsgebiet des Brunnens (etwa Altablagerungen, undichte Abwasserkanäle oder ähnliches) vorhanden sein könnte. Ein Handlungsbedarf ergibt sich aus dem Befund allerdings nicht. Ebenso stellt er keine hygienische Beeinträchtigung des Trinkwassers dar.

Für den Aubach ist aufgrund der Ausgasungstendenzen nur eine eingeschränkte Aussage zum Alter des abfließenden Wassers zu machen. Demnach ist davon auszugehen, dass auch hier Anteile älteren Wassers von mehr als 70 bzw. 40 Jahren Laufzeit im Untergrund vorhanden sind.

---

## 6. Fazit

---

Der Versuch zeigt, dass am Br. Wildensee im Normalbetrieb innerhalb der 80tägigen Beobachtungszeit kein Uferfiltrat aus dem markierten Aubach-Abschnitt zwischen der Kläranlage und dem Bereich auf Höhe des Brunnens auftritt.

Es liegt somit im Förderwasser des Brunnens kein Uferfiltrat-Anteil aus dem Aubach vor, das eine zu kurze Untergrundpassagezeit nach dem 50-Tage-Kriterium (Untergrundpassagezeit < 50 Tage) aufweist. Sollte ein Uferfiltrat-Zuzug vorhanden sein, unterliegt dieser einer Untergrundpassagezeit von mehr als 80 Tagen.

Daraus ist abzuleiten, dass bei der Neubemessung des Wasserschutzgebietes keine Einbeziehung des Aubach-Bereiches bezüglich der Bemessung der Schutzzone II (50-Tage-Kriterium) erfolgen muss.

Die ergänzend durchgeführte Altersbestimmung am Förderwasser des Brunnens zeigt, dass etwa zu gleichen Teilen eine ältere Komponente mit einer Laufzeit von mindestens mehreren Jahrzehnten sowie eine jüngere Komponente aus den letzten 10 Jahren vorhanden sind. Im Aubach ist im Bereich der Markierung ebenfalls eine ältere Komponente mit langen Laufzeiten im Untergrund nachzuweisen. Genauere Angaben lassen sich aber nicht machen.

Die im Vorlauf des Versuchs durchgeführten Abflussmessungen am Aubach lassen keine signifikanten Absickerungen von Bachwasser in den Untergrund vermuten.

**Büro HG GmbH**

Gießen, November 2015

Dipl.-Geol. Dr. Bernd Hanauer

Dipl.-Geol. Horst Roßmann