

Anlage 2 zur UVS



E. Funk HYDROGEOLOGIE

Uhl Kies- und Baustoffgesellschaft mbH Hausach

Kies- und Sandgewinnung im Bereich Wacholderrainsee und Haassee auf Gemarkung Neuried-Altenheim

Fachbeitrag zur UVS Fachbereich Hydrogeologie

E. Funk
Büro für Hydrogeologie

Rothofweg 5
79219 Staufen
Tel. 07633/7270
Fax 07633/5797

funk@geohydraulik.com
www.geohydraulik.com

- Projekt:** Kies- und Sandgewinnung
Bereich Haassee - Wacholderrainsee
Gemarkung Neuried-Altenheim
- Auftraggeber:** Uhl Kies- und Baustoffgesellschaft mbH
Vorlandstraße 1
77756 Hausach
- Maßnahmen:** Bestandsaufnahme, Errichtung von 3 Grundwassermessstellen,
Pumpversuche, Stichtagsmessungen, Hydrochemische und Isotopen-
hydrologische Analysen, Auswertungen
- Zeitraum:** Dezember 2017 – Oktober 2018

Bericht erstellt: Staufen, 25.11.2018

E. Funk
(Dipl. Geologe)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
1.1 Anlass	5
1.2 Aufgabenstellung	5
1.3 Lage des Untersuchungsgebietes	6
2. Durchgeführte Untersuchungen	6
2.1 Bestandsaufnahme	6
2.2 Rohstofferkundungsbohrung und tiefe Grundwassermessstelle 2013	7
2.3 Errichtung von zwei neuen Grundwassermessstellen 2018	7
2.4 Durchführung von Pumpversuchen	7
2.5 Entnahme von Grundwasserproben	10
2.6 Hydrochemische und isopenhydrologische Analysen	10
2.7 Stichtagsmessung - Grundwasserstände	11
2.8 Abflussmessungen am Mühlbach	11
2.9 Geophysikalische Bohrlochmessungen	11
3. Ergebnisse	13
3.1 Geologische Verhältnisse	13
3.1.1 Regionale Geologie	13
3.1.2 Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet – Lagerungsverhältnisse	13
3.2 Hydrogeologische Verhältnisse	14
3.2.1 Aquiferaufbau und -mächtigkeit, Stockwerksgliederung	14
3.2.2 Durchlässigkeiten – Auswertung der Pumpversuche.....	16
3.2.3 Grundwasserganglinien, Flurabstände, Schwankungsbereiche	17
3.2.4 Grundwasserfließrichtung, -gefälle, -geschwindigkeit.....	17
3.2.5 Hydraulische und hydrochemische Verhältnisse am Mühlbach	23
3.2.6 Polder Altenheim.....	24
3.2.7 Grundwasserüberdeckung- Bodengutachten	25
3.2.8 Grundwassereinzugsgebiet.....	25
3.3 Hydrochemische Analysen	25
3.4 Ergebnisse der geophysikalischen Bohrlochmessungen in GWM 1/90 m ...29	
3.5 Ergebnisse der Isopenhydrologische Untersuchungen	30
3.5.1 Stabile Isotope Sauerstoff-18 und Deuterium	32
3.5.2 Tritium.....	34
3.5.3 SF6 und FCKW	35
3.5.4 Süßstoff Acesulfam-K	38
3.5.5 Zusammenfassung und vernetzende Auswertung.....	40
3.6 Messungen am Wacholderrain- und Haasee	42
3.7 Grundwasservorranggebiete, Wasserschutz- und Überschwemmungsgebiete	46
3.8 Natur- und Landschaftsschutzgebiete	46
3.9 Altlasten und Altablagerungen	46

4. Beschreibung der Auswirkungen des Vorhabens	47
4.1 Ermittlung des zukünftigen Seewasserspiegels	47
4.2 Berechnung der Seespiegelkipfung	47
4.3 Veränderung der Grundwasserhydraulik	49
4.4 Wasserbilanz	49
4.5 Grundwasserzustrom – Wasseraustauschrate	50
4.6 Grundwasserstockwerke	51
4.7 Salzgehalte	51
4.8 Oberflächenwasserzufluss	52
4.9 Grundwasserfließgeschwindigkeit	52
4.10 Wechselwirkung Polder Altenheim	52
4.11 Altablagerungen	53
5. Abschließende Bewertung	53
6. Literaturverzeichnis	58
7. Liste der verwendeten Abkürzungen	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stammdaten der neuen Grundwassermessstellen	8
Tabelle 2: Daten des Pumpversuches an GWM 3/20m	9
Tabelle 3: Daten des Pumpversuches an GWM 2/50 m	9
Tabelle 4: Daten des Pumpversuches an GWM1/90 m	10
Tabelle 5: Aquiferparameter	16
Tabelle 6: Mittlere Grundwasserstände, Niedrig- und Höchstwasserstände [m + NN] und Flurabstände [m]	18
Tabelle 7: Daten der Stichtagsmessung vom 12.04.2018	21
Tabelle 8: Abflussmessungen am Mühlbach	23
Tabelle 9: Analysenergebnisse der Grundwassermessstellen	26
Tabelle 10: Analysenergebnisse Gewässermessstellen und Sondermessstellen Salz	27
Tabelle 11: Ergebnisse der Isotopen- und Spurenstoff-Analysen	31
Tabelle 12: Ergebnisse zur Altersstruktur gemäß Abbildung 8	37
Tabelle 13: Messungen Wacholderrainsee am 28.09.2016	42
Tabelle 14: Messungen Wacholderrainsee am 20.03.2017	42
Tabelle 15: Messungen Haasee am 28.09.2016	42
Tabelle 16: Messungen Haasee am 20.03.2018	42
Tabelle 17: Hydrochemische Analysen Wacholderrainsee	44
Tabelle 18: Hydrochemische Analysen Haasee	45
Tabelle 19: Liste der altlastenverdächtiger Flächen Gemeinde Neuried	46
Tabelle 20: Brunnen und Grundwassermessstellen	55
Tabelle 21: Lattenpegel und Oberflächengewässermessstellen	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausschnitt aus Querschnitt Nr. 9“	15
Abbildung 2: Grundwasserganglinie GWM 139/065-1 (1985 – 2018)	19
Abbildung 3: Grundwasserganglinie GWM 210/065-7 (2006 – 2018)	20
Abbildung 4: Piper-Diagramm der Analysenergebnisse vom April 2018	28
Abbildung 5: Ergebnisse Sauerstoff-18 versus Deuterium.....	33
Abbildung 6: Ergebnisse der Tritium-Analysen	34
Abbildung 7: Ergebnisse der Spurenstoffanalysen	37
Abbildung 8: Grafische Darstellung der Grundwasseraltersstruktur auf Basis der Tritium und SF6-Ghalte	38
Abbildung 9: Ergebnisse der Acesulfam-K-Analysen.....	40
Abbildung 10: Messungen Wacholderrainsee am 28.09.2016	43
Abbildung 11: Messungen Haassee am 28.09.2016.....	43
Abbildung 12: Hydraulische Verhältnisse im Umfeld eines Baggersees (LFU 2004)....	48

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Übersichtskarte Maßstab 1: 25.000	
Anlage 2: Lageplan Maßstab 1: 5.000	
Anlage 3.1: Grundwassergleichenplan Stichtag 12.04.2018	
Anlage 3.2: Grundwassergleichenplan MW 1986 und HW 1988	
Anlage 4: Grundwassergleichenplan Stichtag 12.04.2018 Planungszustand	
Anlage 5: Wasserschutzgebieten, Sicherungs-, Überschwemmungsgebiete, FFH	
Anlage 6.1: Dokumentation der Grundwassermessstelle 1/90 m	
Anlage 6.2: Dokumentation der Grundwassermessstelle 2/50 m	
Anlage 6.3: Dokumentation der Grundwassermessstelle 3/20 m	
Anlage 7: Entnahmeprotokolle der Wasserproben und der hydrochemischen Analysen	
Anlage 8: Ergebnisse der isopenhydrologischen Analysen	
Anlage 9: Ergebnisse der geophysikalischen Messungen	
Anlage 10: Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen	

1. Einleitung

1.1 Anlass

Die Firma Uhl plant den langfristigen Aufschluss einer Abbaustätte zur Kies- und Sandgewinnung auf der Gemarkung Neuried-Altenheim im Bereich Wacholderrainsee/Haassee. Der Standort bietet günstige Voraussetzungen, da aufgrund der Nähe zum Werkstandort im Dreibauerngrund das bestehende Kieswerk erhalten und die dort vorhandene Infrastruktur weiterhin zur Aufbereitung und zum Umschlag der Kiese genutzt werden kann.

Die geplante Auskiesungsfläche befindet sich östlich des Rheinhauptdeiches, binnenseits des Polders I Altenheim (siehe Anlage 1). Der Siedlungsrand der nächstgelegenen Ortschaft Altenheim liegt etwa 1,2 Kilometer südöstlich des geplanten Aufschlussgebietes. Das geplante Abbaugelände soll über eine Förderbandtrasse mit dem Kieswerk "Dreibauerngrund", das westlich des geplanten Gewinnungsortes, nahe dem Rheinufer, liegt, verbunden werden.

Im Rahmen des wasserrechtlichen Genehmigungsverfahrens zum Aufschluss der Kiesgrube ist die Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung vorgeschrieben. Der hierfür erforderliche Umfang der hydrogeologischen Untersuchungen wurde von den zuständigen Behörden festgelegt (siehe hierzu Protokoll vom 13.06.2017 zum Scopingtermin vom 20.02.2017).

1.2 Aufgabenstellung

Gemäß dem Gesetz zur Umweltverträglichkeitsprüfung sind mögliche Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter - hier Grundwasser - zu prüfen. Die hierfür zu klärenden Fragestellungen werden im Leitfaden „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft – Empfehlungen für die Planung und Genehmigung des Abbaus von Kies und Sand“ der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg diskutiert, und beinhalten im Wesentlichen folgende Themen:

I. Geologie

- a) Geologie/Stratigraphie
- b) Lagerungsverhältnisse

II. Hydrogeologie

- a) Grundwasserleiter (Mächtigkeit, Durchlässigkeit)
- b) Stockwerksgliederung
- c) Grundwasserstände, Flurabstand, Schwankungsbereich
- d) Geohydraulische Verhältnisse
- e) Grundwasserfließrichtung, -gefälle, -geschwindigkeit

- f) Mächtigkeit, Beschaffenheit der Grundwasserüberdeckung
- g) Hydrochemie
- h) Grundwassereinzugsgebiet, Wasserschutz- und Wasserschongebiete etc.

Das im Protokoll zum Scoping-Termin angeführte Untersuchungsprogramm wurde vom Unterzeichner im Vorschlag vom 27.07.2017 weiter ausgeführt und detailliert beschrieben. U. a. wurde Bezug genommen auf die Schreiben des LGRB vom 10.08.17, 11.07.2013; 12.06.2013. Aus hydrogeologischer Sicht sollte vor allem auch eine tiefenbezogene Erkundung des Standortes durchgeführt werden. Zur Klärung einer möglichen Stockwerksgliederung am Standort (hydraulisch, hydrochemisch) waren daher mehrere, verschieden tiefe Messstellen erforderlich, um zu klären ob bzw. welche Grundwasserstockwerke eine Rolle spielen. Weitere Untersuchungen wie Pumpversuche, Stichtagsmessungen und hydrochemische und isotopehydrologische Analysen sollen eine fundierte Darstellung des Grundwasserfließgeschehens ermöglichen.

1.3 Lage des Untersuchungsgebietes

Der geplante Aufschluss liegt auf der Gemarkung Altenheim ca. 1 km östlich des bestehenden Kieswerks Dreibauerngrund. Die geplante Abbaufäche beträgt ca. 25,6 ha. Sie umschließt den 5,5 ha großen Wacholderrainsee sowie den 1,3 ha großen Haasee und soll eine maximale Tiefe von ca. 40,0 m erreichen. Beide Seen sind durch frühere Auskiesungen bis in 4 m bzw. 5 m Tiefe entstanden. Die maximale Längserstreckung des geplanten Baggersees in Grundwasserfließrichtung beträgt ca. 630 m, die maximale Breite ca. 750 m. Der geplante Abbaubereich ist von landwirtschaftlich genutzter Fläche umgeben.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Bestandsaufnahme

Zur Sichtung und Auswertung vorhandener Daten wurden relevante Unterlagen beim Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) in Freiburg, bei der Landesanstalt für Umwelt- Boden- und Wasserschutz (LUBW) in Karlsruhe, beim Landratsamt (LRA) Ortenaukreis und beim Auftraggeber erhoben. Im Wesentlichen wurden folgende Unterlagen verwendet bzw. auf folgende Datenbanken zurückgegriffen (siehe auch Kapitel 7):

- Auszug aus der TK 25, Blatt 7213 und Blatt 7313
- Auszug aus dem ALK
- Grundwasserdatenbank des Landratsamtes Ortenaukreis (GWDB)

- Archiv des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB).
- Europäisches Programm INTERREG, Hydrogeologische Kartierung der Oberrheinebene (1995): Hydrogeologische Schnitte Strasbourg-Offenburg
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (2007): LGRB-Informationen 19, Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben, Freiburg
- Weitere Unterlagen siehe auch Kapitle 6. In Tabelle 20 und Tabelle 21 sind alle erhobenen Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet zusammengestellt.

2.2 Rohstofferkundungsbohrung und tiefe Grundwassermessstelle 2013

Im Rahmen eines Erkundungsprogramms für den Regionalplan und zur lithologischen Erfassung der Qualitätsparameter der quartären Kiese wurde im Bereich des geplanten Neuaufschlusses bereits im Jahr 2013 eine tiefe Bohrung bis in 120 m Tiefe niedergebracht und zur Grundwassermessstelle mit einer Filterstrecke DN 125 im Bereich von 70 – 90 m ausgebaut. Die Schichtenverzeichnisse dieser Aufschlussbohrung sind in der Anlage 6.1 abgelegt.

2.3 Errichtung von zwei neuen Grundwassermessstellen 2018

Die zusätzlich zu der bereits errichteten tiefen Grundwassermessstelle vorgeschlagenen Bohrungen, bzw. die Errichtung einer flachen (bis 20 m) und einer mitteltiefen (bis 50 m) Grundwassermessstelle wurden vom Unterzeichner im Auftrag der Fa. Uhl, Kies u. Baustoffgesellschaft mbH mit Datum vom 27.11.2017 angezeigt und mit der Entscheidung des Landratsamtes vom 13.12.2017 genehmigt. Die Rammkernbohrungen wurden von der Fa. Hettmannsperger Bohrgesellschaft mbH, Karlsruhe im Dezember -Januar 2018 niedergebracht und zu Grundwassermessstellen DN 125 ausgebaut. Die Stammdaten der Grundwassermessstellen sind in Tabelle 1 aufgelistet. Die Schichtenverzeichnisse und Ausbaupläne sind in Anlage 6.2-3 zusammengestellt.

2.4 Durchführung von Pumpversuchen

Nach dem Entsanden und Klarpumpen der Messstellen durch die Bohrfirma wurden in den Grundwassermessstellen Pumpversuche durchgeführt. Dazu wurde jeweils eine Unterwasserpumpe vom Typ Grundfos SP14-A13 in ca. 12 m Tiefe eingebaut und jeweils ein vierstufiger Pumpversuch durchgeführt. Die Förderrate der Pumpe betrug während der Versuche 0,5 – 4,8 l/s. Das während der Pumpversuche geförderte Wasser

wurde über eine Leitung DN 50 ausreichend weit stromabwärts zur Versickerung gebracht. Zur kontinuierlichen, digitalen Registrierung des Wasserspiegels und der Temperatur wurde in die Messstelle eine Drucksonde eingebaut. Die Fördermenge (Induktivmessgerät) und die Leitfähigkeit wurde in der Ablaufleitung ebenfalls kontinuierlich digital aufgezeichnet. Die aufgezeichneten Daten der Versuche sind in der Anlage 6.1-3 in graphischer Form dargestellt. Die Versuchsdaten sind in den Tabellen 2 - 4 zusammengefasst.

Tabelle 1: Stammdaten der neuen Grundwassermessstellen

	GWM 3 /20 m	GWM 2 /50 m	GWM 1/90 m
Rechtswert	3410796.2	3410799.4	3411136
Hochwert	5372027.5	5372026.7	5372617
GW-Nummer			
Geländehöhe, GOK (m+NN)	143.92	143.89	143.08
Messoberkante, MOK (m+NN)	144.84	144.74	143.58
Endteufe Bohrung/Ausbau (m u. GOK)	20,5/20	50,5/50	120/89
Bohrdurchmesser (mm)	270	324 - 270	419 - 178
Ausbaudurchmesser (mm)	125	125	125
Filter (m u. ROK)	5,00 – 20,00	30,00 – 50,00	70,00 – 89,00
Grundwasserleiter	OGWL	OGWL	UGWL
Wasserspiegel (m u. ROK)*	2,81*	2,72*	1,99**
Gemeinde/Gemarkung	Altenheim	Altenheim	Altenheim
Flurstücksnummer	1377	1377	1356

* am 04.04.2018 ** am 12.04.2018

Tabelle 2: Daten des Pumpversuches an GWM 3/20m

Phase	Datum, Uhrzeit	Dauer (Std:min)	Wassersp. (m u. ROK)	Absenkung (m)	Fördermenge (l/s)
Rwsp. Messung	04.04.2018 11:08	00:03	2,81	-	-
Beginn PV Stufe 1	04.04.2018 11:11	00:24	2,81	-	0,54
Beginn PV Stufe 2	04.04.2018 11:35	02:23	2,87	0,06	1,45
Beginn PV Stufe 3	04.04.2018 14:07	02:59	3,08	0,27	3,01
Beginn PV Stufe 4	04.04.2018 17:06	02:59	3,47	0,66	4,82
Ende PV / Beginn WA	04.04.2018 20:05	00:25	4,01	1,20	4,82
Ende WA	04.04.2018 20:30		2,81	0,00	-

Tabelle 3: Daten des Pumpversuches an GWM 2/50 m

Phase	Datum, Uhrzeit	Dauer (Std:min)	Wassersp. (m u. ROK)	Absenkung (m)	Fördermenge (l/s)
Rwsp. Messung	05.04.2018 08:56	00:08	2,72	-	-
Beginn PV Stufe 1	05.04.2018 09:04	00:31	2,72	-	0,52
Beginn PV Stufe 2	05.04.2018 09:35	02:20	2,74	0,02	1,60
Beginn PV Stufe 3	05.04.2018 11:55	02:49	2,79	0,07	3,01
Beginn PV Stufe 4	05.04.2018 14:44	03:08	2,98	0,26	4,80
Ende PV / Beginn WA	05.04.2018 17:53	00:29	3,05	0,33	4,80
Ende WA	05.04.2018 18:22		2,72	0,00	-

Tabelle 4: Daten des Pumpversuches an GWM1/90 m

Phase	Datum, Uhrzeit	Dauer (Std:min)	Wassersp. (m u. ROK)	Absenkung (m)	Fördermenge (l/s)
Rwsp. Messung	12.04.2018 09:31	00:05	1,99	-	-
Beginn PV Stufe 1	12.04.2018 09:36	00:31	1,99	-	0,55
Beginn PV Stufe 2	12.04.2018 10:07	02:23	2,39	0,40	1,47
Beginn PV Stufe 3	12.04.2018 12:30	03:00	2,97	0,98	3,03
Beginn PV Stufe 4	12.04.2018 15:30	02:59	4,41	2,42	4,02
Ende PV / Beginn WA	12.04.2018 18:29	00:24	6,54	4,55	4,02
Ende WA	12.04.2018 18:53		1,99	0,00	-

2.5 Entnahme von Grundwasserproben

Um eine Beurteilung der Zusammensetzung des Grundwassers aus den unterschiedlichen Aquiferbereichen zu ermöglichen wurden anlässlich der Pumpversuche Wasserproben für hydrochemische und isotopehydrologische Analysen aus den drei neuen Grundwassermessstellen genommen. Zusätzlich wurden Wasserproben aus 3 vorhandenen flachen Grundwassermessstellen genommen. Weiterhin wurden an zwei Stellen aus dem Mühlbach und am Altrhein und Wacholderrainsee Proben genommen.

Gemäß Stellungnahme des LGRB vom 10.08.2017 sollte auch das östlich des geplanten Neuaufschlusses gelegene Messstellenbündel RO7512 (LGRB-Nr.7512/129 und 526) für Vergleichszwecke nochmals mit beprobt werden, um die Chloridkonzentration des tieferen Grundwassers zu erfassen, da hier im Jahr 1995 bei einer einmaligen tiefenzonierten Probenahme eine deutliche Zunahme des Chloridgehaltes mit der Tiefe festzustellen war. Die jeweiligen Protokolle der Probenahmen und der Analysen sind in Anlage 7 abgelegt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 und 10 aufgelistet.

2.6 Hydrochemische und isotopehydrologische Analysen

Zur Bestandsaufnahme und Bewertung der Hydrochemie und der tiefenbezogenen Beschaffenheit und Zustrom- sowie Fließverhältnisse des Grundwassers im Bereich des geplanten Baggersees wurden chemische und isotopehydrologische Analysen in den oben genannten Messstellen durchgeführt. Folgende Parameter wurden neben den Vor-Ort-Messungen (Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoff) gemessen:

- Tabelle 5.1 des Leitfadens (A2) inkl. Bor,
- Isotopengehalte (O18, Deuterium, Tritium)
- Datierungstracer SF6 und FCKW
- Spurenstoff Acesulfam-K

In den drei östlich gelegenen „Salzmessstellen“ wurde nur Bor, Nitrat, Nitrit, Chlorid und Sulfat untersucht. Die hydrochemischen Analysen wurden vom Gewerblichen Institut für Umweltanalytik GmbH (GIU) durchgeführt. Vom Institut Hydroisotop wurden die Wasserproben auf Deuterium, Sauerstoff 18, Tritium, Acesulfam-K und Spurenstoffe untersucht und eine Interpretation durchgeführt (siehe Anlage 8).

2.7 Stichtagsmessung - Grundwasserstände

Zur Beurteilung des Grundwasserfließgeschehens standen regionale Grundwassergleichenpläne von 1986, 1988 und 1991 zur Verfügung. Zur Ermittlung der exakten Grundwasserfließrichtung und des Gefälles im Bereich des Vorhabens ist am 12.04.2018 in ausgewählten Grundwassermessstellen des Untersuchungsgebietes eine Stichtagsmessung durchgeführt worden (siehe Anlage 3.1). Zur Ermittlung des Schwankungsbereiches der Grundwasserstände wurden die Wasserstände in ausgewählten, vorhandenen Grundwassermessstellen ausgewertet. Vom LRA Ortenaukreis standen dazu Messreihen aus vorhandenen Grundwassermessstellen je nach Messstelle der Jahre 1955 – 2018 zur Verfügung.

2.8 Abflussmessungen am Mühlbach

Zur Erfassung der Wasserstände wurde entlang des Mühlbaches an vier Stellen/Brücken der Wasserstand anlässlich des Stichtags vom 12.04.2018 eingemessen und die Werte bei der Konstruktion des Grundwassergleichenplans berücksichtigt (siehe Anlage 3.1). Zu Erfassung möglicher Infiltrationsraten wurden an denselben Stellen am 12.04.2018 provisorische Abflussmessungen vorgenommen, indem die Fließgeschwindigkeit gemessen und die Geometrie des Bachbettes vermessen wurde.

2.9 Geophysikalische Bohrlochmessungen

Gemäß Stellungnahme des LGRB vom 10.08.2017 wurde vorgeschlagen in der Messstelle GWM/2013 Untersuchungen zur Qualitätssicherung, d.h. Dichtigkeit der Rohrmuffen durchzuführen. Falls Rohrmuffen undicht sind, kann Grundwasser aus höheren Bereichen des Grundwasserleiters in die Messstelle eintreten und die Wasserbeschaffen-

heit im tieferen Filterabschnitt dauerhaft verfälschen. Auch sollte geklärt werden, ob tiefenbezogen ausgeglichene oder potenziell auf- oder absteigende Grundwasserverhältnisse vorliegen.

Bei absteigenden Ruhewasserverhältnissen in der Messstelle bestünde das Problem, dass der tiefe Bereich dann bereits dauerhaft Zuflüsse von oben erhalten hätte, die kaum zurück gepumpt werden könnten. Bei ungestörten Ruhewasserverhältnissen oder aufsteigenden Ruhewasserverhältnissen erscheint eine horizontierte Probenahme zielführend.

Sollte diese Qualitätssicherung zur Dichtigkeit der bestehenden Grundwassermessstelle erbringen, dass diese oberhalb der Filterstrecke nicht dicht ist, sollte die Probennahme entsprechend modifiziert werden. Vor dem Hintergrund dieser Annahmen wurde später eine horizontierte Pumpprobe durchgeführt. Dazu wurde eine Pumpe in einer Tiefe von 6,0 m eingebaut und eine zusätzliche Pumpe mit der die Probe genommen wurde, wurde im Filterbereich bei 70 m eingebaut um nur Wasser aus diesem Horizont zu fördern.

Die entsprechenden Messungen wurden von der Fa. terratec, Geophysical Services, Heitersheim am 04.04.2018 durchgeführt (Siehe hierzu Bericht in Anlage 9). Es wurden folgende Messverfahren angewandt:

Messung des elektrischen Widerstandes

Der elektrische Widerstand der Formation wird gemessen. In Bezug auf die Fragestellung gilt die Annahme, dass PVC einen elektrischen Isolator darstellt. Im PVC – Vollrohr werden daher maximale Widerstandswerte erwartet. Sobald über die Bohrlochflüssigkeit eine Ankopplung an das Gebirge besteht, werden die Widerstandswerte niedriger sein. Das kann Hinweise auf Wasserwegsamkeiten geben.

SAL-TEMP / Fluidlogging

Über eine Messung der Leitfähigkeit in der Flüssigkeitssäule kann die Existenz von Wasserzutritten an Rohrverschraubungen erkannt werden, wenn diese sich in der Leitfähigkeit stark genug von dem Wasser in der Messstelle unterscheiden. Um den Kontrast zu erhöhen, wurde die Messstelle mit einem Salzkorb (NaCl) durchfahren. Die Messung erfolgt mit nur geringer Bepumpung, um den Vollrohrbereich nicht zu schnell mit Wasser aus der tieferliegenden Filterstrecke zu überprägen.

3. Ergebnisse

3.1 Geologische Verhältnisse

3.1.1 Regionale Geologie

Die Oberrheinebene gliedert sich in die morphologischen Landschaftsbereiche Rheinniederung, die Niederungen der Nebenflüsse und die Niederterrassenflächen. Das Untersuchungsgebiet bzw. der Bereich des geplanten Baggersees liegt im Bereich der Niederterrasse. Die Kiese und Sande der Niederterrasse wurden während der letzten Eiszeit abgelagert, und im Bereich der Niederungen anschließend umgelagert. Die Ablagerungen des Oberrheingrabens reichen vom Holozän bis ins älteste Quartär (Altquartär).

Der geplante Baggersee liegt im Bereich der quartären Ablagerungen der Rheinaue. Der regionale Schichtenaufbau in der Umgebung des Baggersees kann aus Querschnitt 9, sowie Längsschnitt L1 der LGRB-Informationen-Nr. 19 (Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben, LGRB 2007) entnommen werden. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt aus Querschnitt Nr. 9. Die Lage des Querschnittes ist in Anlage 1 dargestellt. Im Untergrund stehen gemäß aktueller Gliederung des LGRB folgende Schichten an:

- 0 - ca. 3,0 m Deckschichten
- ca. 43,0 m Ortenau-Formation oben (OGWL)
- ca. 120,0 m Ortenau-Formation unten (UGWL)

Darunter folgen die Schichten der Iffezheim-Formation bzw. das fluviatile Jungtertiär. In die Ortenau-Formation oben können feinklastische Zwischenhorizonte (FH1 - FH4) eingeschaltet sein. Das Schichtenprofil der im Jahre 2013 niedergebrachten tiefen Bohrung (Tiefe 120,00 m) zeigt von 28,0 m bis 29,40 m einen stark sandigen und tonigen Schluff, der als FH3 interpretiert werden kann.

3.1.2 Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet – Lagerungsverhältnisse

Zur Beschreibung des geologischen Aufbaus am Standort bis in 120,0 m Tiefe wird das Schichtenverzeichnis der neuen Bohrungen sowie die Hydrogeologischen Profilschnitte der LGRB-Informationen Nr. 19 (siehe oben) herangezogen. Die lithostratigraphischen Einheiten sind nachfolgend zusammenfassend beschrieben. Für eine differenzierte Beschreibung wird auf die in der Anlage 6.1 dokumentierte Aufnahme des LGRB verwiesen:

0 – 0,6 m: Deckschicht:

Bis in 0,60 m künstliche Auffüllung aus Schottern

- 44,6 m: Oberer Grundwasserleiter – Ortenau-Formation oben

Mittel-Grobkiese, feinkiesig, sandig, grau,
von 28 - 29,40 m Schluffstein, Feinsand, schwach tonig, graugrün (FH3)

- 116,0 m: Unterer Grundwasserleiter – Ortenau-Formation unten

Kies aller Körnungen, zur Tiefe stärker mittel und feinkiesig, grau
von 91,7 – 93,0 m Feinsandlage, schwach feinkiesig

> 120,00 m: Tertiär / Iffezheim-Formation

0,75 m Feinsand und Schluff, schwach tonig, gelbbraun, danach Ton und Schluff, gelbgrau

Damit wurde bis in eine Tiefe von 116,0 m abbauwürdiges Material erbohrt, das überwiegend aus sandigen Kiesen und vereinzelt Sandlagen besteht.

Zwischenhorizont (FH3)

Gemäß LGRB (2007) ist der Obere Grundwasserleiter bereichsweise unterbrochen durch tonig-schluffige Linsen von geringer Mächtigkeit. Die Verbreitung dieses Zwischenhorizontes erstreckt sich gemäß LGRB (2007) auf den östlichen Bereich zum Rhein hin (siehe Abbildung 1). In den im Bereich des geplanten Abbaus vorhandenen Aufschlüssen wird dieser Bereich nur im Schichtenverzeichnis der Grundwassermessstelle GWM 1 Tief als Horizont aus graugrünem Schluff (Schluffstein?) und Feinsand von 28 – 29,40 m beschrieben (siehe Anlage 6.3). Gemäß Schichtenverzeichnis der neuen GWM Mittel (50 m) ist der Horizont hier nicht mehr vorhanden. Es ist daher anzunehmen, dass die Verbreitung dieses Horizontes nach Südwesten ausstreicht. Da der Horizont nicht flächendeckend ausgebildet ist, wirkt er nicht als hydraulisch wirksame Trennschicht zwischen OGWL oben und unten.

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse

3.2.1 Aquiferaufbau und -mächtigkeit, Stockwerksgliederung

Der vertikale lithologische Aufbau des Aquifers kann in die schon im vorigen Kapitel erläuterten fluviatilen Sedimente des Quartärs - die Ortenau-Formation oben und unten - gegliedert werden, wobei im basalen Teil der Ortenau-Formation unten der Schluffanteil etwas zunimmt. Hydraulisch wirksame Trennschichten in Form von dichten Schluffschichten sind gemäß des im vorigen Kapitel geschilderten geologischen Aufbaus vermutlich nur lokal vorhanden und ziehen sich nicht durch. Eine lokale hydraulische Trennung der beiden Grundwasserleiter ist allenfalls durch den Horizont von 28,0 m – 29,40

m möglich. Die Aquiferbasis liegt im Bereich des geplanten Baggersees gemäß den Bohrergebnissen, an der Basis der Ortenau-Formation unten (= Basis Unterer Grundwasserleiter) in 116,0 m Tiefe.

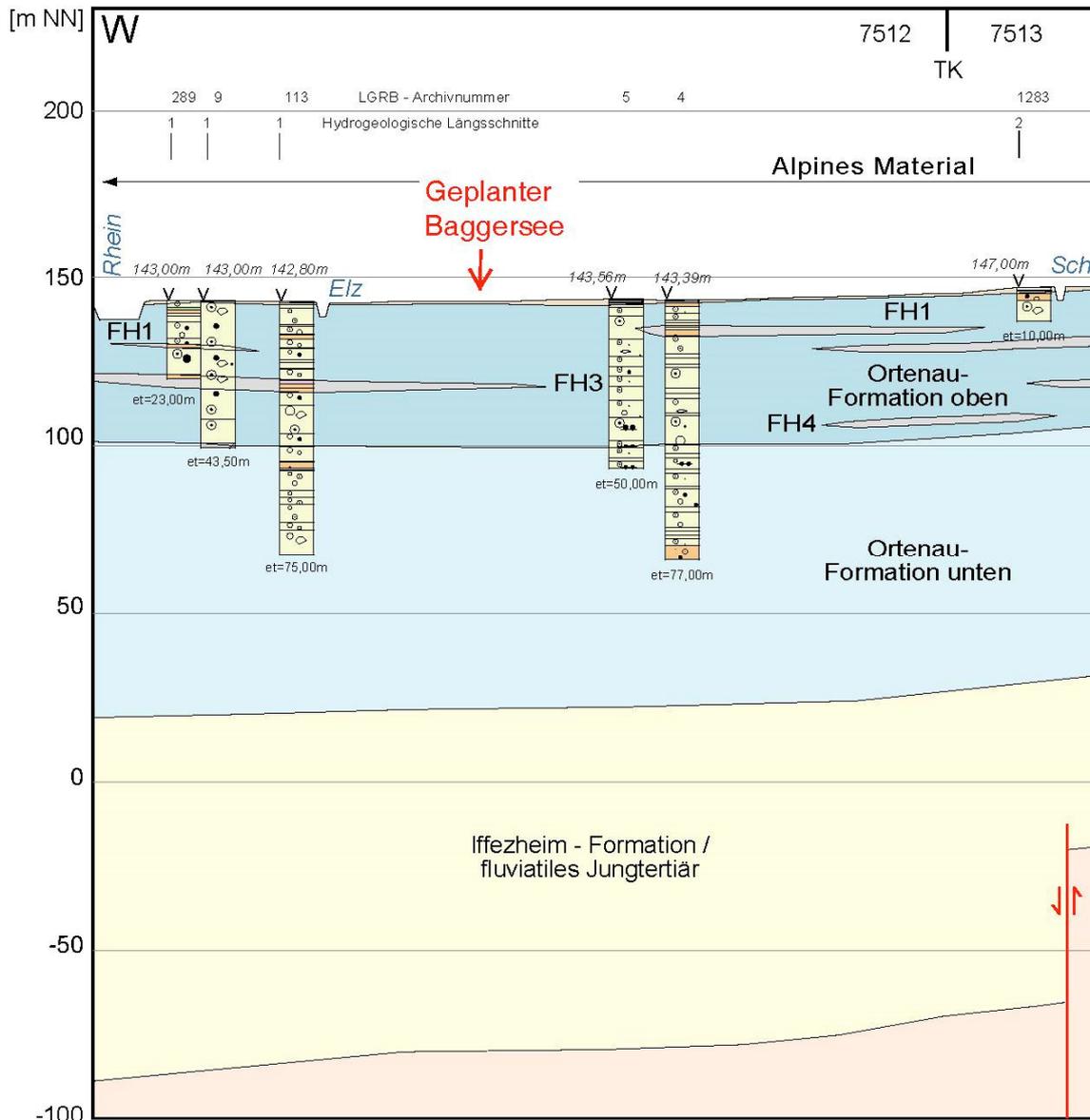


Abbildung 1: Ausschnitt aus Querschnitt Nr. 9 (LGRB Informationen Nr. 19, FH 1-4 = „Feinklastischer Horizont 1-4“; qs = „Deckschichten“; OGWL = „Obere Grundwasserleiter“; UGWL = „Unterer Grundwasserleiter“).

3.2.2 Durchlässigkeiten – Auswertung der Pumpversuche

Die Dokumentation der Pumpversuche ist aus Anlage 6.1-3 ersichtlich (siehe auch Tabelle 2 – 4). In den Messstellen im OGWL wurden identische Potentiale gemessen. Das Potential des Grundwasserspiegels im UGWL an der GWM 1/90m kann im Verhältnis zu den oberen Leitern nicht verglichen werden, da keine Messstelle in direkter Nähe ist.

Der Verlauf der Absenkphasen der einzelnen Stufen der Pumpversuche war teilweise instationär und konnte somit nach COOPER & JACOB ausgewertet werden. Bei stationären Verhältnissen wurde die Transmissivität bzw. die Durchlässigkeit nach LOGAN abgeschätzt. Dabei wurde mit Hilfe der Daten der einzelnen Stufen der Anteil des Brunnenverlustes herausgerechnet, um die tatsächliche aquiferbedingte Absenkung zu erhalten. Die Wiederanstiege verliefen zu rasch und konnten daher nicht nach THEIS ausgewertet werden.

Bei der Berechnung der Transmissivität ist berücksichtigt worden, dass es sich beim OGWL um ungespannte Aquifer-Verhältnisse und beim UGWL um lokal gespannte Verhältnisse handelt. Die Aquifermächtigkeit zur Ermittlung der kf-Werte wurde gemäß dem Ausbau der Grundwassermessstellen angesetzt (von der Grundwassermessstelle erschlossener Bereich). Angesichts der Gesamtmächtigkeit (H) des Aquifers handelt es sich jeweils um unvollkommene Brunnen. Die errechneten Werte sind in Tabelle 5 aufgeführt. In Anlage 6.1-3 sind die linearen Darstellungen der Versuchsdaten und die Darstellung der Auswertungen abgelegt.

Tabelle 5: Aquiferparameter

GWM	Absenkung nach COOPER-JACOB Transmissivität [m ² /s]	Absenkung nach LOGAN Transmissivität [m ² /s]	Wideranstieg nach THEIS Transmissivität [m ² /s]	Aquifermächtigkeit ¹⁾ [m]	mittlere Durchlässigkeit kf-Wert [m/s]
GWM3/20 m	Stufe 2 = 1,70*10 ⁻² Stufe 3 = 1,66*10 ⁻²	-	-	16,0	1,05 * 10 ⁻³
GWM2/50 m		2,76 * 10 ⁻²	-	21	1,31 * 10 ⁻³
GWM1/90 m	Stufe 3 = 2,46*10 ⁻³	3,27 * 10 ⁻³	-	21	1,36 * 10 ⁻⁴

Gemäß der Auswertung der durchgeführten Pumpversuche ergeben sich für die drei getesteten Aquiferbereiche folgende Durchlässigkeiten (kf-Werte).

- OGWL oben = 1,05*10⁻³ m/s
 - OGWL unten = 1,31*10⁻³ m/s
 - UGWL = 1,36*10⁻⁴ m/s
- Mittelwert für OGWL = 1,18*10⁻³ m/s

Gemäß LGRB-Informationen Nr. 19 (2007) wird für den Bereich des Oberen Grundwasserleiters hier eine mittlere Durchlässigkeit von ca. $5 - 8 \cdot 10^{-3}$ m/s angegeben. Für den UGWL wird eine mittlere Durchlässigkeit von ca. $4 - 6 \cdot 10^{-3}$ m/s angegeben. Damit liegen die mit den Pumpversuchen ermittelten Werte für die Durchlässigkeit deutlich unter den Werten der oben zitierten Literatur. Für die weiteren standortbezogenen Berechnungen werden daher die aus den Pumpversuchen ermittelten Werte verwendet.

3.2.3 Grundwasserganglinien, Flurabstände, Schwankungsbereiche

Zur Ermittlung der Flurabstände bzw. der Schwankungsbereiche des Grundwassers, wurden die zur Verfügung gestellten langjährigen Daten amtlicher Grundwassermessstellen in der Umgebung des geplanten Sees ausgewertet. Die Schwankungsbereiche, sowie die maximalen, mittleren und minimalen Wasserstände und die Flurabstände sind aus Tabelle 6 ersichtlich. Der Schwankungsbereich zwischen Niedrigwasser und Höchstwasser (HW-NW) liegt in den betrachteten Messstellen zwischen 0,79 und 2,95 m. Der mittlere Schwankungsbereich aller ausgewerteten Messstellen liegt bei 1,41 m. Der Flurabstand bei Niedrigwasser bewegt sich zwischen 1,56 m und 3,26 m und der minimale Flurabstand bei Höchstwasser liegt zwischen 0,0 m und 0,90 m unter Gelände. In Abbildung 2 und 3 sind die Grundwasserstände der Grundwassermessstellen 139/065 und 210/065-7 dargestellt. Diese beiden Grundwassermessstellen liegen nördlich und südlich des geplanten Aufschlusses.

3.2.4 Grundwasserfließrichtung, -gefälle, -geschwindigkeit

Grundwasserfließverhältnisse bei relativem Mittelwasserstand (12.04.2018)

In Tabelle 7 sind die Werte der Stichtagsmessung vom 12.04.2018 aufgelistet, die einen relativen etwas erhöhten Mittelwasserstand repräsentieren. Der auf der Basis der Messwerte konstruierte Grundwassergleichenplan des Stichtags ist in Anlage 3.1 dargestellt. Ein weiterer relativer Mittelwasserstand von 1986 und ein Hochwasserstand von 1988 standen in Form von digitalen Grundwasserisolinien der LUBW zur Verfügung und sind in Anlage 3.2 dargestellt. Ein Niedrigwasserstand von 1991 steht nur als analoge Version zur Verfügung.

Die generelle Fließrichtung des Grundwassers im relevanten Bereich des geplanten Baggersees östlich des Polders I Altenheim verläuft in nord-nordwestliche Richtung. Westlich des Dammes des Polders Altenheim wird das Grundwasserfließgeschehen von den dortigen Baggerseen Dreibauerngrund I und II und vom Rhein und dessen Staustufe beeinflusst. Nördlich des geplanten Baggersees dreht die Grundwasserfließrichtung etwas nach Nordosten um und der Grundwasserstrom mündet in die inzwischen zusammengelegten Baggerseen Altenheim/Kuhgrün.

Tabelle 6: Mittlere Grundwasserstände, Niedrig- und Höchstwasserstände [m + NN] und Flurabstände [m]

Lfd. Nr.	GW-Nr.	GOK (m ü. NN)	MOK (m ü. NN)	MW* (m ü. NN)	NW** (m ü. NN)	NW Datum	HW** (m ü. NN)	HW Datum	HW-NW*** (m)	Flurabstand MW (m)	Flurabstand NW (m)	Flurabstand HW (m)	Zeitraum der Messreihe
22	16/065-5	143.17	144.17	141.62	141.29	20.01.1997	142.29	28.03.1988	1,00	1,55	1.88	0.88	1976 - 2018
117	18/065-6	142.55	140.64	141.36	140.99	22.01.1978	142.24	04.07.2016	1,25	1,19	1.56	0.31	1976 - 2018
24	21/065-4	145.33	146.41	142.24	142.07	06.02.2009	143.16	15.07.2009	1,09	3,09	3.26	2.17****	2007 - 2018
40	104/065-7	143.67	144.3	142.26	141.89	05.10.2015	143.43	06.06.2016	1,54	1,41	1.78	0.24	1997 - 2018
41	105/065-1	145.22	145.11	143.2	142.16	09.03.1964	144.47	12.02.1979	2,31	2,02	3.06	0.75	1955 - 2017
56	125/065-2	144.47	146.38	142.34	142.1	08.02.1991	145.05	03.06.2013	2,95	2,13	2.37	-0.58	1997 - 2018
65	138/065-6	142.9	143.77	141.5	141.15	20.11.2006	142.59	08.05.2006	1,44	1,4	1.75	0.31	1997 - 2018
66	139/065-1	143.92	144.68	142.16	141.9	18.02.1991	143.02	17.05.1999	1,12	1,76	2.02	0.90	1986 - 2018
76	160/065-1	142.5	143.45	141.16	140.6	27.11.1989	141.66	17.11.2014	1,06	1,34	1.90	0.84	1986 - 2018
93	210/065-7	142.76	143.63	141.39	141.07	01.03.2014	142.21	03.06.2013	1,14	1,37	1.69	0.55	2007 - 2018
119	801/065-8		140.81	141.77	141.51	07.12.2015	142.3	04.07.2016	0,79				1997 - 2018
121	803/065-7		141.5	142.21	141.97	05.04.1999	143.24	14.07.2014	1,27				1997 - 2018

* MW = Rechnerischer Mittelwert der gesamten Messreihe; ** HW/NW= höchster/niedrigster Wasserstand; ***HW-NW = Schwankungsbereich;

**** GOK erhöht durch Hochwasserdamm X

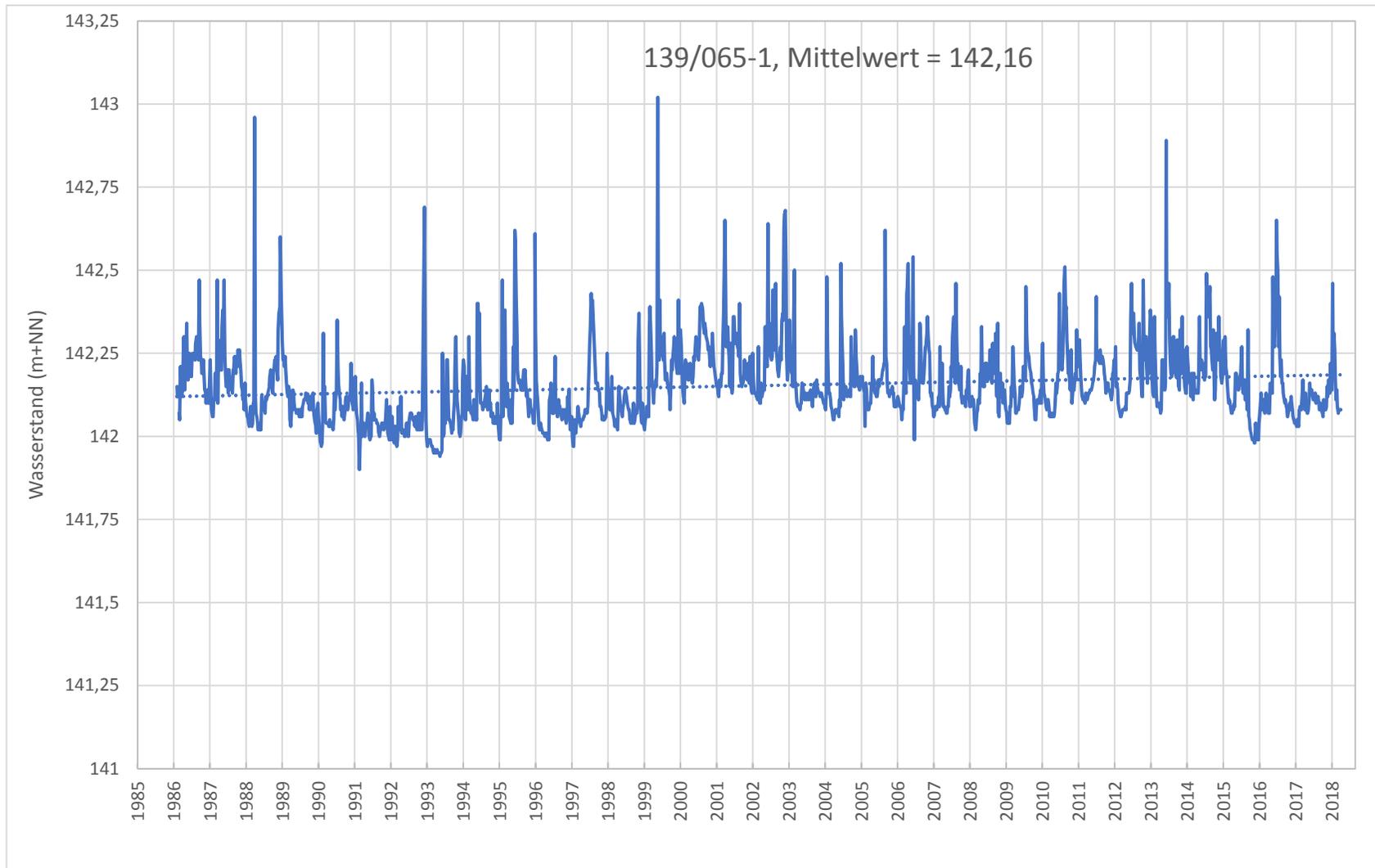


Abbildung 2: Grundwasserganglinie GWM 139/065-1 (1985 – 2018)

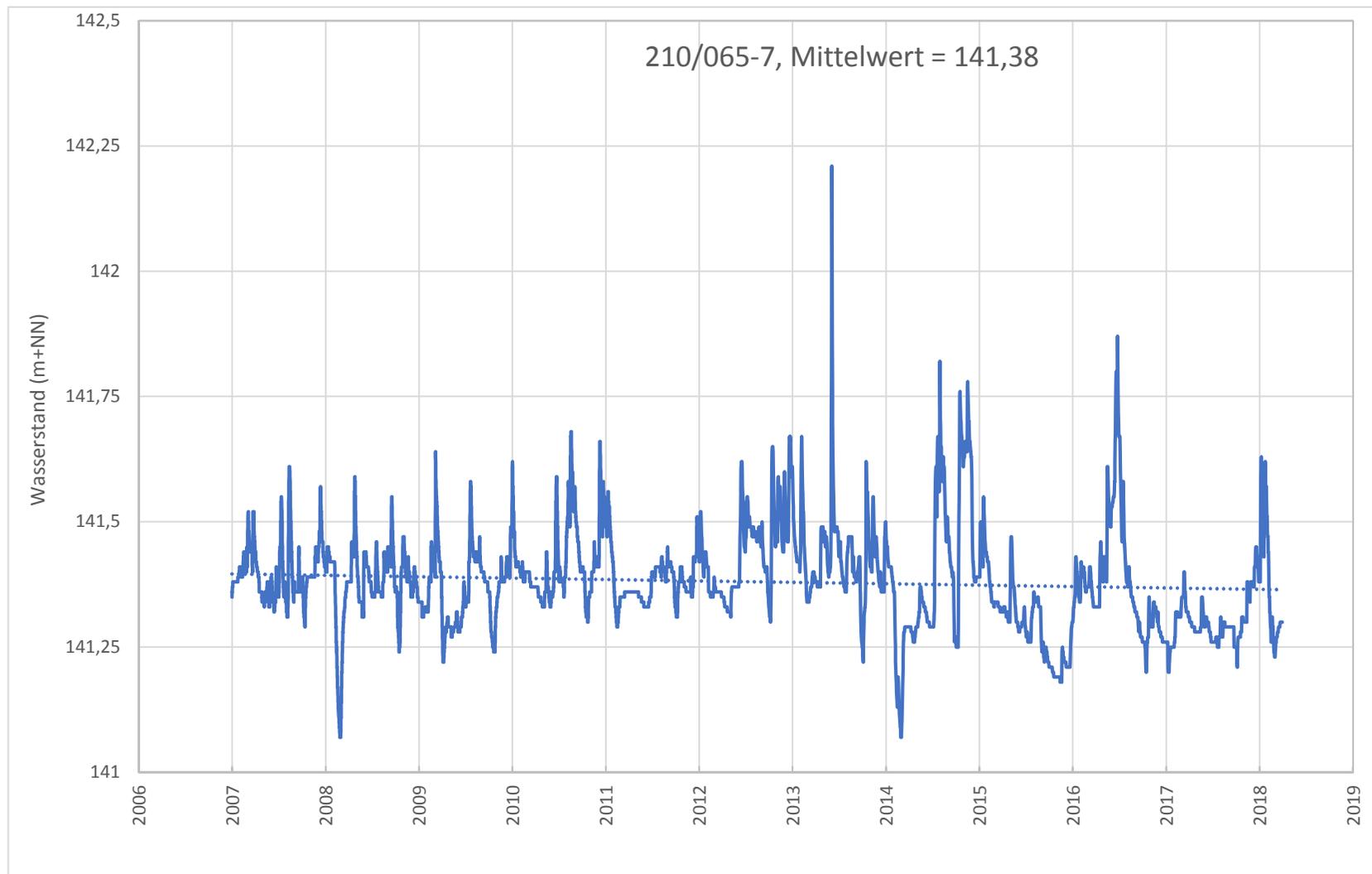


Abbildung 3: Grundwasserganglinie GWM 210/065-7 (2006 – 2018)

Tabelle 7: Daten der Stichtagsmessung vom 12.04.2018

Lfd. Nr.	GW- Nummer	Bezeichnung	Wasserspiegel 12.04.18 (m + NN)
1		DBGLL-2	141.68
2		GWM Nord	141.28
3		DBGII-1	141.49
4		GWM Süd	141.19
5		Lattenpegel Kläranlage	0.46
7		Mühlbach 1	144.32
8		Mühlbach 2	144.14
9		Mühlbach 3	141.55
10		Mühlbach 4	141.32
12	100/065-9	3513 ALTENHEIM 1	141.31
16	103/065-2	3510 ALTENHEIM 4	142.17
17	104/065-7	GWM 3594 ALTEN.	142.23
21	109/065-0	NEURIED ALTENHEIM	140,98
33	124/065-8	8/IV ALTENHEIM	141.60
34	125/065-2	8/III ALTENHEIM	142.23
37	131/065-0	NEURIED ALTENHEIM	141.26
38	132/065-4	NEURIED ALTENHEIM	142.74
43	138/065-6	6 NEURIED	141.49
54	16/065-5	K 14 ALTENHEIM	141.58
55	160/065-1	GWM 1, Neuried	141.22
64	18/065-6	LP KL 13 ALTENHEIM	141.34
66	185/065-1	ALTENHEIM	142.92
68	187/065-2	POLDER I ALTENHEIM	-3.01
71	2000/065-2	GWM B1 FLACH	140.87
72	2004/065-4	GWM B1 MITTEL	140.90
74	2005/065-0	GWM B1 TIEF	140.87
82	2050/065-4	LP Zulauf Brücke KW	0.40
83	2051/065-0	LP Altrhein Altenheim	0.79
89	2076/065-0	LP Altenheim	-1.45
95	21/065-4	KL 10 ALTENHEIM	142.84
96	210/065-7	ALTENHEIM VIEHWEID	141.04
105	237/065-8	AA Fohlweide GWM3	142.10
106	27/065-7	KS 16	140.99
109	62/065-5	TB KLAERANLAGE	142.31
111	66/065-7	TB BEREG. 1442	-0.49
136		GWM 1 tief (90 m)	141.58
139		GWM BK1/09	140.41
140		GWM BK2/09	140.34
141		Pegel L 98	0.32
142		GWM 3 flach (20 m)	142.03
143		GWM 2 mittel (50 m)	142.01
	28/065-2	Lattenpegel DB 1	141,42
	2070/065-7	Lattenpegel Altenheim	140,26

Südlich des geplanten Aufschlusses wird der Grundwasserspiegel vom Mühlbach her beeinflusst, der zumindest oberhalb der Staustufe bei der Altenheimer Mühle nachweislich ins Grundwasser infiltriert. Entlang des Gewässers herrschen also infiltrierende Verhältnisse (siehe hierzu auch Kapitel 3.2.5).

Das aktuelle mittlere Gefälle des Grundwasserspiegels im Bereich des geplanten Baggersees liegt bei ca. 0,001. Die mittlere Fließgeschwindigkeit $v_{\underline{o}}$ (Abstandsgeschwindigkeit) des oberen Grundwasserleiters für die Fließverhältnisse am Stichtag 12.04.2018 kann für den Bereich des geplanten Abbaus nach

$$v_{\underline{o}} = \frac{k_f * i_o * 86400}{p} = \text{m/ Tag}$$

mit	k_f = Durchlässigkeit des OGWL	=	$1,18 * 10^{-3}$ m/s
	i_o = Gefälle des Ruhewasserspiegels	=	0,001 (MW und HW)
	p = nutzbare Porosität (angenommen)	=	0,15

zu ca. 1 m/Tag berechnet werden.

Das tiefere, ältere Grundwasser hat zum Rhein hin eine aufsteigende Tendenz, so dass dessen Druckspiegel in der Regel höher liegt als das des oberflächennahen Grundwasserleiters. Siehe hierzu die Wasserstände der GWM B1 Flach und Tief/13 und der GWM DBGLL-1 und 2, bei denen das Potential des tieferen Grundwasserleiters deutlich über dem des oberen liegt.

Niedrigwasserstand September 1991

Die oben beschriebenen Fließverhältnisse und Fließrichtungen gelten annähernd auch für Niedrigwasserverhältnisse. Die Grundwasserstände liegen etwa 0,5 m tiefer als bei mittleren Verhältnissen. Das mittlere Grundwassergefälle liegt im Bereich des geplanten Sees bei ca. 0,0008.

Hochwasserstand April 1988

Bei extremem Hochwasser des Rheins können die Bereiche innerhalb des Hochwasserdamms überflutet sein. Dadurch verändern sich die hydraulischen Bedingungen besonders im Nahbereich des Rheins bzw. im Bereich des Druckwasseranfalls auf der Binnenseite des Hochwasserdamms. Durch die sich vom Rhein her erhöhenden Potentiale verändert sich die Fließrichtung in diesem Bereich in eine mehr nord-nordöstliche Richtung. Bei relativen mittleren Hochwasserständen kann das mittlere Grundwassergefälle im Untersuchungsgebiet jedoch gemäß Anlage 3.2 ähnlich wie bei MW-Verhältnissen mit ca. 0,001 festgestellt werden (siehe hierzu auch Kapitel 3.2.6).

3.2.5 Hydraulische und hydrochemische Verhältnisse am Mühlbach

Der Altenheimer Mühlbach entspringt, bzw. zweigt vom Altrheinzug bei Ichenheim ab (siehe Anlage 1). Der Mühlkanal im Bereich des Untersuchungsgebietes wurde künstlich angelegt, indem die Deckschichten ausgehoben und vermutlich zum Teil seitlich als Damm angelagert wurden. Die Sohle ist vermutlich relativ wenig kolmatiert. Eine Regelung des Zulaufes in den Mühlkanal erfolgt am Messpunkt Mühlbach 1 gemäß Anlage 3.1. Der Einstau erfolgt an der Altenheimer Mühle. Am Stichtag 12.04.2018 wurden oberhalb der Altenheimer Mühle die Wasserstände etwa auf Geländehöhe beobachtet. Aufgrund der zum Grundwasserspiegel relativ hohen Lage des Wasserspiegels sind infiltrierende Verhältnisse zu erwarten. So wurde vom Wärter der Kläranlage berichtet, dass bei Abstau des Wassers der Grundwasserspiegel im Bereich der Kläranlage um bis zu ca. 0,2 m sinkt. Die anlässlich des Stichtags vom 12.04.2018 eingemessenen Wasserstände wurden bei der Konstruktion des Grundwassergleichenplans berücksichtigt (siehe Anlage 3.1).

Zu Erfassung möglicher Infiltrationsraten wurden die 12.04.2018 vorgenommenen provisorischen Abflussmessungen ausgewertet um die Abflüsse abschätzen zu können. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle 8 aufgelistet. Aufgrund der bedingt genauen Möglichkeit der Aufnahme der Querschnitte ist von einer entsprechenden Fehlerquote der Ergebnisse auszugehen. Die somit geschätzten Abflussmengen bestätigen aber mit Ihrem stromabwärts abnehmenden Trend die infiltrierenden Verhältnisse. Der Zulauf aus der Kläranlage in den Mühlbach erfolgt ca. 50 m Meter unterhalb des Einstaus durch die Altenheimer Mühle (siehe Anlage 3.1). Gemäß Information der lokalen Kläranlagenbetreiber (Verbandskläranlage Neuried-Schutterwald) beträgt die mittlere tägliche Zulaufmenge ca. 2.750 cbm = 0,032 m³/s, also ein geringer Bruchteil (ca. 0,0036 %) der Abflussmenge (am 12.04.2018).

Hydrochemische Analysen vom Mühlbach wurden von der Kläranlage Neuried-Schutterwald von oberhalb und unterhalb des Einlaufs für den Zeitraum September 2016 – September 2017 zur Verfügung gestellt. Die Kopie der Ergebnisse ist in Anlage 7 abgelegt. Siehe hierzu auch Tabelle 10. Die Ergebnisse bestätigen, dass durch den Zulauf aus der Kläranlage keine wesentlichen Unterschiede in der Wasserqualität festzustellen sind.

Tabelle 8: Abflussmessungen Mühlbach am 12.04.2018

Messstelle	Abflussquerschnitt [m ²]	Geschwindigkeit (m/s)	Q [m ³ /s]	Differenz [m ³ /s]
Mühlbach 1	8,01	1,091	8,734	
Mühlbach 2	12,47	0,694	8,659	0,075
Mühlbach 3	7,94	1,000	7,938	0,721
Mühlbach 4	5,13	1,507	7,724	0,213

3.2.6 Polder Altenheim

Die beiden Polder Altenheim I und II wurden 1977 planfestgestellt und gingen nach dem Probetrieb 1987 in den regelmäßigen Betrieb über. Die Räume werden im Westen von der Stauhaltung Straßburg und im Osten vom Rheinhauptdamm X begrenzt. Die vor 1970 bei Hochwasser überströmten Bereiche werden heute forst- und landwirtschaftlich genutzt. Folgende Stammdaten sind bekannt:

Fläche:	520 ha
Lage:	zwischen Rh-km 278,3 und Rh-km 284,0
Max. Retentionsvolumen:	17,6 Mio. m ³

Das Einlassbauwerk befindet sich bei Rh-km 278,4 in der staugeregelten Rheinstrecke. Die Stauziele liegen im nördlichen Polder I bei 146,60 m+NN und im südlichen Polder II bei 149,60 m+NN. Die Anpassung der Tier- und Pflanzenwelt an die Überflutungsverhältnisse bei Hochwasserrückhaltung erfolgt seit 1989 durch Ökologische Flutungen. Folgend Stauereignisse werden dokumentiert:

- März 1987: Probetrieb der Polder Altenheim
- März 1988: Hochwassereinsatz
- Seit 1989 insgesamt 172 Ökologische Flutungen (Stand 31.12.2016)
- Februar 1990: Hochwassereinsatz
- Februar 1999: Hochwassereinsatz
- Mai 1999: Hochwassereinsatz
- Mai/Juni 2013: Hochwassereinsatz

Die vom Stauraum bei Hochwassereinstau ausgehenden Auswirkungen auf das binnenseitige Grundwasser können wie folgt beschrieben werden (siehe hierzu auch entsprechende Planfeststellungsunterlagen zum Polder Altenheim):

Das bei Hochwasser nach Osten abströmende Sickerwasser führt auf der Binnenseite des Damms zu einer um nahezu 90 Grad veränderten Fließrichtung des Grundwassers von Norden nach Osten und einem Anstieg des Grundwasserspiegels. Der Bereich in dem die Grundwasserstände vom Rückhalteraum beeinflusst werden ist vermutlich mit mindestens bis zu 500 m Metern anzunehmen. Demnach liegt der Bereich des geplanten Baggersees vermutlich innerhalb des durch den Sickerwasseranfall verursachten Anstiegs des Grundwasserspiegels. Die Beträge der Anstiege des Grundwasserspiegels sind an der Dammseite am Höchsten und nehmen nach Osten hin ab. Allfällige Wechselwirkungen eines geplanten Poldereinstaus mit dem geplanten Neuaufschluss werden im Kapitel 4.10 diskutiert.

3.2.7 Grundwasserüberdeckung- Bodengutachten

In den Schichtenverzeichnissen der neueren Bohrungen (siehe Anlage 6.1-3) wird eine Deckschichtmächtigkeit von 0,9 m festgestellt. Die Schichtenverzeichnisse beschreiben schwach feinsandigen Schluff. Gemäß den bodenkundlichen Kartierungen werden Mächtigkeiten zwischen 0,4 – 1,6 m beschrieben. Es handelt sich überwiegend um Auenpararendzina, kalkhaltigen Auengley-Auenboden und brauner Auenboden-Auengley. Demnach herrschen bei mittleren und niedrigen Grundwasserständen keine gespannten Verhältnisse vor. Bei Hochwasserständen, sind u. U. schwach gespannte bis gespannte Verhältnisse zu erwarten.

3.2.8 Grundwassereinzugsgebiet

Das oberstromige Einzugsgebiet der geplanten Abbaufäche erstreckt sich nach Süden in Richtung Altenheim. Das Einzugsgebiet besteht überwiegend aus landwirtschaftlich genutztem Gebiet und Siedlungsflächen. Für den Bereich des geplanten Abbaus kann nach dem Wasser- und Bodenatlas (WaBoA) eine mittlere jährliche Grundwasserneubildungsrate von ca. 6 - 8 l/s*km², entsprechend im Mittel ca. 200 mm/a über Land- bzw. Waldflächen angenommen werden.

3.3 Hydrochemische Analysen

Zur Bestandsaufnahme und Bewertung der tiefenbezogenen hydrochemischen Beschaffenheit des Grundwassers im Umfeld des geplanten Baggersees wurden die aktuell im April 2018 genommenen Wasserproben mit den dazugehörigen Analyseergebnissen (Labor GIU, Teningen) herangezogen. Die Protokolle der Analysen und der Entnahme der Wasserproben sind in Anlage 7 abgelegt und in den Tabellen 9 und 10 zusammengefasst (siehe auch Abbildung 4). Die untersuchten Grundwässer lassen sich wie folgt charakterisieren.

- Die Sauerstoffwerte liegen außer in den Salzmessstellen im mittleren bis niedrigen Bereich. In den Salzmessstellen wurden relativ geringe Werte gemessen. Dies deutet auf reduzierende Verhältnisse hin.
- Die pH-Werte liegen im basischen Bereich. Vermutlich auch aufgrund reduzierenden Bedingungen nehmen die gelösten Eisen- und Mangangehalte zur Tiefe hin etwas zu.
- Insgesamt nehmen die Ionenkonzentrationen zur Tiefe hin etwas zu, wie die zunehmenden Leitfähigkeiten und Konzentrationen der einzelnen Parameter zeigen (siehe auch Abbildung 4).

Tabelle 9: Analyseergebnisse der Grundwassermessstellen

Parameter	Dimension	Uhl GWM 1 / 90 m	Uhl GWM 2 / 50 m	Uhl GWM 3 / 20 m	GWM 139/065-1	GWM 62/065-7	GWM 210/065-7
Farbe	-	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Geruch	-	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Trübung	-	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos
pH-Wert	-	7,22	7,26	7,29	7,3	7,19	7,48
Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	798	791	642	730	862	562
Sauerstoffgehalt*	mg/l	3,4	4,1	4,5	2,9	4,3	4,4
Sauerstoffgehalt*	%	32	38	42	26	41	43
Temperatur*	°C	12,7	12,1	11,4	11,3	12,7	12,3
Trübung	NTU	4,47	1,48	1,96	0,08	0,11	0,03
Hydrogencarbonat	mmol/l	6,09	5,8	4,85	5,61	6,29	4,31
Calcium	mg/l	124	132	109	127	140	91,3
Magnesium	mg/l	14,1	14	10,6	12,1	13,4	9,88
Natrium	mg/l	32,1	21,6	16	16,4	22,7	15,4
Kalium	mg/l	4,43	2,79	2,58	2,73	8,38	2,84
Gesamthärte	mmol/l	3,67	3,87	3,16	3,67	4,05	2,68
Bor	mg/l	0,044	0,03	0,024	0,024	0,057	0,028
Eisen, gelöst	mg/l	0,053	0,245	0,19	< 0,007	< 0,007	< 0,007
Eisen, gesamt	mg/l	0,199	0,274	0,193	0,007	0,044	< 0,007
Mangan, gelöst	mg/l	0,886	0,806	0,433	< 0,001	0,129	0,004
Mangan, gesamt	mg/l	0,908	0,812	0,43	< 0,001	0,152	< 0,001
Silicium	mg/l	6,54	6,57	5,18	4,87	5	4,1
Nitrat	mg/l	11,5	< 1	2,97	9,99	13,2	8,21
Nitrat-N	mg/l	2,6	0,14	0,67	2,26	2,98	1,86
Nitrit	mg/l	0,038	0,01	0,022	< 0,005	0,028	< 0,005
Nitrit-N	mg/l	0,012	< 0,005	0,007	< 0,005	0,009	< 0,005
Ammonium	mg/l	0,012	0,014	0,013	< 0,005	0,009	< 0,005
Ammonium-N	mg/l	0,009	0,01	0,01	< 0,005	0,007	< 0,005
Chlorid	mg/l	42,3	44,8	30,6	35,2	40,1	26,1
Sulfat	mg/l	46,4	59,2	43,7	44,5	72,4	33,8
Phosphor, ges. als P	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,057	< 0,02
ortho-Phosphat als P	mg/l	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,008	0,007	0,01
DOC	mg/l	1,59	2,94	2,56	3,25	1,48	2,35
Oxidierbarkeit	mg/l	1,02	0,5	1,12	0,96	< 0,5	< 0,5
Ionenbilanzfehler	%	4,91	5,35	5,88	5,41	1,64	3,84

* Vor-Ort-Messwerte

Tabelle 10: Analysenergebnisse Gewässermessstellen und Sondermessstellen Salz

Parameter	Dimension	Wacholdersee	Mühlbach 1	Mühlbach 2	Altrheinzug/2015/065-0	2000/065-2 42m	2004/065-4 72m	2005/065-0 112m
Farbe	-	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Geruch	-	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Trübung	-	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos
pH-Wert	-	7,98	7,89	7,86	7,94	7,59	7,4	7,33
Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	560	360	371	399	654	652	689
Sauerstoffgehalt*	mg/l	9,2	8	8,5	8,4	1,4	1,3	1,2
Sauerstoffgehalt*	%	92	80	85	87	14	13	12
Temperatur*	°C	15,1	14,1	14	15	12,1	11,9	12,4
Trübung	NTU	0,65	2,2	5,47	2	2,31	8,3	1,84
Hydrogencarbonat	mmol/l	4,29	2,47	2,59	2,89			
Calcium	mg/l	89	51,3	52,6	54,5			
Magnesium	mg/l	9,84	7,44	6,75	6,74			
Natrium	mg/l	17,2	11,6	15,2	18,1			
Kalium	mg/l	3,61	2,38	2,8	2,56			
Gesamthärte	mmol/l	2,63	2,55	1,59	1,64			
Bor	mg/l	0,024	0,031	0,02	0,022	0,014	0,027	0,042
Eisen, gelöst	mg/l	< 0,007	< 0,007	0,027	0,032			
Eisen, gesamt	mg/l	0,008	< 0,007	0,181	0,115			
Mangan, gelöst	mg/l	0,002	< 0,001	0,018	0,022			
Mangan, gesamt	mg/l	0,003	0,002	0,034	0,026			
Silicium	mg/l	3,6	4,14	3,13	2,37			
Nitrat	mg/l	2,53	5,85	6,09	4,16	1,34	< 1	< 1
Nitrat-N	mg/l	0,57	1,32	1,38	0,94			
Nitrit	mg/l	0,036	0,037	0,039	0,037	0,023	< 0,005	< 0,005
Nitrit-N	mg/l	0,011	0,01	0,012	0,01			
Ammonium	mg/l	0,23	0,029	0,03	0,091			
Ammonium-N	mg/l	0,179	0,023	0,023	0,071			
Chlorid	mg/l	27,7	22,3	21,9	24,2	24,4	23,8	31,6
Sulfat	mg/l	41,2	20,6	20,9	22,5	30,2	26,5	15,7
Phosphor, ges. als P	mg/l	< 0,02	< 0,02	0,051	0,025			
ortho-Phosphat als P	mg/l	< 0,006	0,009	< 0,006	< 0,006			
DOC	mg/l	3,53	1,86	2,26	2,18			
Oxidierbarkeit	mg/l	0,64	0,96	< 0,5	1,31			
Ionenbilanzfehler	%	2,04	3,16	4,51	0,48			

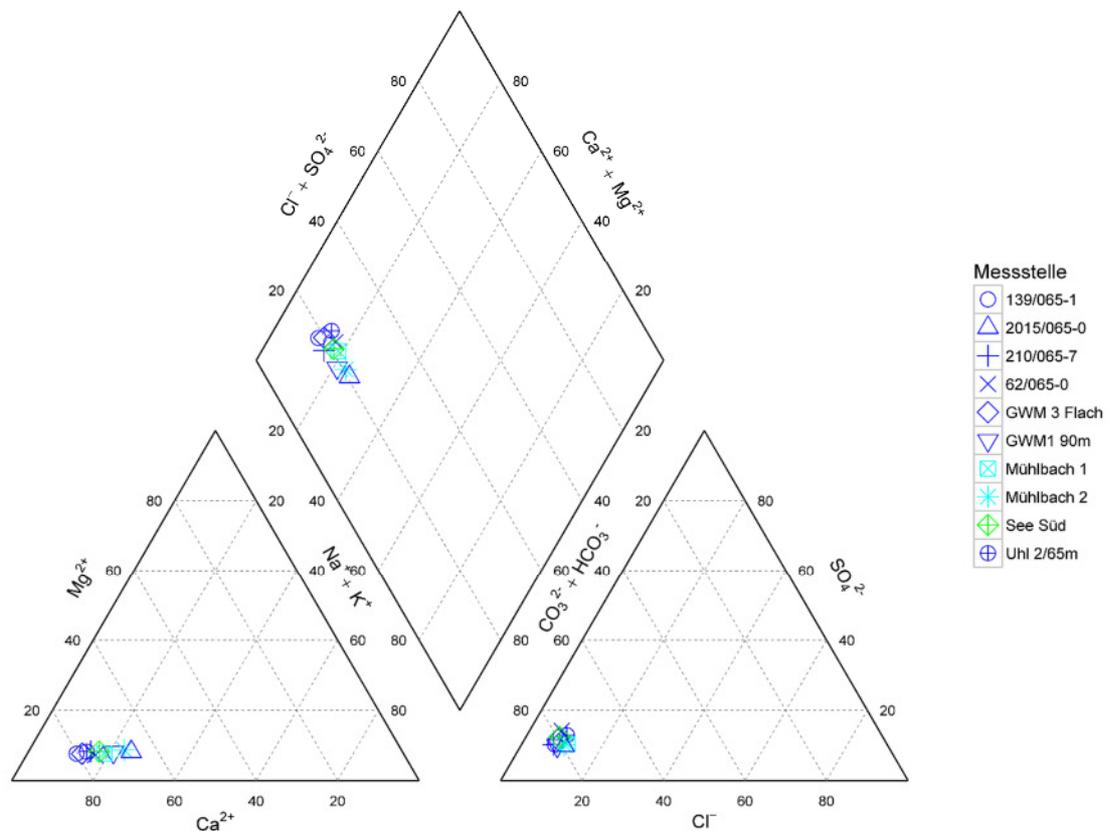


Abbildung 4: Piper-Diagramm der Analyseergebnisse vom April 2018

- Die Parameter Ammonium und Phosphat sind in den GWM relativ gering. Bor ist wohl erhöht und ist vermutlich auf die Infiltration vom Mühlbach her zurückzuführen.
- Nitrit und Nitrat werden im Verhältnis zur landwirtschaftlichen Nutzung des Einzugsgebietes in relativ niedrigen Konzentrationen gemessen. Da auch die Denitrifikationsstufen Nitrit und Ammonium nicht sehr hoch sind, kann von einer relativ geringen anthropogenen Belastung des Grundwassers ausgegangen werden.
- Erstaunlicherweise ist der Nitratgehalt in der tiefen GWM 1/90 m mit 11,2 mg/l relativ hoch gegenüber den anderen Messstellen. Gerade in diesem Tiefenbereich werden sonst eher geringere bis gar keine Nitratgehalte festgestellt.
- Auch Phosphat wird nur in sehr geringer Konzentration nachgewiesen, sodass zusammen mit dem Stickstoff die Nährstoffparameter insgesamt relativ moderat sind.

- Die Gesamthärte des Grundwassers entspricht mittleren (harten) Werten, die für die Rheinniederung auf Grund der alpinen karbonathaltigen Gerölle typisch sind. Die Härtegrade nehmen zur Tiefe hin deutlich ab.
- Die Chloridgehalte im Grundwasser liegen im Bereich zwischen 26 und 45 mg/l und sind auch im oberen Bereich bis 50 m Tiefe mit Werten von 45 mg/l erhöht. Eine Tendenz zu erhöhten Gehalten zur Tiefe hin ist nicht eindeutig erkennbar. Auf eine aufsteigende Tiefenversalzung gibt es keine Hinweise. Ein direkter Einfluss von Rheinuferinfiltrat wird im Bereich der untersuchten Grundwassermessstellen nicht angenommen (siehe hierzu auch Anlage 8, Isotopenanalysen und Kapitel 3.5). Vielmehr erfolgt der Einfluss von Rheinuferinfiltrat indirekt über den Mühlbach. Der Ursprung des Mühlbachs liegt weiter südlich bei Ichenheim als Abzweigung vom Elz-Altrheinzug.

Gemäß Abbildung 4 handelt es sich bei den untersuchten Grundwässern um normal erdalkalische Wässer die überwiegend hydrogencarbonatisch geprägt sind.

3.4 Ergebnisse der geophysikalischen Bohrlochmessungen in GWM 1/90 m

Die Ergebnisse der durchgeführten Messungen zur Erkundung der Dichtigkeit des Ausbaus der tiefen Grundwassermessstelle (90 m) sind in Anlage 9 abgelegt und werden nachfolgend zusammengefasst.

Die Widerstandskurve zeigt über das gesamte Profil in regelmäßigen Abständen von ca. 3 m deutliche Ausschläge zu niedrigeren Werten hin. Im Bereich der Filterstrecke ist insgesamt das Wertenniveau niedriger. Damit wird vermutlich die Lage der Rohrverschraubungen angezeigt. Hier kann eine elektrische Verbindung durch das PVC hindurch durch das Wasser bestehen. Möglicherweise können aber auch bereits so geringe Wassermengen in der Verschraubung eine geänderte elektrische Leitfähigkeit bewirken, so dass an dieser Stelle nicht unbedingt eine Wasserwegsamkeit bestehen muss.

Die stationären Anomalien auf SAL-TEMP bei 12,3 m, 21,5 m und 24,3 m werden als Hinweise von eintretendem Wasser mit geringerer Leitfähigkeit gedeutet. Mindestens an diesen drei Verschraubungen tritt Wasser zu. Unterhalb von 24,3 m sind keine Anomalien zu erkennen, die auf Wasserzutritte hindeuten. Allerdings deutet das Aufwärtswandern der positiven Leitfähigkeitsanomalie auf den Leitfähigkeitskurven sowie das Abnehmen der Leitfähigkeitswerte in der unteren Hälfte der GWM während der Dauer des Versuches darauf hin, dass die Wassersäule mehr und mehr von dem Wasser überprägt wird, das von unterhalb aus der Filterstrecke zutritt. Weitere Zutrittsbereiche im Vollrohrbereich könnten dadurch maskiert werden. Die Messungen werden dahingehend gedeutet, dass die in Kapitel 2.8 vorgeschlagene horizontierte Beprobung der Messstelle zielführend ist.

3.5 Ergebnisse der Isotopenhydrologische Untersuchungen

Die Ergebnisse der isotopenhydrologischen Analysen und der Analysen auf Acesulfam-K sind in nachfolgender Tabelle 11 aufgelistet. Eine umfangreiche Erläuterung der Grundlagen und eine Interpretation wurde vom Labor Hydroisotop durchgeführt und findet sich in Anlage 8. Nachfolgend werden gemäß Anlage 8 für die einzelnen Parameter die Ergebnisse zusammengefasst. Vorab werden gemäß Anlage 8 die am Fließgeschehen beteiligten Grundwasserkomponenten und deren Referenzmessstellen definiert.

Komponente 1: binnenseitiges Grundwasser jung

Als Referenz für die Grundwasserkomponente „lokal im Oberrheingraben neugebildetes Grundwasser“ bzw. „binnenseitiges Grundwasser jung“ könnte die flache GWM 62/065-7 (Filterbereich: 9 - 18 m u GOK) stehen. Die Messstelle wird aus südsüdöstlicher Richtung angeströmt (siehe Anlage 3.1).

Komponente 2: Rhein-Uferfiltrat jung

Die Komponente „Rhein-Uferfiltrat jung“ ist insbesondere im Altrheinzug (Lattenpegel 2051/065-0) zu erwarten, da dieser z. T. direkt aus dem Rhein gespeist wird. Ebenso ist es auch bei den beiden Oberflächengewässern Mühlbach 1 und Mühlbach 2 zu erwarten, da der Mühlbach wiederum ein Abzweig des Altrheinzugs darstellt.

Komponente 3: Rhein-Uferfiltrat alt

Ob und inwieweit im Untersuchungsgebiet die Komponente „Rhein-Uferfiltrat alt“ auftritt, soll neben den Untersuchungen auf Sauerstoff-18 und Deuterium zudem über die Chlorid- und Acesulfam-K-Untersuchungen beurteilt werden, da diese Komponente neben isotopisch leichten Signaturen durch vergleichsweise hohe Chlorid- und vergleichsweise geringe Acesulfam-K- Gehalte charakterisiert ist. Bei der Komponente „Rhein-Uferfiltrat alt“ handelt es sich um Rhein-Uferfiltrat, das weiter südlich infiltriert ist und das danach Rheinbegleitend in Richtung Norden fließt.

Komponente 4: binnenseitiges Grundwasser alt

Bei der Komponente „binnenseitiges Grundwasser alt“ handelt es sich um tief zirkulierendes Grundwasser, das möglicherweise am Fuße der Vorbergzone neugebildet wurde und seither in nördliche bzw. nordwestliche Richtung zum Rhein hin abströmt. Ob und inwieweit „altes binnenseitiges Grundwasser“ im Untersuchungsgebiet vorkommt, soll insbesondere mit Hilfe der Tritium-/Spurengas-Untersuchungen beurteilt werden (Beurteilung der Altersstruktur).

Tabelle 11: Ergebnisse der Isotopen- und Spurenstoff-Analysen

Labor-Nr.	Bezeichnung (Filterstrecke)	Datum	Acesul- fam	Trichlor- fluor- methan (F11)	Dichlor- difluor-me- than (F12)	1,1,2- Trichlor- trifluor- ethan (F113)	Schwefel- hexafluorid (SF6)	Sauerstoff- 18 (¹⁸ O)	Deuterium (² H)	Deute- rium-Ex- zess	Tritium (³ H)
			µg/l	pmol/l	pmol/l	pmol/l	fmol/l	‰	‰	‰	TU
312840	GWM 1 tief (70-90 m)	17.04.2018	-	0,12 ± 0,05	4,9 ± 0,3	0,01 ± 0,05	0,3 ± 0,1	-8,33	-57,2	9,44	3,2 ± 0,5
312841	GWM 2 mittel (30-50 m)	12.04.2018	0,050	0,12 ± 0,05	0,25 ± 0,05	< 0,01	1,1 ± 0,2	-8,31	-57,3	9,18	4,5 ± 0,6
312842	GWM 3 flach (5-20 m)	12.04.2018	0,150	0,29 ± 0,05	0,74 ± 0,05	0,03 ± 0,05	3,2 ± 0,4	-9,15	-63,4	9,80	9,8 ± 1,3
312843	62/065-5 (9-17,5 m)	12.04.2018	0,020	0,08 ± 0,05	0,95 ± 0,05	0,02 ± 0,05	1,2 ± 0,2	-8,06	-55,9	8,58	6,7 ± 0,5
312844	139/065-1 (5-10 m)	12.04.2018	-	0,46 ± 0,05	0,58 ± 0,05	0,04 ± 0,05	2,4 ± 0,3	-8,51	-59,1	8,98	9,4 ± 1,1
312845	210/065-7 (14-19 m)	12.04.2018	-	1,4 ± 0,2	1,3 ± 0,1	0,13 ± 0,05	3,6 ± 0,4	-8,60	-60,8	8,00	9,8 ± 1,1
312846	2051/065-0 Rhein	12.04.2018	-	-	-	-	-	-9,93	-69,9	9,54	13,0 ± 0,9
312847	Mühlbach 1	12.04.2018	0,220	-	-	-	-	-9,80	-67,5	10,90	11,7 ± 0,7
312848	Mühlbach 2	12.04.2018	0,250	-	-	-	-	-9,86	-68,6	10,28	11,7 ± 0,7
312849	Wacholderrain- see/See Süd	12.04.2018	-	-	-	-	-	-8,71	-61,9	7,78	9,1 ± 0,8

Mischwassersysteme

Aus welchen der oben genannten vier „Basis“-Komponenten sich das Seewasser des Baggersees Wachholderrain zusammensetzt, soll anhand der hier vorliegenden Untersuchungen abgeschätzt werden. Das Baggerseewasser selbst gilt im Abstrombereich des Baggersees dann ebenfalls als eine am Fließgeschehen beteiligte Grundwasserkomponente, die anhand der stabilen Isotope Sauerstoff-18 und Deuterium möglicherweise charakterisiert werden kann. Insbesondere bei den beiden tieferen Grundwassermessstellen „Uhl GWM 1 tief“ (Filterbereich von 70-90 m u GOK) und „Uhl GWM 2 mittel“ (Filterbereich von 30-50 m u GOK) soll geklärt werden, ob hier Mischungsanteile der „alten“ Komponenten, wie dem „binnenseitigem Grundwasser alt“ und/oder dem „Rhein-Uferfiltrat alt“ anzutreffen sind.

Der Mühlbach, der wie oben beschrieben aus dem Altrheinzug und somit indirekt aus dem Rhein selbst gespeist wird, infiltriert im Bereich des Vorhabens, weiter südlich herrschen vermutlich auch exfiltrierende Verhältnisse. Der Mühlbach wurde unmittelbar oberstromig der Verbandskläranlage Neuried-Schutterwald (OGW Mühlbach 2) und etwa 1 km oberstromig beprobt (OGW Mühlbach 1). Da sich das Untersuchungsgebiet im Einflussbereich des Kulturwehrs Kehl/Straßburg und somit in einem Bereich mit infiltrierenden Verhältnissen am Rhein befindet, soll mit den vorliegenden Untersuchungen die Mischungsanteile der o.g. Komponenten abgeschätzt werden.

3.5.1 Stabile Isotope Sauerstoff-18 und Deuterium

Grundlagen

Im Wasserkreislauf kommen diese Wassermoleküle in unterschiedlichen Konzentrationen vor. Bei allen Phasenumwandlungen des Wassers, wie Kondensations- bzw. Verdunstungsvorgängen, findet eine temperaturabhängige Isotopenfraktionierung statt. Als Teil des Wassermoleküls stellen die stabilen Isotope Sauerstoff-18 und Deuterium ideale Tracer dar, die flächenhaft mit dem Niederschlag eingetragen werden. Somit liefern die stabilen Isotope des Wassers Sauerstoff-18 und Deuterium Hinweise auf die Herkunft und Bildungsbedingungen von Grundwässern.

Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der analytischen Messgenauigkeiten von $\pm 0,15 \text{ ‰}$ ($\delta^{18}\text{O}$) bzw. $\pm 1,5 \text{ ‰}$ ($\delta^2\text{H}$) und der Verdunstungseinflüsse an den Messstellen See Süd (Wachholderrainsee) und der GWM 210/065-7 (14-19 m) lassen sich insgesamt 4 Gruppen differenzieren, wobei es zur Gruppe 1 (Rheinuferfiltrat) keine aktuell gemessene Referenzprobe gibt.

Gruppe 1: Rheinuferfiltrat

Die Gruppe 1 bzw. Komponente „Rhein-Uferfiltrat“ ist durch isotopisch sehr „leichte“ Sauerstoff-18- und Deuterium-Gehalte charakterisiert (-11,0 bis -10,6 ‰ ($\delta^{18}\text{O}$) bzw. -78 bis -75 ‰ ($\delta^2\text{H}$)), was durch langjährige Messreihen belegt ist (Untersuchungen zum Polder Breisach oder Polder Elzmündung; Grund: dominierend alpines Einzugsgebiet).

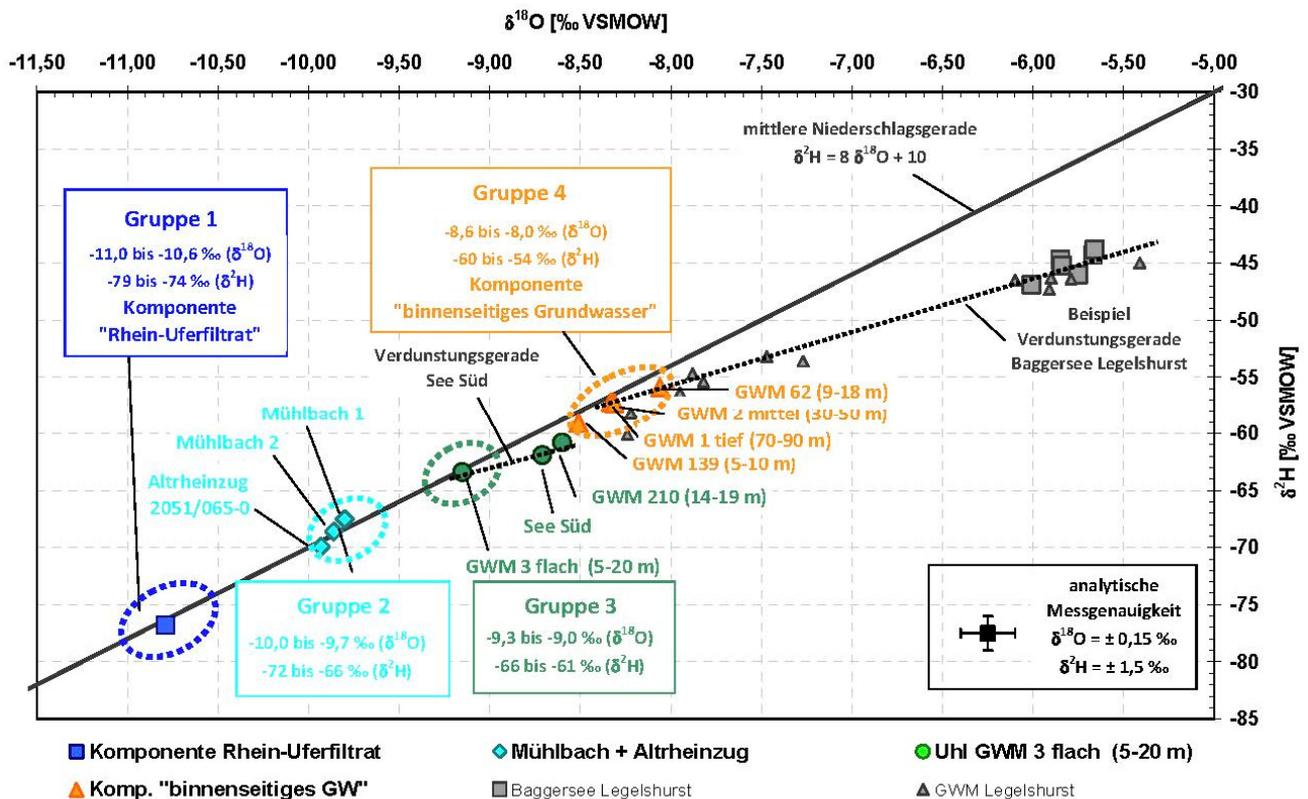


Abbildung 5: Ergebnisse Sauerstoff-18 versus Deuterium

Bei den nachstehenden Gruppen 2 und 3 handelt es sich um Mischwassersysteme aus der Komponente „Rhein-Uferfiltrat“ (Gruppe 1) und „binnenseitigem Grundwasser“ (Gruppe 4). Die Mischungsanteile lassen sich mit Hilfe einer linearen Zweikomponenten-Mischungsrechnung abschätzen. Für die Komponente „Rhein-Uferfiltrat“ wird ein Sauerstoff-18- bzw. Deuterium-Gehalt von -10,8 ‰ ($\delta^{18}\text{O}$) bzw. -76,4 ‰ ($\delta^2\text{H}$) angesetzt, für die Komponente „binnenseitiges Grundwasser“ die Gehalte -8,3 ‰ ($\delta^{18}\text{O}$) bzw. -57 ‰ ($\delta^2\text{H}$).

Gruppe 2: Mühlbach und Altrheinzug

Bei den Messstellen der Gruppe 2 handelt es sich um die drei Oberflächengewässerproben Altrheinzug, Mühlbach 1 und Mühlbach 2. Für die Messstellen der Gruppe 2 lassen sich Rhein-Uferfiltrat-Anteile von etwa 50 bis 75 % abschätzen.

Gruppe 3: Flache GWM und Wacholderrainsee

Bei den Messstellen der Gruppe 3 (Uhl GWM 3 flach, See Süd (Wacholderrainsee), GWM 210/065-7) liegen die Rhein-Uferfiltrat-Anteile in einer Größenordnung von etwa 25 bis 50 %. Anhand der Deuterium-Exzesse sind beim Baggerseewasser und bei der Messstelle GWM 210/065-7 geringe Einflüsse von Verdunstung zu erkennen; was dazu führt, dass diese Messstellen tendenziell der Gruppe 3 zuzuordnen sind: Auf Basis der Zweikomponenten-Mischungsrechnung lassen sich für das dem „See Süd“ (Wacholderrainsee) zuströmende Grundwasser (-9,3 ‰ ($\delta^{18}\text{O}$) bzw. -64,4 ‰ ($\delta^2\text{H}$)) Rheinwasseranteile von etwa 40 % abschätzen (Anteil „binnenseitiges GW“ etwa 60 %).

3.5.2 Tritium

Grundlagen

Tritium ist das radioaktive Isotop des Wasserstoffs (^3H ; Halbwertszeit 12,3 Jahre). Die natürliche Produktionsrate von Tritium ist gerade so hoch, dass die Niederschläge ca. 5 TU enthalten (TU = Tritium-Units, 1 TU = 0,119 Bq/l). Als Folge der Wasserstoffatombombentests in den 1950-er und 1960-er Jahren kam es zu Tritiumgehalten in den Niederschlägen von mehreren 1000 TU, die seither abnehmen. Die Tritiumkonzentrationen der Grundwässer können zur Abschätzung der mittleren Verweilzeit (MVZ) der Jungwasserkomponente (nach 1953 gebildet) herangezogen werden.

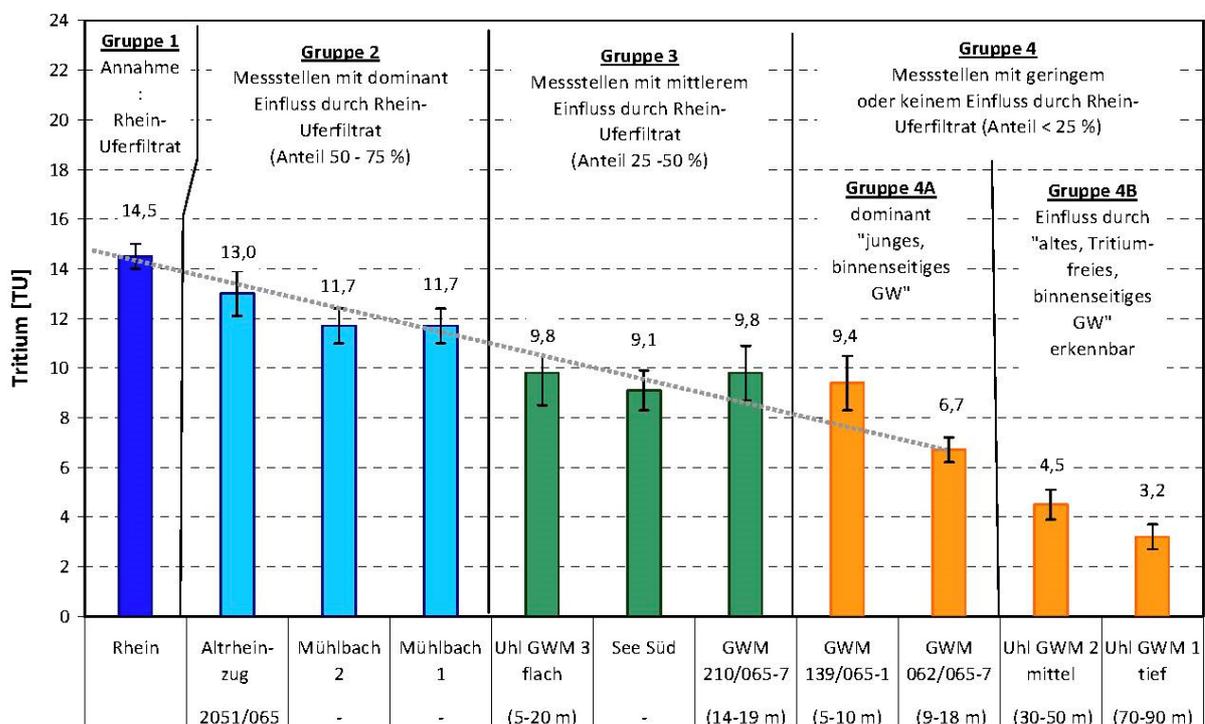


Abbildung 6: Ergebnisse der Tritium-Analysen

Ergebnisse

Tritiumgehalte von > 9 TU deuten auf Einflüsse durch Rhein-Uferfiltrat hin. Der Tritium-Wertebereich von 6 bis 8 TU, der sich aus lokaler Grundwasserneubildung durch Niederschläge mit MVZ von 1-60 Jahren im Bereich von Altenheim bei Ansatz eines Exponentialmodells ergibt, ist nur an der Probe von GWM 062/065-7 festzustellen. An der Probe Uhl GWM 2 mittel konnte ein vergleichsweise geringer Tritiumgehalt von $4,5 \pm 0,6$ TU festgestellt werden, der auf dominante Anteile von Winterniederschlägen oder auf die Beteiligung einer Tritium-freien Grundwasserkomponente hinweist (vergleichbar Probe Uhl GWM 1 tief, s. u.).

Der vergleichsweise geringe Tritiumgehalt an der Grundwassermessstelle Uhl GWM 1 tief ($3,2 \pm 0,5$ TU) liegt unterhalb der Tritiumgehalte der aktuellen Niederschläge und zeigt hiermit eindeutig die Beteiligung einer Tritium-freien Grundwasserkomponente an. Zur Erfassung der Mischungsanteile an "altem", Tritium-freien und "jungem", Tritium-haltigen Grundwasser, wurden kombinierte Untersuchungen mit einem weiteren Datierungstracer, wie z. B. SF6, den FCKW's F11, F12, F113 durchgeführt. Hieraus lassen sich zudem Aussagen zur Mittleren Verweilzeit (MVZ) der Jungwasserkomponente ableiten (siehe nächstes Kapitel).

3.5.3 SF6 und FCKW

Grundlagen

SF6 ist ein Spurenstoff, der seit ca. 45 Jahren zunehmend in die Atmosphäre gelangt. Der Stoff ist gasförmig und löst sich im Niederschlagswasser (Tritium ist dagegen im Wassermolekül enthalten). Über Niederschläge gelangt SF6 in das Grundwasser und kann zur Altersbestimmung herangezogen werden. Die FCKW - Spurenstoffe weisen einen atmosphärischen Eintragsmechanismus vergleichbar zu SF6 auf. Zusätzlich können FCKW-Spurenstoffe jedoch auch durch weitere Eintragsquellen – wie z. B. Kanalisations- und Deponie-Abwässer – ins Grundwasser gelangen. Aufgrund der extrem sensiblen Analysetechnik können diese Überhöhungen auch schon bei geringsten Einflüssen erfasst werden, wenn andere Schadstoffe noch nicht nachzuweisen sind. Werden FCKW-Spurenstoffe nur über die Atmosphäre in das Grundwasser eingetragen, können sie auch zur Grundwasserdatierung herangezogen werden.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der FCKW-Spurengasuntersuchungen sind in Abbildung 7 grafisch den derzeitigen, max. atmosphärischen Eintragskonzentrationen gegenübergestellt. Die Messwerte der F11-, F12-, und F113-Spezies liegen größtenteils unterhalb der max. atmosphärischen Eintragskonzentration. Mit Ausnahme der Probe Uhl GWM 1 tief (F12-

Spezie) treten bei allen weiteren Proben keine Überhöhungen auf. D. h., dass zusätzliche Punktquellen (z. B. Altlasten, wilde Ablagerung mit Kühlschränken, Spraydosen, etc.) nicht erkennbar sind.

Die SF₆- und FCKW-Spurengasuntersuchungen sollten unterstützend zum Tritium eine nähere Erfassung der Grundwasseraltersstruktur im Untersuchungsgebiet ermöglichen. Anhand der Analyseergebnisse stellte sich jedoch heraus, dass bei allen FCKW-Spezies F11, F12 und F113 aufgrund der hier vorherrschenden reduzierenden Verhältnisse (gelöster Sauerstoffgehalt von 2,9 bis 4,5 mg/l) Abbauprozesse auftreten. Zusätzlich zeigt sich bei der GWM 1 tief eine Überhöhung bei F12, die eine lokale F12-Quelle im Untersuchungsgebiet anzeigt. Der Ursprung der F12-Eintragsquelle ist nicht bekannt.

Aufgrund der dominierenden Abbauprozesse bei allen FCKW-Spezies und der lokalen F12-Überhöhung an der GWM 1 tief können die FCKW-Spurengase (F11, F12 und F113) nicht für die Altersdatierung herangezogen werden, da sie keine belastbaren Informationen zur Altersdatierung des Grundwassers mehr liefern können. Eine vernetzende Auswertung der Altersstruktur auf Basis der kombinierten Auswertung von Tritium und dem Spurengas SF₆ ist jedoch möglich.

Tritium und SF 6

Durch Verwendung von zwei unabhängigen Datierungstracern lassen sich sogenannte „Harfendiagramme“ erstellen, mit denen die Grundwasseraltersstruktur grafisch ermittelt werden kann. Hiermit ist es möglich, die Zumischung von alten Tritium- und SF₆-freien Grundwasserkomponenten zu jungen Grundwässern eindeutig zu erkennen, was mit einzelnen Tritium- bzw. Spurengasmessungen nicht möglich ist.

Theoretisch müssten die Modellannahmen zur Berechnung der MVZ der Jungwasserkomponente für jede einzelne Messstelle individuell angepasst werden. Um eine Vergleichbarkeit der Daten zu erreichen und um die Datensätze anschaulich darstellen zu können, wird bei der Tritium/SF₆-Auswertung nachfolgend vereinfachend auf den Modellansatz von 50% EM und 50 % PM zurückgegriffen. Dies scheint für den Großteil der Messstellen eine plausible Annahme der hydrogeologischen Strömungs- und Neubildungsverhältnisse zu sein (Details siehe Anlage 8).

Anhand der Lage der Tritium/SF₆-Wertepaare im Harfendiagramm in Abbildung 8 lassen sich für die Grundwasserproben folgende Altersstrukturen abschätzen.

Tabelle 12: Ergebnisse zur Altersstruktur gemäß Abbildung 8

Messstelle	Anteil junge GW-Komponente	MVZ junge GW-Komponente
Uhl GWM 1 tief (70-90 m)	30-40 % JW	MVZ JW: 30-40 a
Uhl GWM 2 mittel (30-50 m)	60-80 % JW	MVZ JW: 22-27 a
GWM 062/065-7 (9-18 m)	90-100 % JW	MVZ JW: 27-30 a
GWM 139/065-1 (5-10 m)	Einfluss Rhein-Uferfiltrat	
Uhl GWM 3 flach (30-50 m)	Einfluss Rhein-Uferfiltrat	
GWM 210/065-7 (14-19 m)	Einfluss Rhein-Uferfiltrat	

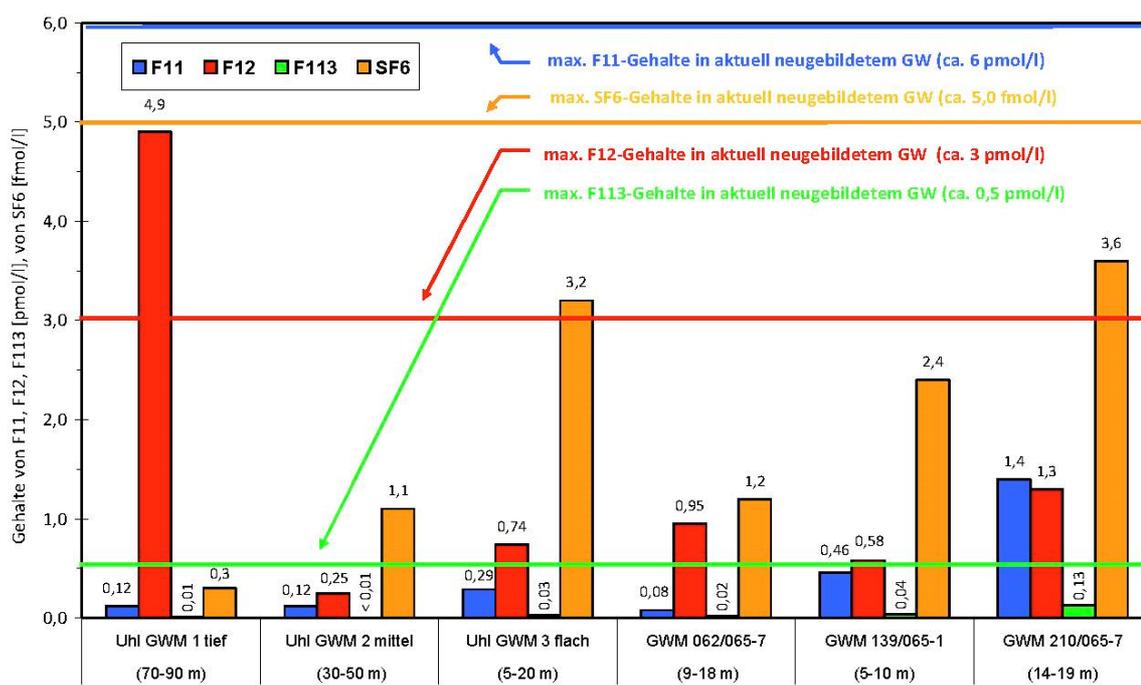


Abbildung 7: Ergebnisse der Spurenstoffanalysen

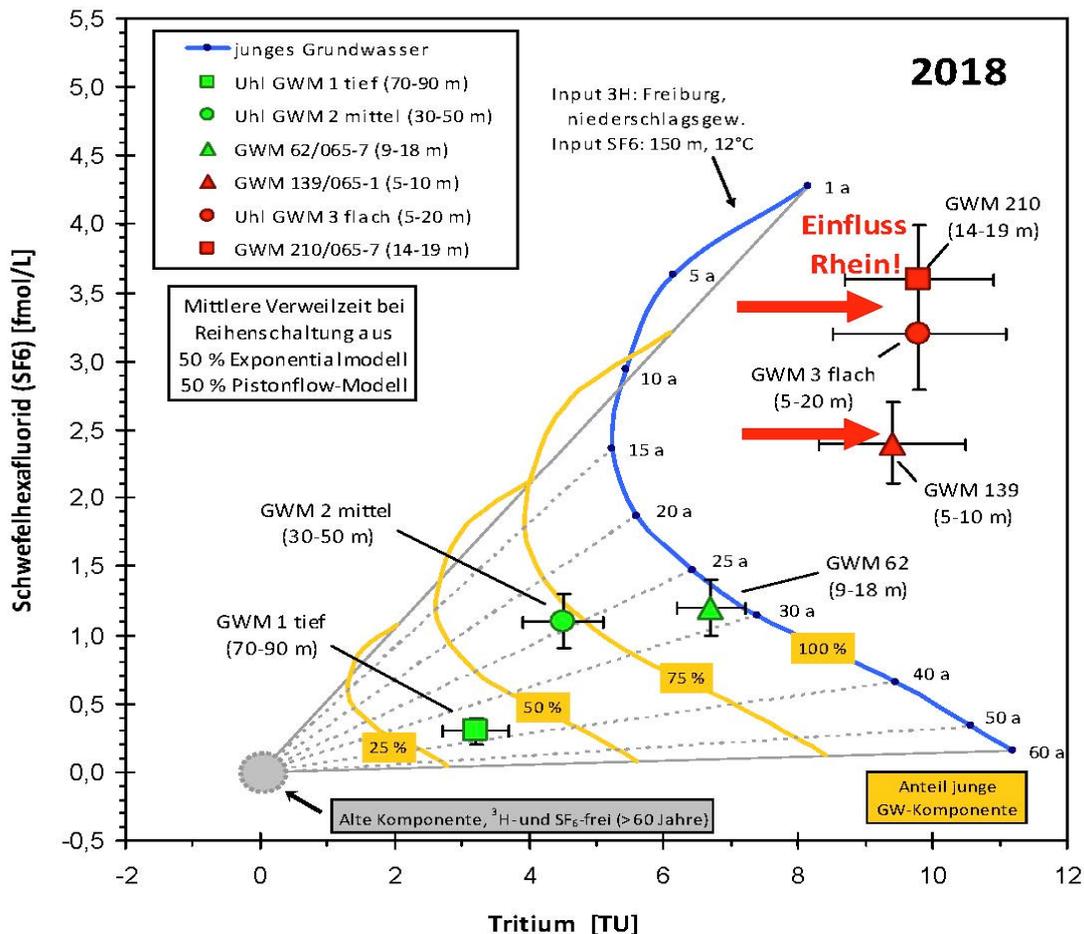


Abbildung 8: Grafische Darstellung der Grundwasseraltersstruktur auf Basis der Tritium und SF6-Ghalte

3.5.4 Süßstoff Acesulfam-K

Grundlagen

Der Süßstoff Acesulfam-K wird vom Körper unverändert wieder ausgeschieden und tritt auch aus Kläranlagen unverändert wieder aus. Das macht ihn zu einem idealen Markierstoff für Abwasser und abwasserbeeinflusstes Oberflächenwasser bzw. Uferfiltrat. Es ist bekannt, dass die großen Oberflächengewässer (Rhein, Main, Donau) Konzentrationen von bis zu 2,7 µg/l Acesulfam-K aufweisen können. In lokal aus Niederschlägen neugebildeten Grundwässern ist dagegen kein Acesulfam-K enthalten. Vom Rhein sind Konzentration von 0,91 µg/l (Weil am Rhein) und 0,93 µg/l (Basel) durch das TZW veröffentlicht (Scheurer, Brauch, Lange, 2009). Es ist jedoch mit Konzentrationsschwankungen in Abhängigkeit vom Abfluss zu rechnen. Die Mittelwerte der vergangenen 4 Jahre (2014-2017) zeigen einen stetigen Trend hin zu geringeren Gehalten (aktuell bei etwa 440 ng/l). Der Nachweis von Acesulfam-K zeigt, rein qualitativ gesehen, den Einfluss eines von Kläranlagen beeinflussten Oberflächengewässers an.

Ergebnisse

Acesulfam-K konnte in einem relativ weiten Wertebereich von 20 ng/l bis maximal 250 ng/l nachgewiesen werden (siehe Abbildung 9). Die analytische Bestimmungsgrenze liegt bei 10 ng/l. Die Höhe der Konzentrationen steht in direkter Verbindung mit den Rhein-Uferfiltrat-Anteilen.

Die Acesulfam-Konzentrationen an den beiden Messstellen Mühlbach 1 und Mühlbach 2 liegen in einer vergleichbaren Größenordnung (220 bzw. 250 ng/l). Aus der Korrelation Sauerstoff-18 versus Acesulfam lässt sich der Acesulfam-Gehalt des Rhein-Uferfiltrats bzw. Rheinwassers mit 370 bis 430 ng/l abschätzen, was sehr gut mit den aktuell an der Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RÜS) gemessenen Werten übereinstimmt. Auf Basis der Korrelationen aus Sauerstoff-18 / Acesulfam, Sauerstoff-18/Tritium und Acesulfam/Tritium lässt sich für den Mühlbach 1 und Mühlbach 2 Rhein-Uferfiltrat-Anteile von 60 bzw. 65 % abschätzen. Der Einfluss der Kläranlage spielt hier keine Rolle, da die Einleitung derselben unterhalb der Probestelle liegt.

Aufgrund der bereits in Kapitel 3.2.5 postulierten infiltrierenden Verhältnisse entlang des Mühlbachs konnte für die GWM 3/20m flach auf Basis der Korrelationen ein Rhein-Uferfiltrat-Anteil von etwa 35 % abgeschätzt werden.

Auch in der GWM 2 mittel liegen die Anteile an Rhein-Uferfiltrat-Anteile noch in der Größenordnung von etwa 10 bis 15 %, bzw. etwa 5 % in der GWM 062/065-7.

Die infiltrierenden Verhältnisse des Mühlbachs auf den oberen Bereich des Grundwassers können somit belegt werden, was auch die Werte von Bor anzeigen. Die am Mühlbach gemessenen Borgehalte liegen zwischen 20 und 31 µg/l. In den Messstellen wurden ähnlich hohe Werte gemessen.

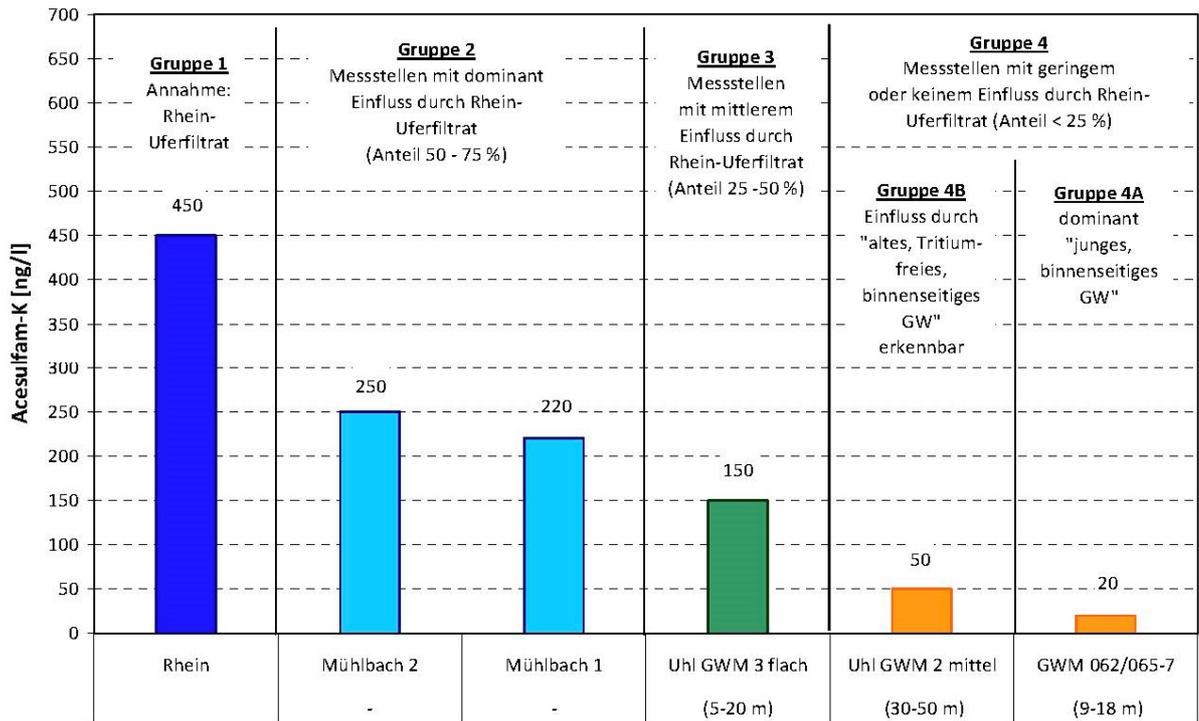


Abbildung 9: Ergebnisse der Acesulfam-K-Analysen

3.5.5 Zusammenfassung und vernetzende Auswertung

Für die vernetzenden Auswertungen wurden die untersuchten Parameter Sauerstoff-18, Tritium, Acesulfam-K, spezifische elektrische Leitfähigkeit, Hydrogenkarbonat, Chlorid, Sulfat und Bor jeweils untereinander in Bezug gebracht (siehe hierzu die Anlagen im Bericht von Hydroisotop). Damit wird versucht die Komponenten zu bestimmen bzw. zuzuordnen.

Komponente 1: Rheinuferfiltrat (ohne direkte Referenz)

Die Komponente „Rhein-Uferfiltrat jung“ ist durch vergleichsweise hohe Tritiumgehalte aufgrund der Einleitung Tritium haltiger Abwässer der oberstromig von Altenheim gelegenen Atomkraftwerke geprägt (etwa 14 - 15 TU). Zusätzlich ist das „junge Rhein-Uferfiltrat“ durch hohe Acesulfam-Konzentrationen gekennzeichnet (370 bis 450 ng/l). Der Chloridgehalt ist hingegen unauffällig (10-20 mg/l). Die isotopisch sehr „leichten“ Sauerstoff-18-(Mittelwert: -10,8 ‰) und Deuterium-Gehalte (Mittelwert: -76,4 ‰), die das deutlich höher liegende Einzugsgebiet des Rheins belegen, ermöglichen eine sehr gute Unterscheidung gegenüber den binnenseitigen Grundwässern.

Ergänzender Hinweis des Unterzeichners zu Komponente 1

Die im Jahr 2013 durchgeführten Isotopenanalysen in den zwei Grundwassermessstellen südlich des Baggersees Dreibauerngrund II könnten als Referenz angeführt werden. So wurden die dort stark erhöhten Tritiumgehalte eindeutig auf Einflüsse von Rhein-Uferfiltrat zurückgeführt. Die Ergebnisse der Sauerstoff-18- und Deuterium-Gehalte für beide Messstellen zeigen ebenfalls markante Einflüsse durch Rhein-Uferfiltrat im Bereich von 90-100 %. Der Nachweis von Acesulfam-K an den beiden Grundwasserproben zeigte, rein qualitativ gesehen, den deutlichen Einfluss eines durch Kläranlagen beeinflussten Oberflächengewässers an, was hier der Rhein darstellt. Die Ergebnisse zum Acesulfam-K bestätigen somit die aus den Tritium-, Sauerstoff-18- und Deuterium-Untersuchungen abgeleiteten hohen Rhein-Uferfiltrat-Anteile.

Komponente 4A: binnenseitiges Grundwasser jung: Referenz GWM 62/065-7

Diese Komponente ist in ihrer reinen Form frei von Abwassereinflüssen (Acesulfam-K: < 10 ng/l), und lässt sich somit hydrochemisch nicht von der Komponente „binnenseitiges GW alt“ unterscheiden. Isotopisch ist das „binnenseitige GW jung“ vom „binnenseitigen GW alt“ durch die höheren Tritiumgehalte und somit durch die höheren Anteile an „jungen“ Grundwasserkomponenten zu unterscheiden (siehe auch Abbildung 8). Die Sauerstoff-18-(Mittelwert: -8,1 ‰) und Deuterium-Gehalte (Mittelwert: -54 ‰) liegen in einer vergleichbaren Größenordnung, was auf eine vergleichbare Grundwasserneubildungshöhenlage im Oberrheingraben hindeutet. Der Gehalt an Tritium ist bei der Referenzmessstelle 062/065-7 mit $6,7 \pm 0,5$ TU etwas gering, was die Beteiligung einer Tritiumfreien, > 60 Jahre alten Grundwasserkomponente nicht ausschließt.

Komponente 4B: binnenseitiges Grundwasser alt; ohne Referenz

Für die Komponente „binnenseitiges Grundwasser alt“ konnte keine „reine“ Referenzmessstelle erfasst werden (wobei Uhl GWM 1 tief etwa 65 % der Komponente 4B aufweist). Das Tiefenwasser sollte frei von Acesulfam-K sein (< 10 ng/l). Die Chlorid-Gehalte liegen auf einem Niveau von etwa 35 bis 40 mg/l. Isotopisch ist das „alte binnenseitige Grundwasser“ durch vergleichsweise schwere Sauerstoff-18- (Mittelwert: -8,3 ‰) und Deuterium-Gehalte (Mittelwert: -57 ‰) geprägt, was typisch für im Oberrheingraben neugebildetes Grundwasser ist. Markante Anteile von in höheren Lagen des Schwarzwalds neugebildeter Grundwässer und/oder Einflüsse von Rhein-Uferfiltrat sind nicht angezeigt.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass im Bereich des bis 40 m Tiefe geplanten Baggersees überwiegend Grundwasser der Komponenten 1, Rheinuferfiltrat (durch Mühlbachinfiltration) und binnenseitiges Grundwasser erschlossen werden.

3.6 Messungen am Wacholderrain- und Haassee

Die Analysen und Tiefenprofilmessungen an den nur 4 bzw. 5 m tiefen Seen wurden vom Büro Spang, Fischer, Natzschka am 28.09.2016 und 20.03.2017 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 13 – 16 aufgelistet und in Abbildungen 10 und 11 dargestellt. Die Wasseranalysen (Seemitte) hierzu sind in Tabelle 17 und 18 aufgelistet.

Tabelle 13: Messungen Wacholderrainsee am 28.09.2016

Tiefe [m]	Temperatur [°C]	O ₂ [mg/l]	Leitfähigkeit µS/cm	pH
0	19,9	12,5	414	7,6
1	19,8	12,5	414	7,5
2	19,7	12,3	413	7,5
3	19,6	12,3	415	7,5
4	17,2	0,6	648	7,2
5	15,6	0,1	738	7,1

Tabelle 14: Messungen Wacholderrainsee am 20.03.2017

Tiefe [m]	Temperatur [°C]	O ₂ [mg/l]	Leitfähigkeit µS/cm	pH
0	10,8	11,6	540	8,0
1	10,7	11,5	540	8,0
2	10,7	11,5	540	8,0
3	10,7	11,5	540	8,0
4	10,6	11,3	541	8,0
5	10,2	0,8	600	7,2

Tabelle 15: Messungen Haassee am 28.09.2016

Tiefe [m]	Temperatur [°C]	O ₂ [mg/l]	Leitfähigkeit µS/cm	pH
0	19,8	7,8	401	7,7
1	19,3	7,1	402	7,6
2	19,2	6,5	404	7,6
3	19,1	6,0	404	7,6
4	18,8	0,3	449	7,5

Tabelle 16: Messungen Haassee am 20.03.2018

Tiefe [m]	Temperatur [°C]	O ₂ [mg/l]	Leitfähigkeit µS/cm	pH
0	10,7	10,5	464	8,1
1	10,6	10,5	463	8,1
2	10,4	10,4	463	8,0
3	10,3	10,3	464	8,0
4	10,1	9,2	466	7,9

Wacholderrainsee

In der Messung im September 2016 am Ende der Seestagnation kann eine deutliche Temperaturschichtung festgestellt werden. Auch die Sauerstoffkonzentration zeigt deutlich höhere Konzentrationen bis 3 m Tiefe. Der pH-Wert fällt leicht ab, bei der Leitfähigkeit ist eine starke Zunahme ab 3 m gemessen worden. Die Messungen im März am Ende der Zirkulation zeigen nur geringe Änderungen der Werte bei 5 m Tiefe, bzw. über Grund.

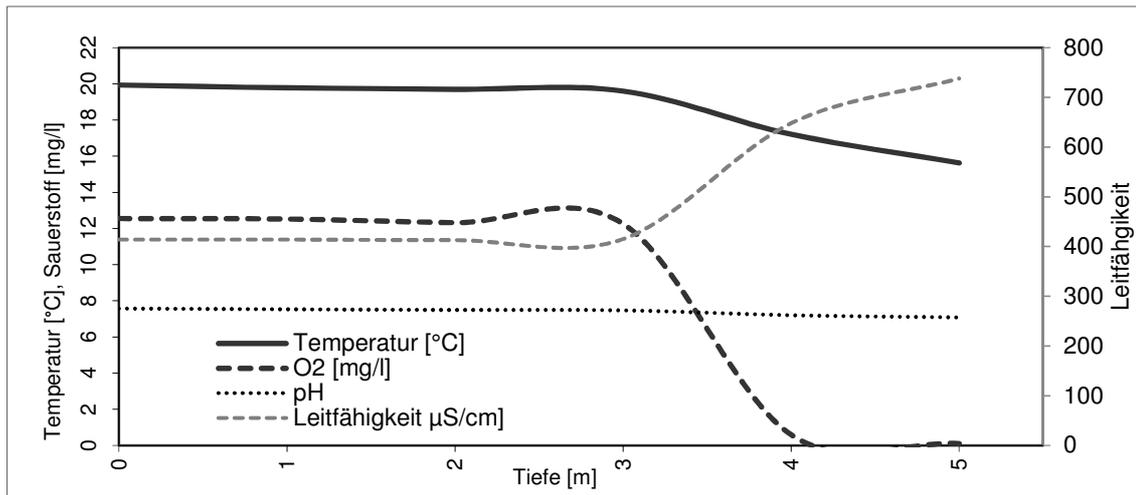


Abbildung 10: Messungen Wacholderrainsee am 28.09.2016

Haassee

Hier ist die Veränderung der Werte zur Tiefe ähnlich wie beim Wacholderrainsee. Auch im September am Ende der Seestagnation kann eine deutliche Temperaturschichtung und ein Abfallen der Sauerstoffkonzentration ab 3 m Tiefe beobachtet werden. Der pH-Wert ist fast konstant. Die Leitfähigkeit nimmt ab 3 m etwas zu. Bei den Messungen im März 2017 am Ende der Zirkulation sind die Unterschiede im Tiefenverlauf kaum ausgeprägt.

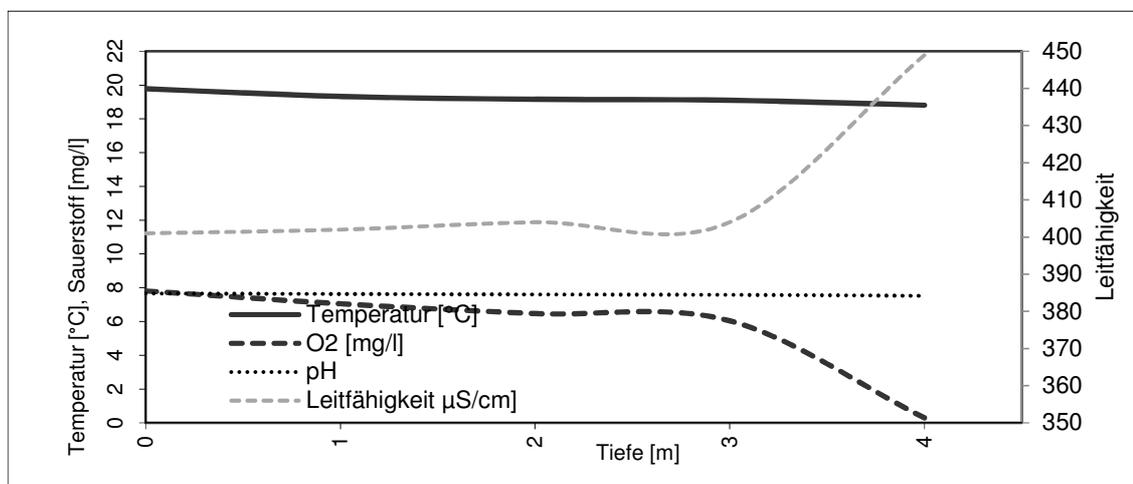


Abbildung 11: Messungen Haassee am 28.09.2016

Tabelle 17: Hydrochemische Analysen Wacholderrainsee

		Mischprobe Epilimnion	Probe über Grund	Mischprobe Tiefenprofil
Probenahmedatum		28.09.2016		20.03.2017
Parameter	Maßeinheit			
Temperatur	°C	19,8	15,6	10,6
pH-Wert		7,5	7,1	7,9
O ₂ -Gehalt	mg/l	12,4	0,0	9,7
Leitfähigkeit	µS/cm	414	738	550
Chlorophyll a	µg/l	4,1		
Gesamthärte	mmol/l	1,53	3,03	2,55
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	2,89	6,97	4,46
Silicium	mg/l	3,8	12	3,60
Gesamt-P (TDP)	mg/l	<0,01	<0,01	0,021
ortho-Phosphat-P	mg/l	<0,01	<0,1	0,01
Nitrat	mg/l	<0,5	<0,5	1,8
Nitrat-N *	mg/l	<0,113	<0,113	0,41
Nitrit	mg/l	0,01	<0,01	0,03
Nitrit-N *	mg/l	0,003	<0,003	0,009
Ammonium	mg/l	<0,03	2,3	0,11
Ammonium-N *	mg/l	<0,023	1,79	0,085
Chlorid	mg/l	26	33	22
Calcium	mg/l	46	100	87
Sulfat	mg/l	35	8,3	42
Schwefelwasserstoff	mg/l		4,0	<0,1
Eisen	mg/l	0,012	0,035	0,02
Mangan	mg/l	<0,005	0,08	0,002
Kalium	mg/l	1,7	4,2	4,0
Natrium	mg/l	15	17	16
Magnesium	mg/l	9,2	11	9
Oxidierbarkeit	mg/l	<1	4,1	0,6
DOC	mg/l	3,1	1,9	4,80
Sichttiefe	m	5,2		3,4
Farbe		farblos	farblos	farblos
Geruch		ohne	stark faulig	ohne
Trübung		keine	keine	keine

Tabelle 18: Hydrochemische Analysen Haassee

		Mischprobe Epilimnion	Probe über Grund	Mischprobe Tiefenprofil
Probenahmedatum		28.09.2016		20.03.2017
Parameter	Maßeinheit			
Temperatur	°C	19,3	18,8	10,4
pH-Wert		7,6	7,5	8,0
O ₂ -Gehalt	mg/l	6,8	0,3	10,2
Leitfähigkeit	µS/cm	403	449	464
Chlorophyll a	µg/l	2,4		
Gesamthärte	mmol/l	1,55	1,67	2,06
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	3,32	3,59	3,88
Silicium	mg/l	4,0	4,5	1,70
Gesamt-P (TDP)	mg/l	<0,01	<0,01	0,010
ortho-Phosphat-P	mg/l	<0,01	<0,01	0,01
Nitrat	mg/l	<0,5	<0,5	1,0
Nitrat-N *	mg/l	<0,113	<0,113	0,23
Nitrit	mg/l	<0,01	0,01	0,02
Nitrit-N *	mg/l	<0,003	0,003	0,006
Ammonium	mg/l	<0,03	0,07	0,12
Ammonium-N *	mg/l	<0,023	0,055	0,093
Chlorid	mg/l	22	24	18
Calcium	mg/l	50	55	71
Sulfat	mg/l	21	20	25
Schwefelwasserstoff	mg/l		<0,1	<0,1
Eisen	mg/l	0,019	0,053	0,025
Mangan	mg/l	0,0068	0,16	0,02
Kalium	mg/l	2,6	3,4	4,1
Natrium	mg/l	17	17	17
Magnesium	mg/l	7,4	7,5	7
Oxidierbarkeit	mg/l	<1	<1	0,5
DOC	mg/l	2,1	1,7	4,00
Sichttiefe	m	4,3		4,0
Farbe		farblos	farblos	farblos
Geruch		leicht faulig	leicht faulig	ohne
Trübung		keine	keine	keine

3.7 Grundwasservorranggebiete, Wasserschutz- und Überschwemmungsgebiete

Im Bereich des Untersuchungsgebiets und unterstromig davon sind keine relevanten Wasserschutzgebiete ausgewiesen. Überschwemmungsgebiete sind ebenfalls keine ausgewiesen. Das gesamte, ursprünglich vorhandene Grundwasserschongebiet ist aufgehoben. Diese Zonen wurden ersetzt durch Vorranggebiete zur Sicherung von Wasservorkommen. Im relevanten Untersuchungsgebiet sind keine entsprechenden Gebiete ausgewiesen.

3.8 Natur- und Landschaftsschutzgebiete

Der geplante Aufschlussbereich liegt innerhalb eines Vogelschutzgebiets. Gemäß Datenerhebung LUBW sind keine Naturschutz-, FFH- und Landschaftsschutzgebiete in der weiteren Umgebung vorhanden (Details hierzu siehe UVS).

3.9 Altlasten und Altablagerungen

Die im weiteren Umfeld des Sees vorhandenen Altlastverdachtsflächen sind aus Anlage 5 ersichtlich. In Tabelle 19 sind die altlastenverdächtige Flächen im Untersuchungsgebiet aufgeführt. Süd- und nordwestlich des gepalteten Baggersees sind sechs Altablagerungen aktenkundig. Im Bereich des geplanten Neuaufschlusses befinden sich keine relevanten Flächen.

Tabelle 19: Liste der altlastenverdächtiger Flächen Gemeinde Neuried

Name	Flächen-Nr.	Art	BN	HB
AA Fohlenweide Nord	00226-000	Altablagerung	1	B
AA Sauköpfe	03600-000	Altablagerung	1	B
AA Murauel	03593-000	Altablagerung	1	A
AA Im Gewinn Murauel	03592-000	Altablagerung	1	B
AA Unterlehnerhein	03602-000	Altablagerung	1	A
AA Fohlenweide Süd	00225-000	Altablagerung	3	B

- AA = Altablagerung
- AS = Altstandort
- BN = Beweismiveau
- HB = Handlungsbedarf
- A = ausscheiden
- B = belassen
- E = erkunden

4. Beschreibung der Auswirkungen des Vorhabens

Nachfolgend wird eine zusammenfassende Beurteilung des Abbauvorhabens bzw. seiner Auswirkungen auf das Schutzgut Grundwasser in Anlehnung an die Grundsätze des Leitfadens „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft – Empfehlungen für die Planung und Genehmigung des Abbaus von Kies und Sand“ der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2004), vorgenommen.

Als relevanter Eingriff in das Schutzgut Grundwasser ist die Anlage eines Baggersees zu beurteilen. Die maximale Längserstreckung des geplanten Baggersees in Grundwasserfließrichtung beträgt ca. 630 m, die maximale Breite ca. 770 m. Die geplante Abbautiefe soll ca. 40,0 m erreichen und findet somit ausschließlich im OGWL statt. Als möglicher betroffener Zwischenhorizont ist der im nördlichen Bereich des geplanten Abbaus einsetzende Zwischenhorizont FH3 zu nennen. Die geplante Abbaufäche hat eine Größe von ca. 25,6 ha.

4.1 Ermittlung des zukünftigen Seewasserspiegels

Auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten der vorhandenen Grundwassermessstellen im Bereich des ober- und unterstromigen geplanten Aufschlusses, kann die Höhe des zukünftigen Seewasserspiegels ermittelt werden. Gemäß Tabelle 6 kann die mögliche zukünftige Wasserspiegellage bei Mittelwasserverhältnissen bei ca. 142,0 m + NN angegeben werden. Gemäß Tabelle 6 ist von einem Schwankungsbereich analog zu der Grundwassermessstelle 139/065-1 von mindestens ca. 1,12 m auszugehen. Entsprechend kann der Höchstwasserstand mit ca. 142,88 m+NN und der Niedrigwasserstand mit ca. 141,74 m+NN angenommen werden.

4.2 Berechnung der Seespiegelkipfung

Der Wasseraustausch bei Baggerseen erfolgt über das zu- und abströmende Grundwasser, wobei der Wasserdurchfluss von den hydraulischen Kennwerten des umgebenden Grundwasserleiters und des Kolmationsgrades des Sees abhängt. Durch die Freilegung des Grundwassers bei Nassabbaufächen, kommt es durch die Ausspiegelung der Grundwasseroberfläche und des dadurch entstehenden hydraulischen Potentialunterschiedes zwischen Grundwasser und Seewasser am oberstromigen Ufer zu einer Absenkung und am unterstromigen Ufer zu einer Aufhöhung des Grundwasserstandes. Die sogenannte Kippungslinie ist der Bereich, wo Grund- und Seewasserspiegel die gleiche Höhe aufweisen, bzw. wo die Absenkung und Aufhöhung getrennt werden.

Der Betrag dieser Kippung nimmt mit zunehmender Entfernung vom See ab. Die Entfernung, bei der keine Aufhöhung oder Absenkung mehr feststellbar ist, wird maximale

Reichweite (R) genannt. Die Entfernung, bei der 90% der Aufhöhung/Absenkung abgeklungen ist, wird als R_{90} -Wert bezeichnet. In nachfolgender Abbildung werden die hydraulischen Verhältnisse im Umfeld eines Baggersees schematisch dargestellt.

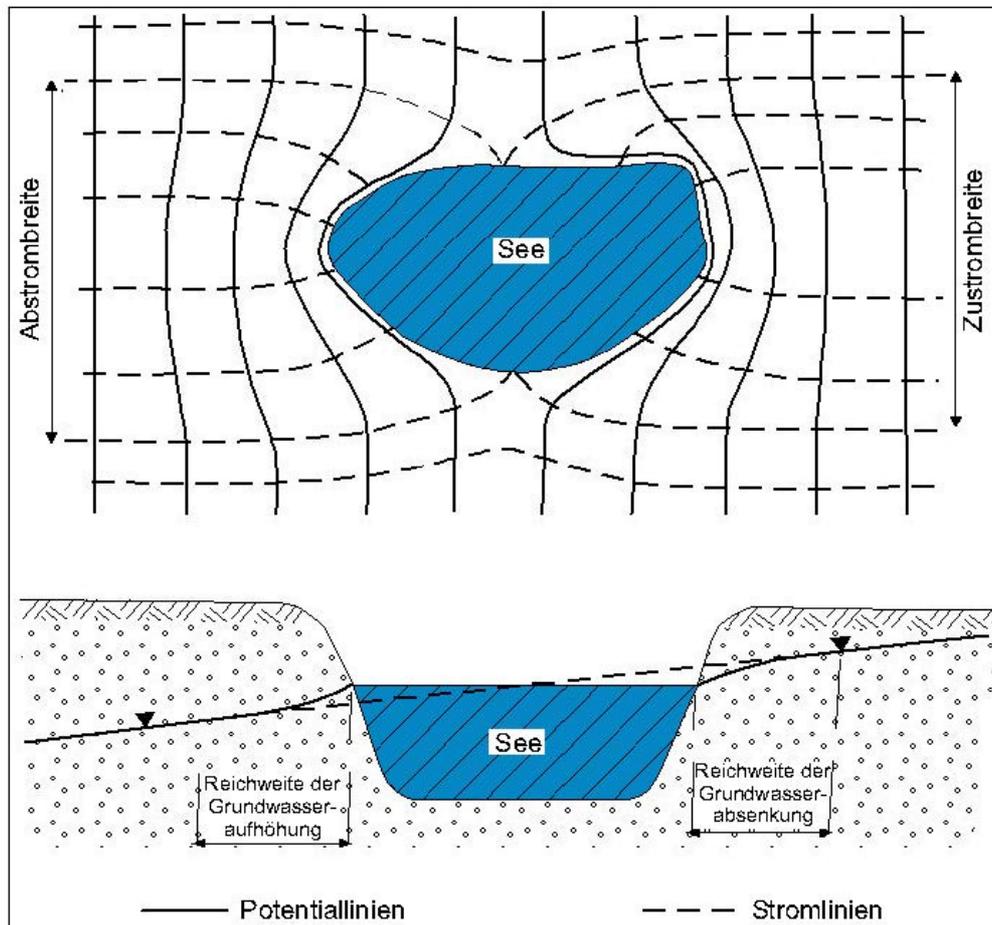


Abbildung 12: Hydraulische Verhältnisse im Umfeld eines Baggersees (aus LFU 2004)

Bei wenig abgedichteten Seen ist der Betrag der Absenkung H_o und der Aufhöhung H_u gleich, und lässt sich gemäß LfU (1981, S. A-12) mit folgender Formel berechnen.

$$H_o = H_u = 0,5 \cdot L \cdot i_0$$

wobei H_o = Absenkung oberstromig

H_u = Aufhöhung unterstromig

L = Länge des Sees in Grundwasserfließrichtung 630 m

i_0 = Gefälle der Grundwasseroberfläche

Bei mittleren Grundwasserverhältnissen mit einem mittleren Gradienten von ca. 0,001 im Umfeld des Sees, ergibt sich rechnerisch ein ober- und unterstromiger Kippungsbetrag von ca. 0,31 m für den zukünftigen See.

Die maximale Reichweite (R) der Grundwasserstandsänderung verursacht durch den Kippungsbetrag im Umfeld des geplanten Sees lässt sich nach LÜBBE (in LfU 1981) mit ca. 108 m angeben. Dabei werden ca. 90% der seebedingten Grundwasserstandsänderung schon wieder in einer Entfernung von ca. 47 Metern vom Seeufer abgebaut. Für höhere und niedrigere Grundwasserstände wird von einem unveränderten bzw. ähnlichen Gradienten des Grundwasserspiegels ausgegangen.

4.3 Veränderung der Grundwasserhydraulik

Durch den geplanten Aufschluss kommt es zu einer Veränderung der hydraulischen Verhältnisse im Umfeld der dann freien Wasserfläche. Der geplante Aufschluss wird eine Gesamterstreckung in Grundwasserfließrichtung von ca. 630 m aufweisen. Das hat eine Kippung des Wasserspiegels und damit entsprechende Wasserstandsveränderungen am Süd- und Nordende des Sees zur Folge. Gemäß der Formel in Kapitel 4.2 wird es zu einem Kippungsbetrag von ca. 0,31 m kommen, was zu einer Veränderung des Fließgeschehen im nahen Umfeld des geplanten Sees führt.

Anlage 3.1 zeigt einen Grundwassergleichenplan bei relativen Mittelwasserverhältnissen im Istzustand. Anlage 4 zeigt die Veränderung der Grundwasserhöhengleichen und den Zu- und Abstrombereich bei Freilegung der Grundwasseroberfläche im Rahmen des geplanten Aufschlusses. Die Grundwasserfließrichtungen im Nahbereich südlich und nördlich des geplanten Sees werden durch die bedingte Kippung der Wasserfläche entsprechend zum See hin, bzw. von diesem weg abgelenkt. Der Zustrombereich des geplanten Baggersees erreicht eine Breite von ca. 1.100 m. Ca. 80 % dieses Bereiches liegen im Einfluss- bzw. Infiltrationsbereich des Mühlbachs. Der nördliche Abstrombereich geht in den ca. 1,17 km entfernten Baggersee Altenheim/Kuhgrün über.

4.4 Wasserbilanz

Im Rahmen des Projektes *„Konfliktarme Baggerseen (KaBa)“*, wird hinsichtlich der Größenordnung der Wasserbilanzen auf starke regionale Schwankungen hingewiesen. Die ersten konkreten Zahlen wurden in einer Studie der LfU veröffentlicht (Kiesabbau aus der Sicht der Wasserwirtschaft, LfU 1981). Für den Bereich der Oberrheinebene wird darin die Bilanz meistens negativ dargestellt, und im Jahresmittel mit ca. minus 8 l/s*km² angegeben.

Aufgrund der inzwischen besseren Datenlage (REGNIE Daten 2007, WaBoA), kann die Wasserbilanz im Bereich des geplanten Sees aktuell besser abgeschätzt werden. Entsprechend der Formel für die Wasserbilanz wird das Mittel des langjährigen Niederschlages (1931-1960), die Verdunstung auf einer freien Wasserfläche und die Grundwasserneubildung vor Freilegung des Grundwasserspiegels benötigt. Die zu ermittelnde maßgebliche Auswirkung durch den geplanten Baggersee ist die Differenz der Grundwasserneubildung im Ist- zum Planzustand.

Das Mittel des langjährigen Niederschlages wird mit ca. 850 mm/a ($26,9 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$) angegeben. Die mittlere jährliche potentielle Verdunstung auf einer freien Wasserfläche kann für vergleichbare Bereiche gemäß den Daten des WaBoA mit ca. 600 mm/a ($19,0 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$) angegeben werden. Damit lässt sich die Neubildung für eine offene Wasserfläche zu ca. 250 mm/a ($7,9 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$) abschätzen (Niederschlag minus Verdunstung).

Für den Istzustand wird die Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Bereich des geplanten Baggersees im WaBoA mit ca. 200 mm/a ($6,3 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$) angegeben. Somit würde eine positive Bilanz von ca. 50 mm/a ($1,6 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$) entstehen. Durch die geplante Anlage des Baggersees mit einer Fläche von ca. 25,6 ha würde somit eine rechnerische Erhöhung der lokalen Grundwasserneubildung von ca. 0,41 l/s entstehen.

Bei dieser Bilanz wurden die bereits vorhandenen zwei kleineren Seen mit einer Gesamtfläche von ca. 6,8 ha noch nicht berücksichtigt. Da diese Seen bereits im Istzustand zu einer etwas höheren Grundwasserneubildung beitragen, beträgt die positive Bilanz für den Planzustand noch 0,30 l/s (ca. $9.460 \text{ m}^3/\text{a}$).

Zusätzliche Seewasserentnahmen für die Kieswäsche erfolgen nicht, da die Aufbereitung des gefördert Materials im Bereich des bestehenden Kieswerks Dreibauerngrund erfolgt. Es ergibt sich also kein Verbrauch bzw. Verlust von Grundwasser im Bereich des geplanten Kieswerkes. Es ist daher von keiner Verschlechterung des quantitativen Zustandes des Grundwasservorkommens auszugehen.

4.5 Grundwasserzustrom – Wasseraustauschrate

Die vereinfachte Abschätzung des Grundwasserzustroms in den See bei Mittelwasserhältnissen (unter Annahme geringer bis keiner Abdichtung) kann nach der Formel von DARCY

$$Q \text{ (Wassermenge)} = k_f \cdot i_o \cdot A$$

mit folgenden geohydraulischen Parametern vorgenommen werden:

Grundwassergefälle i_o :	0,001
kf-Wert:	0,00118 m/s (OGWL bis 50 m Tiefe)
Eintrittsfläche A:	ca. 55.000 m^2 (50 m x 1.100 m, südlicher Zustrombereich)

Für A wurden dabei die oberstromige Zustrombreite zum See und eine wirkungsrelevante Tiefe bis ca. 50,0 m angesetzt. Es wird bei der Ermittlung der Zustrombreite bzw. der Seelängen von einer nördlichen Strömung ausgegangen. Demnach ergibt sich bei mittleren Grundwasserständen ein Grundwasserzustrom für den See von ca. 65 l/s. Gemäß LUBW 2004 (Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft Kapitel 2.6) lässt sich die relative Wasseraustauschrate des Sees mit ca. 111 l/s abschätzen.

4.6 Grundwasserstockwerke

Durch die geplante Anlegung des Baggersees sollen die kiesigen Sande und sandigen Kiese des Oberen Grundwasserleiters (OGWL) bis 40 m Tiefe abgebaut werden. In der vorhandenen tiefen Bohrung GWM 1 /90 m wurde von 28,0 – 29,40 m ein schluffig-toniger Zwischenhorizont (FH3) erschlossen. In der südlichen Bohrung GWM 2/50 m wurde dieser Horizont nicht mehr angetroffen. Es ist somit nicht davon auszugehen, dass hydraulische wirksame Zwischenhorizonte flächenhaft vorliegen, die den Oberen Grundwasserleiter von Unteren Grundwasserleiter trennen. Der Zwischenhorizont FH3 ist vermutlich nur linsenartig lokal im Nördlichen Bereich des geplanten Sees anzutreffen. Die in der 20 m und 50 m tiefen Grundwassermessstelle gemessenen Potentiale sind nahezu identisch. Während der Pumpversuche konnten jeweils gegenseitige Reaktionen des Wasserspiegels in den genannten Messstellen beobachtet werden. Durch die geplante Anlage des Baggersees werden also keine flächenhaft vorliegenden hydraulisch wirksamen Trennschichten entfernt.

Es ist möglich, dass das Grundwasser innerhalb der tieferen Schichten im nördlichen Bereich unter dem gering leitenden Zwischenhorizont lokal gespannt ist und ein etwas höheres Potenzial als der oberste Grundwasserleiter (Ortenau-Formation oberer Bereich) hat. Dadurch können die tieferen Wässer bei Entfernung des Zwischenhorizontes in den oberen Bereich aufsteigen, was eine Durchmischung von tieferem und oberflächennahem Grundwasser zur Folge hat. Auf Grund der hydrochemischen Beschaffenheit der einzelnen Grundwasserstockwerke sind negativen Auswirkungen äußerst unwahrscheinlich, da die Unterschiede zwischen den einzelnen Grundwasserstockwerken relativ gering sind.

4.7 Salzgehalte

Die aktuell gemessenen Chlorid- und Sulfatgehalte in den vorhandenen Grundwassermessstellen haben keine eindeutigen Hinweise auf eine stark zunehmende Tiefenversalzung gegeben. Auf den Rhein zurückzuführende erhöhte Chloridgehalte werden nicht vermutet. Die Ursache der Chloridgehalte ist auf das binnenseitige bzw. z.T. stark landwirtschaftlich genutzte Einzugsgebiet zurückzuführen. Die im Bereich der geplanten Aufschlußtiefe gemessenen Konzentration von Chlorid liegen bei 30 – 45 mg/l. Daher wird

davon ausgegangen, dass es durch den geplanten Aufschluss zu keiner wesentlichen Änderung der Salzkonzentrationen im Abstrom des geplanten Sees kommen wird.

4.8 Oberflächenwasserzufluss

Oberflächenwasserzuflüsse in den geplanten See sind nicht vorhanden bzw. nicht vorgesehen. Der See liegt in keinem ausgewiesenen Überschwemmungsgebiet. Wie bereits in Kapitel 3.2.5 erläutert herrschen entlang des Mühlbachs infiltrierende Verhältnisse. Die Abschätzung der Infiltrationsraten ergab im Zustrombereich des Sees Werte von ca. 0,07 l/s*m (Mühlbach 1 – Mühlbach 2).

4.9 Grundwasserfließgeschwindigkeit

Die mittlere Fließgeschwindigkeit v_o (Abstandsgeschwindigkeit) des Grundwassers des OGWL im ober- und unterstromigen Bereich des geplanten Sees wird sich außerhalb der Reichweite der Absenkung bzw. Erhöhung verursacht durch die Seespiegelkipfung nicht verändern.

4.10 Wechselwirkung Polder Altenheim

Die Eckdaten des Polders Altenheim wurden in Kapitel 3.2.6 bereits vorgestellt. Gemäß Hinweis im Protokoll zum Scoping-Termin liegt der geplante Aufschluss für den Nassabbau von Kies in dem Bereich in dem die Grundwasserstände vom Rückhalteraum beeinflusst werden. Die Anstiege des Grundwasserspiegels im Istzustand (ohne Anlage des Baggersees) werden auf der gesamten Länge der Binnenseite der Dämme in unterschiedlicher Höhe erwartet. Von der Behörde wurde u.a. um eine Beurteilung gebeten, ob sich die Grundwasserstände am Südrand von Altenheim nachteilig verändern, bzw. ob dort eventuell höhere Wasserstände zu erwarten wären.

Durch die Anlage des Baggersees kommt es zu einer Kippung/Ausspiegelung der Wasseroberfläche und damit zu entsprechenden Wasserstandsveränderungen am Süd- und Nordende des Sees. Der Kippungsbetrag wurde zu ca. 0,31 m berechnet. Es kommt also am oberstromigen südlichen Ufer zu einer Absenkung und am unterstromigen Ufer zu einer Aufhöhung des Grundwasserstandes. In südlicher Richtung hin sind also durch die dort zu erwartende Absenkung eher günstigere Auswirkungen in Bezug auf das Siedlungsgebiet von Altenheim gegeben.

Durch die Aufhöhung des Wasserspiegels im abstromigen Bereich kann es innerhalb der Reichweite (108 m) derselben zu höheren Wasserständen als im Istzustand kommen. Ein weiterer positiver Effekt der im Zusammenhang mit der Anlage des Baggersees

und dem Poldereinstau erwartet werden kann, ist die Pufferwirkung des Baggersees. Durch die Kiesentnahme entsteht ein erhöhtes verfügbares Volumen für den Sickerwasseranfall. Durch die Anlage des Baggersees können also nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasserfließgeschehen und die Grundwasserstände im Bereich der Ortschaft von Altenheim ausgeschlossen werden.

4.11 Altablagerungen

Die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Altlasten bzw. Altablagerungen wurden bereits in Kapitel 3.9 beschrieben. Im Bereich des geplanten Neuaufschlusses sind keine Flächen vorhanden. Gemäß Information des Landratsamt Ortenaukreis handelt es sich bei der im südlichen Zustrom zum geplanten See liegenden Altablagerung "Im Gewann Murauel, Nr. 03592" (siehe Anlage 4 und 5) um eine ehemalige kleine Kiesgrube, die mit Hausmüll und Bauschutt verfüllt wurde. Die aktuelle Einstufung (Beweisniveau) der Fläche ist BN1 = Belassen zur Wiedervorlage – Kriterium Anhaltspunkte, derzeit keine Exposition.

Am Westrand des nördlichen Abstrombereichs aus dem geplanten See liegt die Altablagerung "Unterlehnerhein, Nr. 03602" (siehe Anlage 4 und 5). Auch hier handelt es sich um eine ehemalige kleine nur 2 m tiefe Kiesgrube, die mit Aushub verfüllt wurde. Die aktuelle Einstufung (Beweisniveau) der Fläche ist A = Ausscheiden und Archivieren.

Da diese und auch die anderen Flächen nicht im Bereich der durch die Anlage des Baggersees verursachten oberstromigen Absenkung und unterstromigen Erhöhung des Grundwasserspiegels liegen, können vorhabensbedingte Auswirkungen auf diese Altablagerungen ausgeschlossen werden.

5. Abschließende Bewertung

Nachfolgend erfolgt eine Zusammenfassung des Eingriffs und der Bewertung möglicher Auswirkungen auf Basis der vorhandenen Daten. Durch die Anlage des Baggersees bis in 40 m Tiefe werden keine flächenhaft vorhandenen hydraulisch wirksame Trennschichten entfernt. Eine nachteilige Veränderung der geohydraulischen Verhältnisse im Umfeld und der hydrochemischen Verhältnisse im Abstrombereich sind nicht wahrscheinlich.

Aufgrund der zur Tiefe hin nur gering zunehmenden Chloridgehalte und der Begrenzung der Abbautiefe auf 40 m sind keine aufsteigenden salinaren Tiefenwässer angezeigt. Durch die Zuflüsse aus dem Infiltrationsbereich des Mühlbachs zum See hin sind keine signifikanten nachteiligen Auswirkungen gegeben. Mit den isopenhydrologischen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass im Bereich des bis 40 m Tiefe geplanten

Baggersees überwiegend Grundwasser der Komponenten Rheinuferfiltrat (durch Mühlbachinfiltration) und binnenseitiges junges Grundwasser erschlossen wird.

Durch die Anlage des Sees ist eine Erhöhung der lokalen Grundwasserneubildung von ca. 0,3 l/s zu erwarten, sodass der quantitative Zustand des Grundwasservorkommens nicht beeinträchtigt wird. Zusätzliche Seewasserentnahmen für die Kieswäsche erfolgen nicht, da die Aufbereitung des geförderten Materials im Bereich des bestehenden Kieswerks Dreibauerngrund erfolgt. Es ergibt sich also kein Verbrauch bzw. Verlust von Grundwasser im Bereich des geplanten Baggersees. Auch eine Verschlechterung des qualitativen und quantitativen Zustands des Grundwasserleiters gemäß Vorgabe der Wasserrahmenrichtlinie kann als äußerst unwahrscheinlich eingestuft werden.

Weiterhin konnte festgestellt werden, dass sich die Anlage des Sees bzw. dessen Zustrombereich im Zusammenhang mit dem Poldereinstau nicht nachteilig auf die Wasserstände in der Ortslage von Altenheim auswirkt. Vielmehr ist durch die Anlage des Baggersees eine Pufferwirkung gegeben.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch die geplante Anlage des Baggersees im Bereich Wacholderrainsee und Haassee der Fa. Uhl Kies und Baustoffgesellschaft mbH auf Grundlage der vorhandenen Daten erhebliche nachteilige Auswirkungen auf das Schutzgut Grundwasser bei ordnungsgemäßem Betrieb ausgeschlossen werden können.

Tabelle 20: Brunnen und Grundwassermessstellen.

Lfd. Nr.	GW-Nr.	Bezeichnung	Art	RW	HW	GOK	MOK	Tiefe	Filter
1		DBGLL-2	GWM	3409669.5	5372990.4	143.73	144.78		
2		GWM Nord	GWM	3410617.2	5373169.5	0.00	145.03		
3		DBGII-1	GWM	3409671.0	5372992.3	143.73	144.65		
4		GWM Süd	GWM	3410761.7	5373325.1	0.00	144.69		
11		TB KLAERANLAGE ALTEN.	GWM	3411605.9	5372001.5	0.00	0.00		
12	100/065-9	3513 ALTENHEIM 1	GWM	3412376.0	5373472.0	142.95	143.60		
13	100/115-9	974 A KEHL GOLDSCHEUER	GWM	3413920.0	5373960.0	143.14	143.14	11	
14	101/065-3	3595 ALTENHEIM 2	GWM	3412325.0	5373072.0	143.37	143.91		
15	102/065-8	3155 ALTENHEIM 3	GWM	3411090.0	5372580.0	143.05	143.51		
16	103/065-2	3510 ALTENHEIM 4	GWM	3412231.0	5372572.0	143.46	144.45		
17	104/065-7	GWM 3594 ALTENHEIM 5	GWM	3412004.0	5372203.0	143.67	144.30	13	
18	105/065-1	3156 ALTENHEIM 6	GWM	3413742.0	5371849.0	145.22	145.11	8	
19	105/115-1	3466 ALTENHEIM 11	GWM	3413884.0	5373180.0	142.96	143.63	6	
20	107/064-9	972 A GOLDSCHEUER	GWM	3413086.0	5375586.0	141.14	141.14		
21	109/065-0	NEURIED ALTENHEIM	BR	3412063.0	5373838.0	142.29	143.19		
22	110/064-2	3088 A GOLDSCHEUER 1	GWM	3413110.0	5374563.0	143.03	142.91		
23	111/064-7	GWM 3751 GOLDSCHEUER	GWM	3411380.0	5374475.0	141.75	141.75		
24	112/064-1	3752 GOLDSCHEUER	GWM	3411347.0	5374504.0	141.97	143.05		
25	113/064-6	GWM 3753 GOLDSCHEUER	GWM	3411316.0	5374504.0	141.90	143.15		
26	114/064-0	3754 GOLDSCHEUER	GWM	3411289.0	5374553.0	142.54	143.74		
27	115/064-5	GWM 3755 GOLDSCHEUER	GWM	3411289.0	5374553.0	142.49	142.94		36-38
28	116/064-0	GWM KEHL GOLDSCHEU.	GWM	3411431.0	5374628.0	141.70	142.96		3,5-9,5
29	117/064-4	KEHL GOLDSCHEUER	GWM	3411395.0	5374654.0	141.93	142.90		
30	118/064-9	KEHL GOLDSCHEUER	GWM	3411750.0	5375081.0	140.83	141.98		
31	119/064-3	KEHL GOLDSCHEUER	GWM	3411690.0	5375125.0	141.51	142.63		
32	120/064-8	KEHL GOLDSCHEUER	GWM	3411766.0	5375210.0	141.77	142.66		
33	124/065-8	8/IV ALTENHEIM	GWM	3409502.0	5373059.0	143.53	145.04	10	
34	125/065-2	8/III ALTENHEIM	GWM	3409478.0	5371609.0	144.47	146.38		
35	129/064-9	8/V GOLDSCHEUER	GWM	3412150.0	5375168.0	142.02	142.50		
36	130/065-5	KEHL GOLDSCHEUER	GWM	3412760.0	5374150.0	142.46	143.46		
37	131/065-0	NEURIED ALTENHEIM	GWM	3412932.0	5373648.0	143.31	144.31		
38	132/065-4	NEURIED ALTENHEIM	GWM	3412478.0	5371732.0	144.69	145.72		
39	134/065-4	2 NEURIED	GWM	3411946.0	5373352.0	0.00	143.72	11	7,5-9,5
40	135/065-0	3 NEURIED	GWM	3412300.0	5373200.0	0.00	144.79	11	7,5-9,5
41	136/065-5	GWM 4 NEURIED	GWM	3413385.0	5373376.0	143.29	144.16	11	7,5-9,5
42	137/065-0	5 NEURIED	GWM	3413173.0	5372582.0	143.98	143.60	101	7,5-9,5
43	138/065-6	6 NEURIED	GWM	3411548.0	5372928.0	0.00	143.77	11	7,5-9,5
44	139/065-1	7 ALTENHEIM	GWM	3410366.0	5371824.0	143.92	144.68	11	7,5-9,5
45	144/114-7	3514 GOLDSCHEUER 2	GWM	3414044.0	5375560.0	141.22	141.77	65	8,3-12,1
46	145/064-1	GWM KEHL GOLDSCH.	GWM	3411460.0	5374419.0	141.60	142.64		5,5-6,5
47	146/064-6	KEHL GOLDSCHEUER	GWM	3412022.0	5374614.0	142.02	142.76		
48	152/064-3	KEHL GOLDSCHEUER	GWM	3412290.0	5374360.0	141.93	142.93		
49	153/064-8	GWM KEHL GOLDSCH.	GWM	3412533.0	5374540.0	141.33	142.33	10	
50	154/064-4	GWM 1 KLEMSBUCKEL	GWM	3412155.0	5375175.0	141.67	0.00		
51	155/064-0	GWM 2 (AL KLEMSBUCKEL)	GWM	3412135.0	5375375.0	141.61	0.00		
52	156/064-5	GWM 3 KLEMSBUCKEL	GWM	3412210.0	5375485.0	141.26	0.00		
53	157/064-0	GWM 4 KLEMSBUCKEL	GWM	3412285.0	5375380.0	140.59	0.00		
54	16/065-5	K 14 ALTENHEIM	GWM	3410703.0	5372601.0	143.19	144.17	11	5,6-9,1
55	160/065-1	GWM 1, Neuried-Altenheim	GWM	3411378.0	5373276.0	142.50	143.45	11	7,5-9,5

Fortsetzung Tabelle 13: Brunnen und Grundwassermessstellen.

Lfd. Nr.	GW-Nr.	Bezeichnung	Art	Rechtswert	Hochwert	GOK	MOK	Tiefe	Filter
56	161/064-4	FLB Stadt Kehl/Goldscheuer	GWM	3413385.0	5375387.0	0.00	0.00		
57	170/065-8	P Z6 ALTENHEIM (TIEF)	GWM	3410271.0	5372140.0	0.00	0.00		
58	171/065-3	P Z1 ALTENHEIM (TIEF)	GWM	3409561.0	5372930.0	0.00	0.00		
59	173/065-4	P B3 KULTURWEHR KEHL	GWM	3412080.0	5374070.0	0.00	0.00		
60	176/065-0	P18 RECHTER DAMM KWK	GWM	3410460.0	5373725.0	0.00	0.00		
61	177/065-6	P19 RECHTER DAMM KWK	GWM	3410435.0	5373635.0	0.00	0.00		
62	178/065-1	P20A RECHTER DAMM K	GWM	3411030.0	5373610.0	0.00	0.00		
63	179/065-7	P21 RECHTER DAMM KWK		3410240.0	5371625.0	0.00	0.00		
65	180/065-4	P22 RECHTER DAMM KWK		3410140.0	5371625.0	0.00	0.00		
66	185/065-1	ALTENHEIM		3411486.0	5371261.0	0.00	145.44		
67	186/064-4	P B5 KULTURWEHR KEHL	GWM	3412070.0	5374610.0	0.00	0.00		
68	187/065-2	POLDER I ALTENHEIM	GWM	3409502.0	5373059.0	0.00	0.00		
69	19/065-1	K 12 ALTENHEIM	GWM	3410795.0	5372377.0	143.50	143.80	11	5,5-9,8
70	200/064-8	P14 RECHTER DAMM KWK	GWM	3412230.0	5375670.0	0.00	0.00		
71	2000/065-2	GWM B1 FLACH	GWM	3413192.0	5372568.0	144.05	143.49	42	33-41
72	2004/065-4	GWM B1 MITTEL	GWM	3413192.0	5372568.0	144.05	143.43	73	64-72
73	2005/064-7	GWM 2	GWM	3413495.0	5375159.0	141.89	142.92	11	
74	2005/065-0	GWM B1 TIEF	GWM	3413192.0	5372568.0	144.05	143.34	113	102-112
75	2006/064-2	GWM	GWM	3413104.0	5374530.0	142.76	143.83	11	
76	2006/065-5	D 13 / Altenheim	BR	3410240.0	5373850.0	0.00	0.00		
77	201/064-3	P15 RECHTER DAMM KWK	GWM	3412325.0	5375650.0	0.00	0.00		
78	202/064-9	P16 RECHTER DAMM KWK	GWM	3412025.0	5374215.0	0.00	0.00		
79	2023/064-9	BR Sportfreunde Goldsch.	BR	3413769.0	5374756.0	0.00	0.00		
80	203/064-4	P17 RECHTER DAMM KWK	GWM	3412120.0	5374200.0	0.00	0.00		
81	2049/065-7	AA Fohlweide 00225 GWM4		3410150.0	5371825.0	144.10	145.07		
90	2078/065-0	BBR 3 Uhl Kies- u. Baustoffe	BR	3412151.0	5374147.0	0.00	0.00	12	
91	2079/065-6	BBR 2 Uhl Kies- u. Baustoffe	BR	3412243.0	5374147.0	0.00	0.00	8	
92	2095/064-4	BBR 1 Uhl Kies- u. Baustoffe	BR	3412238.0	5374208.0	0.00	0.00		
93	2095/114-0	FLB Stadt Kehl (GWM 03.1)	BR	3414031.0	5374508.0	0.00	0.00		
94	2096/065-2	BR Adam	BR	3411361.0	5373273.0	0.00	0.00		
95	21/065-4	KL 10 ALTENHEIM		3410195.0	5371552.0	145.33	146.41		
96	210/065-7	ALTENHEIM VIEHWEID	GWM	3411095.0	5373100.0	142.76	143.63	20	14-19
97	2102/065-0	BR Nr. 8 Firma Uhl, Hausach	BR	3409609.0	5373292.0	0.00	0.00		
98	2103/065-6	BR Nr. 7, Firma Uhl, Hausach	BR	3409450.0	5373308.0	0.00	0.00		
99	211/065-2	FORST 1 POLDER, ALTEN.	GWM	3409659.0	5371250.0	143.22	144.82		
100	212/065-8	FORST 2 - POLDER ALTEN.	GWM	3410121.0	5373045.0	0.00	0.00	5	2,5-4,5
101	213/065-3	FORST 3 - POLDER ALTEN.	GWM	3409210.0	5371345.0	144.27	145.94		
102	214/114-2	GWM K 20 KEHL	GWM	3413967.0	5374895.0	141.36	142.83	11	5,9-10,2
103	235/065-7	AA Fohlweide 00225 GWM1	GWM	3410250.0	5371700.0	145.24	146.24		
104	236/065-2	AA Fohlweide 00225 GWM2	GWM	3410130.0	5371740.0	144.52	154.33		
105	237/065-8	AA Fohlweide 00225 GWM3	GWM	3410190.0	5371910.0	144.01	144.95		
106	27/065-7	KS 16	GWM	3411138.0	5373620.0	142.91	144.23	10	5,0-9,6
107	28/065-2	KL 15		3410443.0	5373623.0	140.83	139.67		
109	62/065-5	TB KLAERANLAGE ALTEN.	BR	3411600.0	5372000.0	0.00	144.58	20	9,5-17,5
110	65/065-1	TB BEREG. 1375 FELSALT.	GWM	3410780.0	5371370.0	0.00	0.00		
111	66/065-7	TB BEREG. 1442 FELSALT.	GWM	3411500.0	5371660.0	0.00	0.00		
112	67/065-2	TB BEREG. 1378 FELSALT.	GWM	3411130.0	5372380.0	0.00	0.00		
113	68/065-8	TB BEREG. 1378X FELSALT.	GWM	3410900.0	5373000.0	0.00	0.00		
120	81/064-0	TB K 19 GOLDSCHUEUR	GWM	3413060.0	5375025.0	141.49	141.49	11	5,8-8,8

Fortsetzung Tabelle 13: Brunnen und Grundwassermessstellen.

Lfd. Nr.	GW-Nr.	Bezeichnung	Art	Rechtwert	Hochwert	GOK	MOK	Tiefe	Filter
121	82/064-5	SP KS 18 GOLDSCHUEUR	GWM	3412641.0	5375552.0	140.83	142.08	10	4,7-7,3
122	8501/064-0	BBR G1	BR	3412917.0	5375553.0	0.00	142.20		
123	8502/064-6	BBR G2	BR	3413000.0	5375318.0	0.00	141.73		
124	8503/064-1	BBR G3	BR	3412932.0	5374780.0	0.00	142.06		
125	8508/065-1	RK III-TV 11 Polder Altenheim		3410076.0	5371470.0	142.49	143.62		
126	8519/064-0	BR 1	BR	3412833.0	5375114.0	0.00	140.50		
127	8520/064-8	BR 2	BR	3412819.0	5375469.0	0.00	0.00		
128	94/065-5	BR UHL ALTENHEIM	BR	3409670.0	5373150.0	0.00	0.00		
129	95/065-0	P Z1 ALTENHEIM (FLACH)	GWM	3409560.0	5372930.0	0.00	0.00		
130	97/065-1	P Z2 ALTENHEIM (FLACH)	GWM	3409490.0	5371550.0	0.00	0.00		
131		Brunnen Nr. 108 Goldsch.	BR	3411761.0	5375098.0	0.00	142.07		
136		GWM 1 tief (90 m)	GWM	3411136.0	5372617.0	143.08	143.58		
137		GWM B1Flach/13	GWM	3409218.3	5372014.0	144.40	144.99		
138		GWM B1Tief/13	GWM	3409232.0	5372008.5	144.50	145.23		
139		GWM BK1/09	GWM	3411551.8	5373766.9	142.73	143.71		
140		GWM BK2/09	GWM	3411014.2	5373708.4	144.27	145.27		
142		GWM 3 flach (20 m)	GWM	3410796.2	5372027.5	143.92	144.84		
143		GWM 2 mittel (65 m)	GWM	3410799.4	5372026.7	143.89	144.74		

Tabelle 21: Lattenpegel und Oberflächengewässermessstellen.

Lfd. Nr.	GW-Nr.	Bezeichnung	Art	Rechtwert	Hochwert	GOK	MOK	Tiefe	Filter
5		Lattenpegel bei Klaieranlage	LP	3411498.3	5371896.3	0.00	0.00		
6		LP PIONIERBRUECKE	LP	3409737.0	5372443.0	0.00	140.57		
64	18/065-6	LP KL 13 ALTENHEIM	LP	3410545.0	5372738.0	142.55	140.64		
82	2050/065-4	LP Zulauf Brücke KW	LP	3409979.0	5372995.0	0.00	0.00		
83	2051/065-0	LP Altrhein Altenheim	LP	3410286.0	5372853.0	0.00	0.00		
84	2052/065-5	LP Weiher Muhrauel	LP	3410647.0	5372311.0	0.00	0.00		
85	2053/065-0	LP Weiher Altenheim	LP	3410065.0	5372197.0	0.00	0.00		
86	2069/065-0	LP Dreibauerngrund II KW	LP	3409450.0	5373000.0	0.00	141.45		
87	2070/065-7	LP Kuhgrün-See - Altenheim	LP	3411300.0	5373950.0	0.00	0.00		
88	2073/065-3	LP Altrhein Altenheim	LP	3409820.0	5372507.0	0.00	0.00		
89	2076/065-0	LP Altenheim	LP	3411477.0	5371667.0	0.00	0.00		
108	28/065-2	LP Altenheim / Dreibauergr. 1	LP	3410372.0	5373633.0	0.00	140.58		
114	802/065-2	PIONIERBRUECKE	LP	3409737.0	5372443.0	0.00	140.57		
115	803/065-7	LP PFAHLBRUECKE	LP	3409327.0	5371688.0	0.00	141.50		
116	804/064-0	GOLDSCHUEUR BAD	LP	3412703.0	5375544.0	0.00	138.30		
117	806/064-9	C MUEHLBACH	LP	3411767.0	5375072.0	140.42	138.94		
118	807/064-3	A RHEIN	LP	3411268.0	5374570.0	142.16	136.29		
119	808/064-8	B MUEHLBACH	LP	3411395.0	5374463.0	141.44	139.88		
132		LP Altenheim / Dreibauergr.	LP	3409415.0	5373064.0	0.00	141.45		
133		LP Altenheim / Kuhgrün	LP	3411707.0	5373927.0	0.00	139.71		
134		LP Goldscheuer / Kuhgrün	LP	3411773.0	5374166.0	0.00	139.62		
135		LP Willstött / Ferber	LP	3416288.0	5379629.0	0.00	137.08		
141		Pegel L 98	LP	3412316.9	5373765.1	0.00	0.00		
7		Mühlbach 1	OGW	3410693.4	5371459.7	0.00	146.30		
8		Mühlbach 2	OGW	3411465.0	5372109.0	0.00	145.06		
9		Mühlbach 3	OGW	3411834.9	5372812.3	0.00	143.58		
10		Mühlbach 4	OGW	3411611.0	5373315.5	0.00	142.87		

6. Literaturverzeichnis

BARTL (1990): Baggerseestudie 1990 im Auftrag des Landesfischereiverbandes e.V., Freiburg

BEISSWENGER, T.; ANDRES-BRÜMMER, D. (Hrsg.) (1999): Kiesgewinnung, Wasser- und Naturschutz, Pilotprojekt „Konfliktarme Baggerseen“ (KaBa), Ostfildern

Europäisches Programm INTERREG, Hydrogeologische Kartierung der Oberrheinebene (1995): Hydrogeologische Schnitte

FUNK, E. (2014): Uhl. Kies- und Baustoffgesellschaft mbH, Vertiefung des Baggersees Dreibauerngrund II, Fachbeitrag zur UVS, Fachbereich Hydrogeologie, Staufen

Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (1980): - Hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg, Bühl-Offenburg, Maßstab 1: 50.000, Freiburg

Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (2001), Wechselwirkung zwischen Baggerseen und Grundwasser: Ergebnisse isopenhydrologischer und hydrochemischer Untersuchungen im Teilprojekt 6 des Forschungsvorhabens „Konfliktarme Baggerseen (KaBa)“, Freiburg,

Hydroisotop GmbH (2005): Verwendung von Deuterium und Sauerstoff-18 als natürliche Umweltisotope und als künstliche Markierungsmittel, Schweitenkirchen

Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (1979): Erläuterungen zur Hydrogeologische Karte (HGK) von Baden-Württemberg Bühl-Offenburg, Freiburg

Landratsamt Ortenaukreis: Protokoll zum Scopingtermin „Geplanter Neuaufschluss einer Abbaustätte zur Kies- und Sandgewinnung im Bereich Haassee-Wacholderrainsee auf Gemarkung Neuried-Altenheim; Offenburg, 13.06.2017.

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (1999): Lagerstättenpotentialkarte 1: 50.000, Kiesvorkommen in der Region Südlicher Oberrhein, Freiburg

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (1999): Vorläufige Geologische Karte von Baden-Württemberg 1: 25.000, Blatt 7412/7413 Kehl

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (2007): LGRB-Informationen 19, Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben, Freiburg

Landesamt für Umweltschutz (1998): Leitfaden für die Eingriffs- und Ausgleichsbewertung bei Abbauvorhaben, Karlsruhe

Landesanstalt für Umweltschutz (2004): Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft – Empfehlungen für die Planung und Genehmigung des Abbaus von Kies und Sand, Karlsruhe

Landesanstalt für Umweltschutz (1998): Ab- und Umbauprozesse in Baggerseen und deren Einfluss auf das Grundwasser, Karlsruhe

Landesanstalt für Umweltschutz (1995): Hydrochemische Typisierung von Baggerseen der Oberrheinebene anhand der Hauptionen, Karlsruhe

Landesamt für Umwelt- und Bodenschutz, LUBW (2002): Wasser und Boden Atlas Baden-Württemberg (WaBoA). – Landesamt für Umwelt- und Bodenschutz; Karlsruhe.

Landesanstalt für Umweltschutz (1997): Pilotprojekt „Konfliktarme Baggerseen“ (KaBa), Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse – Statusbericht, Karlsruhe

Landesanstalt für Umweltschutz (1981): - Wasserwirtschaftliche Untersuchungen Baggerseen, 3. Bericht, Karlsruhe

Ministerium f. Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forst (1981): Kiesabbau aus der Sicht der Wasserwirtschaft, Stuttgart

M. Scheurer, H.-J. Brauch, F.T. Lange (2009): Die süße Seite der Wasseranalytik, GIT Labor-Fachzeitschrift 10, 660-663, Karlsruhe

7. Liste der verwendeten Abkürzungen

Abkürzung	Bezeichnung	Einheit
¹⁸ O	Sauerstoff -18 Isotop	
δ ¹⁸ O	Abweichung des ¹⁸ O-Gehaltes vom Standard	‰
DWD	Deutscher Wetterdienst	
Σ	Summe	
FFH-Gebiet	Flora-Fauna-Habitat Gebiet	
GOK	Geländeoberkante	m+NN
GWM	Grundwassermessstelle	
GWN	Grundwasserneubildungsspende	l/(s*km ²)
H	Aquifermächtigkeit	m
HW	Hochwasserstand	m zu Referenzhöhe
k _r -Wert	Durchlässigkeit / Durchlässigkeitsbeiwert	m/s
LF	Leitfähigkeit bezogen auf 25°C	μS/cm
LGRB	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Regierungspräsidium Freiburg)	
LRA	Landratsamt	
LUBW	Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Ba- den-Württemberg	
LP	Lattenpegel	
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante	
m u. MOK	Meter unter Messoberkante	
m ü. NN	Meter über Normal Null	
m u. ROK	Meter unter Rohroberkante	
MOK	Messoberkante	
MQ	Mittlere Schüttung bzw. mittlerer Abfluss	l/s
M _q	Mittlere Abflussspende	l/(s*km ²)
MVZ	Mittlere Grundwasserverweilzeit	
MW	Mittlerer Wasserstand	m zu Referenzhöhe
OGWL	Oberer Grundwasserleiter	
UGWL	Unterer Grundwasserleiter	
NW	Niedrigwasserstand	m zu Referenzhöhe
POK	Pegeloberkante	m zu Referenzhöhe
PV	Pumpversuch	
TK	Topographische Karte	
TU	Tritium Units (Tritiumeinheiten); Tritium ist das radioaktive Isotop des Wasserstoffs;	1TU = 0,119 Bq/l
WSG	Wasserschutzgebiet	
Wsp	Wasserspiegel	m zu Referenzhöhe

ANLAGEN

- Anlage 1: Übersichtskarte Maßstab 1: 25.000
- Anlage 2: Lageplan Maßstab 1: 5.000
- Anlage 3.1: Grundwassergleichenplan Stichtag 12.04.2018
- Anlage 3.2: Grundwassergleichenplan MW 1986 und HW 1988
- Anlage 4: Grundwassergleichenplan Stichtag 12.04.2018 Planungszustand
- Anlage 5: Wasserschutzgebieten, Sicherungs-, Überschwemmungsgebiete, FFH
- Anlage 6.1: Dokumentation der Grundwassermessstelle 1/90 m
- Anlage 6.2: Dokumentation der Grundwassermessstelle 2/50 m
- Anlage 6.3: Dokumentation der Grundwassermessstelle 3/20 m
- Anlage 7: Entnahmeprotokolle der Wasserproben und der hydrochemischen Analysen
- Anlage 8: Ergebnisse der isotopenhydrologischen Analysen
- Anlage 9: Ergebnisse der geophysikalischen Messungen
- Anlage 10: Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen