

Projekt:

Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn – Probetrieb 12/2011 bis 02/2019

Fortschreibung des numerischen GwModells und Hydrogeologisches Abschlussgutachten

Auftraggeber:



**Zweckverband zur Wasserversorgung
der Stadtprozeltenener Gruppe
Hauptstraße 132
97909 Stadtprozelten**

I. Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung, Aufgabenstellung, Projekthistorie	1
2. Hydrogeologische Verhältnisse	3
2.1 Geographische und geologische Übersicht	3
2.2 Untergundaufbau	3
2.2.1 Schichtabfolge	3
2.2.2 Tektonischer Überblick	5
2.3 GwLeiter, GwHemmer, Deckschichten	6
2.4 GwStrömung	7
2.5 GwNeubildung aus Niederschlag	10
2.6 Geohydraulische Kennwerte	10
3. Technische Angaben zu den Brunnen	12
4. Ergebnisse des Probetriebs	13
4.1 GwEntnahmen, Förderbetrieb	13
4.2 Quellwassereinleitung in die GWM 3 bzw. in den neuen Einleitbrunnen	15
4.3 GwStandentwicklung	22
4.4 Grundwasserqualität	27
4.4.1 Brunnen 1 und 2	27
4.4.2 Quellwasser	31
4.4.3 Trockenwetterabflussmessungen am Faulbach und Aussagen zur Gewässerökologie	32
4.5 Wasserwirtschaftliche Bewertung des Probetriebs	34
5. Fortschreibung des numerischen Grundwassermodells	38
5.1 Modellerstellung und -kalibrierung	38
5.2 Modellanwendung	38
6. Hydrogeologisch-wasserwirtschaftliche Gesamtbewertung und Bewirtschaftungskonzept	40
6.1 Wasserbedarfsprognose	40
6.2 Vorprüfung nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung	40
7. Zusammenfassung und Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise	41
➤ Tabellenverzeichnis	
Tabelle 2-1: Zusammenstellung geohydraulischer Kennwerte	11
Tabelle 4-1: Jährliche maximale und minimale Monatsförderung an den Br. 1 und 2, Zeitraum 2012 bis 2018	13
Tabelle 4-2: Jahresförderung an den Br. 1 und 2, Zeitraum 2012 bis 2018	13
Tabelle 4-3: Quellwassereinleitung im Bereich Breitenbrunn - Chronologie	15
Tabelle 4-4: GwAltersstruktur an den Br. 1 und 2, Zeitraum 2012 bis 2018	30

II. Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtslagepläne und Angaben zu den Brunnen und GwMessstellen
Anlage 1.1	Übersichtslageplan, Grundlage Topographische Karte M 1:25.000
Anlage 1.2	Tabellarische Zusammenstellung der Angaben zu den Brunnen und GwMessstellen
Anlage 1.3	Hydrogeologische Auswertung, Stand 02/2007 (aus /1/)
Anlage 1.4	Bohrprofil und Ausbauplan Br. 1
Anlage 1.5	Bohrprofil und Ausbauplan Br. 2
Anlage 2	Förderung, Wasserstandsentwicklung und Quellwassereinleitung an der GWM 3 bzw. am Einleitbrunnen im Gewinnungsgebiet Breitenbrunn
Anlage 2.1	Förderung und Wasserstände an den Brunnen und GwMessstellen
Anlage 2.1.1	Förderung und Wasserstände an den Brunnen 12/2011 bis 02/2019
Anlage 2.1.2	Wasserstände an den GwMessstellen 12/2011 bis 02/2019
Anlage 2.1.3	Förderraten (bei Betrieb) an den Brunnen 12/2011 bis 02/2019
Anlage 2.2	Quellwassereinleitung GWM 3 und neuer Einleitbrunnen
Anlage 2.2.1	Wasserstände GWM 3, 2, 4 und Brunnen 2 sowie Quellwassertrübung
Anlage 2.2.2	Wasserstände GWM 3, 2, 4 und Brunnen 2 – Detail
Anlage 2.2.3	Wasserstandsentwicklung insgesamt
Anlage 2.2.4	Wasserstandsentwicklung, Einleitraten und Trübung Quellwasser, Zeitraum Januar 2017 bis Februar 2019
Anlage 2.2.5	Wasserstandsentwicklung, Einleitraten und Trübung Quellwasser, Zeitraum August 2016 bis Februar 2019
Anlage 2.3	Tabellarische Zusammenstellung der monatlichen und jährlichen Förderungen
Anlage 2.4	Tabellarische Zusammenstellung der Quellwassereinleitrate an der GWM 3 bzw. am Einleitbrunnen und der Trübung des Quellwassers
Anlage 2.5	Quellwassereinleitung Einleitbrunnen - Quellschüttung und Einleitraten
Anlage 3	Grundwassergleichenpläne
Anlage 3.1	Stichtagsmessung 19.08.2014
Anlage 3.2	Stichtagsmessung 15.09.2015
Anlage 3.3	Stichtagsmessung 19.07.2016
Anlage 3.4	Stichtagsmessung 20.09.2017
Anlage 3.5	Stichtagsmessung 11.10.2018
Anlage 4	Tabellarische Zusammenstellung der durchgeführten wasserchemischen und mikrobiologischen Untersuchungen
Anlage 4.1	Wasserchemische Untersuchungen 2010 bis 2018
Anlage 4.1.1	Brunnen 1
Anlage 4.1.2	Brunnen 2
Anlage 4.2	Mikrobiologische Untersuchungen 2012 bis 2018
Anlage 4.2.1	Brunnen 1
Anlage 4.2.2	Brunnen 2
Anlage 4.2.3	Reinwasser nach UV-Anlage
Anlage 4.3	Spurenstoffuntersuchungen an den Brunnen (und am Quellwasser)
Anlage 4.3.1	Tabellarische Zusammenstellung der jährlichen Spurenstoffuntersuchungen

Anlage 4.3.2	Laborbericht des Spurenstofflabors Dr. Harald Oster vom 16.03.2019	
Anlage 4.4	Quellwasser/Einleitbrunnen	
Anlage 4.4.1	Laborprotokoll Beprobung 26.05.2015	
Anlage 4.4.2	Laborprotokoll Beprobung 22.06.2015	
Anlage 4.4.3	Laborprotokoll Beprobung 21.06.2017	
Anlage 5	Entwicklung der Bentazon-Gehalte an den Brunnen 1 und 2	
Anlage 5.1	Graphische Darstellung der Bentazon-Gehalte 2010 bis 2018	
Anlage 5.2	Tabellarische Zusammenstellung der Bentazon-Gehalte 2010 bis 2018	
Anlage 6	Trockenwetterabflussmessungen am Faulbach	
Anlage 6.1	Trockenwetterabflussmessungen am Faulbach (inklusive Mühlgraben) 2006 - 2018 - Darstellung auf der Karte	
Anlage 6.2	Trockenwetterabflussmessungen am Faulbach (inklusive Mühlgraben) 2006 - 2018 - Tabellarische Zusammenstellung	
Anlage 7	Einleitbrunnen	
Anlage 7.1	Lageplan Einleitbrunnen M 1:1.500	
Anlage 7.2	Bohrprofil und Ausbau Einleitbrunnen	
Anlage 7.3	Höheneinmessungen Einleitbrunnen	
Anlage 7.4	Pumpversuch Einleitbrunnen	
Anlage 8	Numerisches GwStrömungsmodell Gebiet Breitenbrunn – Fortschreibung/Nachkalibrierung 2019	
Anlage 8.1	Modellbericht	
Anlage 8.2	Lagepläne mit Modellgebiet und Randbedingungen	
Anlage 8.2.1	Lageplan mit Modellgebiet und Randbedingungen auf Basis der TK25,	M 1:75.000
Anlage 8.2.2	Lageplan mit Modellgebiet und Randbedingungen auf Basis der GK25,	M 1:75.000
Anlage 8.2.3	3D-Darstellung des Modellgebietes	M 1:30.000 / 1:3.000
Anlage 8.3	Lageplan mit Verbreitung des Quartär-GwLeiters und Niveau der Buntsandsteinoberfläche im Bereich Breitenbrunn,	M 1:25.000
Anlage 8.4	Darstellungen zur Diskretisierung des Modellgebietes	
Anlage 8.4.1	Lageplan mit Modellgebiet, Diskretisierung und Randbedingungen,	M 1:75.000
Anlage 8.4.2	Profilschnitte und vertikaler Modellaufbau, ohne Maßstab	
Anlage 8.4.3	Lageplan mit räumlicher Verteilung der GwNeubildungshöhe,	M 1:75.000
Anlage 8.5	Dokumentation der stationären Kalibrierung des GwModells	
Anlage 8.5.1	Vergleich gemessener und berechneter GwStände für den Kalibrierungs- zustand	
Anlage 8.5.2	Darstellung der berechneten GwGleichen	M 1:25.000
Anlage 8.5.3	Räumliche Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte	M 1:75.000
Anlage 8.6	Dokumentation der instationären Kalibrierung des GwModells	
Anlage 8.6.1	Vergleich gemessener und berechneter Ganglinien für den Zeitraum 10/2010 – 03/2019	

Anlage 8.6.2	Darstellung der angesetzten GwNeubildungshöhe (instationär)	
Anlage 8.7	Modellanwendung – Darstellung der Ergebnisse	M 1:5.000
Anlage 8.7.1	Szenario 1: Betrieb der Brunnen 1 und 2 ohne Quellwassereinleitung	
Anlage 8.7.2	Szenario 2: Betrieb der Brunnen 1 und 2 mit Quellwassereinleitung	

Anlage 9 Wasserbedarfsnachweis

Anlage 9.1	Textteil	
Anlage 9.2	Zusammenstellung der Wasserförderung, der Wasserverluste, des Wasserverbrauchs und der Einwohnerentwicklung des Versorgungsbereiches ZV WV Stadtprozellener Gruppe und der Gemeinde Altenbuch, 1990 bis 2018	

Anlage 10 Unterlagen zur Vorprüfung des Vorhabens nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Vorprüfung)

Anlage 10.1	Textteil	
Anlage 10.2	Übersichtsplan der Schutzgebiete	M 1:10.000
Anlage 10.3	Übersichtsplan der Biotope	M 1:7.500

Anhang:

Sicherung der Trinkwasserversorgung der Stadtprozellener Gruppe, Einrichtung der Vorfeld-Grundwassermessstellen 3, 4 und 5 im Bereich Breitenbrunn - Hydrogeologischer Bericht HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH (PNr. 07015/3), Gießen, November 2011

III. Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- /1/ Sicherung der Trinkwasserversorgung des ZV WV Stadtprozeltenener Gruppe, Erkundungsmaßnahmen bei Breitenbrunn 2006/2007, Hydrogeologisches Gutachten
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen März 2007
- /2/ Unterlagen zum Wasserrechtsverfahren zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes nach §§ 51 und 52 WHG für die Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn des Zweckverbandes zur Wasserversorgung der Stadtprozeltenener Gruppe
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen Oktober 2010
- /3/ Verordnung des Landratsamtes Miltenberg über das Wasserschutzgebiet in den Gemarkungen Faulbach, Breitenbrunn und Altenbuch, Landkreis Miltenberg und den Gemarkungen Hasloch, Hasselberg und Schollbrunn, Landkreis Main-Spessart zum Schutz der Brunnen 1 und 2 für die öffentliche Wasserversorgung des Zweckverbandes zur Wasserversorgung der Stadtprozeltenener Gruppe (ZV WV Stadtprozeltenener Gruppe), Landkreis Miltenberg
Landratsamt Miltenberg, Miltenberg 07.04.2011
- /4/ Sicherung der Trinkwasserversorgung der Stadtprozeltenener Gruppe, Errichtung der Vorfeld-Grundwassermessstellen 3, 4 und 5 im Bereich Breitenbrunn, Hydrogeologischer Bericht
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen November 2011
- /5/ Bescheid zur wasserrechtlichen Erlaubnis für die Entnahme und Ableitung von Grundwasser aus den Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn vom 20.12.2011 (Az.: 421-8630.1)
Landratsamt Miltenberg, Miltenberg, den 20.12.2011
- /6/ Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn, Probetrieb 2011 bis 2014, 1. Zwischenbericht, Stand 08/2012
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen September 2012
- /7/ Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn, Probetrieb 2011 bis 2014, 2. Zwischenbericht, Stand 03/2013
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen April 2013
- /8/ Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn, Probetrieb 2011 bis 2014, 3. Zwischenbericht, Stand 01/2014
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen März 2014
- /9/ Bescheid zur wasserrechtlichen Erlaubnis für die Entnahme und Ableitung von Grundwasser aus den Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn vom 18.11.2014 (Az.: 43-8630.1), Verlängerung bis zum 31.12.2015
Landratsamt Miltenberg, Miltenberg, den 18.11.2014
- /10/ Vollzug des Wasser- und Bodenschutzgesetzes, Entnehmen, Zutagefördern und Ableiten von Grundwasser aus dem Brunnen 1, Fl.Nr. 4399 und Brunnen 2, Fl.Nr. 4380/1 in der Gemarkung Faulbach im Rahmen eines Dauerpumpversuchs, hier: Verlängerung der Erlaubnis
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen 24.11.2015
- /11/ Sicherung der TwVersorgung des ZV WV Stadtprozeltenener Gruppe, Probetrieb der Brunnen Breitenbrunn, Besprechung am 14.04.2015, 10:00 Uhr im Maschinenhaus Breitenbrunn bzw. am 16.04.2015, 11:00 Uhr beim WWA Aschaffenburg, Ergebnisprotokoll
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen 23.04.2015
- /12/ Sicherung der TwVersorgung des ZV WV Stadtprozeltenener Gruppe, Probetrieb der Brunnen Breitenbrunn, Besprechung am 12.05.2015, 10:00 Uhr im Maschinenhaus Breitenbrunn, Ergebnisprotokoll
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen 20.05.2015
- /13/ Durchführung eines Einleitversuchs mit Quellwasser über die GwMessstelle GWM 3 im Gewinnungsgebiet Breitenbrunn, Beantragung einer wasserrechtlichen Genehmigung (einfache Erlaubnis)
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen 19.05.2015
- /14/ Bescheid zur beschränkten wasserrechtlichen Erlaubnis für die Ableitung von Quellwasser sowie die Wiedereinleitung des Quellwassers in die GWM 3 vom 16.06.2015 (Az.: 43-6421.01)
Landratsamt Miltenberg, Miltenberg, den 16.06.2015

- /15/ Bescheid zur wasserrechtlichen Erlaubnis für die Entnahme und Ableitung von Grundwasser aus den Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn vom 18.11.2014 (Az.: 43-8630.1), Verlängerung bis zum 31.12.2016
Landratsamt Miltenberg 02.12.2015
- /16/ Vollzug der Wasser- und Bodenschutzgesetze, Ableitung von Quellwasser (Forstrainquelle, Altenbucher Quelle, Neue Quelle) und Wiedereinleitung des Quellwassers über die GWM 3 zur GwAnreicherung, hier: Verlängerung der Erlaubnis
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen 15.12.2015
- /17/ Bescheid zur beschränkten wasserrechtlichen Erlaubnis für die Ableitung von Quellwasser sowie die Wiedereinleitung des Quellwassers in die GWM 3 vom 16.06.2015 (Az.: 43-6421.01), Verlängerung bis zum 31.12.2016
Landratsamt Miltenberg, Miltenberg 28.12.2015
- /18/ Sicherung der Trinkwasserversorgung der Stadtprozelteiner Gruppe, Probetrieb Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn, Ergebnisbericht zum Einleitversuch an der GwMessstelle 3
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen Februar 2016
- /19/ Vollzug der Wasser- und Bodenschutzgesetze, Ableitung von Quellwasser (Forstrainquelle, Altenbucher Quelle, Neue Quelle) und Wiedereinleitung des Quellwassers über den neuen Einleitbrunnen als Ersatz für die GWM 3 zur GwAnreicherung, hier: Verlängerung der Erlaubnis
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen 13.10.2016
- /20/ Bescheid zur beschränkten wasserrechtlichen Erlaubnis für die Ableitung von Quellwasser sowie die Wiedereinleitung des Quellwassers in den neu eingerichteten Einleitbrunnen Flur-Nr. 4185/0 (Az.: 43-6421.01)
Landratsamt Miltenberg, Miltenberg 29.11.2016
- /21/ Bescheid zur beschränkten wasserrechtlichen Erlaubnis für die Ableitung von Grundwasser aus den Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn (Az.: 43-8630.1)
Landratsamt Miltenberg, Miltenberg 30.11.2016
- /22/ TwVersorgung der Stadtprozelteiner Gruppe, Schluckbrunnen Breitenbrunn, Brunnenakte
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen Dezember 2016
- /23/ Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn, Probetrieb 2011 bis 2016, 4. Zwischenbericht, Stand 12/2016
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen April 2017
- /24/ Vollzug der Wasser- und Bodenschutzgesetze, Zweckverband zur Wasserversorgung der Stadtprozelteiner Gruppe, Faulbach, OT Breitenbrunn, Brunnen 1 und 2; hier: 4. Zwischenbericht, Stand 12/2016 (Az.: 43-8630.1)
Landratsamt Miltenberg, Wasserrecht und Bodenschutz, Miltenberg 20.06.2017
- /25/ Sicherung der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Altenbuch, Trinkwasserfassung Buchbrunnenquelle, Markierungsversuch zur Ermittlung des unterirdischen Einzugsgebietes (Bereich Frickengrund) – Ergebnisbericht
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen Februar 2006
- /26/ Sicherung der Trinkwasserversorgung des ZV WV Stadtprozelteiner Gruppe, Klärung der Neerschließungsmöglichkeiten und modellgestützte Ermittlung möglicher Brunnenstandorte, Hydrogeologisches Gutachten
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen April 2006
- /27/ Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn, Probetrieb 2011 bis 2018, 5. Zwischenbericht, Stand 02/2018
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, Gießen Februar 2018

1. Veranlassung, Aufgabenstellung, Projekthistorie

Der Zweckverband zur Wasserversorgung (ZV WV) der Stadtprozelten Gruppe versorgt die Verbandsgemeinden Faulbach (inkl. Breitenbrunn), Dorfprozelten und Stadtprozelten (inkl. Neuenbuch) sowie seit dem 26.10.2012 auch die Gemeinde Altenbuch (neues Verbandsmitglied) mit Trinkwasser. Bevor Ende 2011 die beiden neuen Brunnen im Gewinnungsgebiet (GG) Breitenbrunn (Br. 1 und 2 südöstlich Breitenbrunn) in Betrieb genommen wurden, erfolgte die Versorgung über die Quelfassungen nördlich von Breitenbrunn (Quelfassungen Faulbachtal).

Im Rahmen einer Besprechung am 21.12.2009 beim WWA Aschaffenburg wurde geklärt, dass es für die fachlich begründete Bemessung des Wasserschutzgebietes für das Gewinnungsgebiet, welches zwischenzeitlich festgesetzt ist /3/, sowie im Hinblick auf die Erteilung einer langfristigen Entnahmegenehmigung erforderlich ist, zunächst einen Probetrieb an den beiden Brunnen durchzuführen. Ein erster Probetrieb zur Leistungsfeststellung ohne Nutzung des Förderwassers erfolgte bereits Ende 2010 / Anfang 2011 (Probetrieb 2010 - 2011).

Der längerfristige Probetrieb unter Realbedingungen und Nutzung des Förderwassers begann nach technischen Schwierigkeiten im Vorfeld am 05.12.2011. Das Probetriebskonzept wurde mit dem WWA Aschaffenburg zuvor abgestimmt. Die Quellen (Altenbucher-, Forstrain- und Neue Quelle) werden seit diesem Zeitpunkt noch als Notversorgung vorgehalten. Ihre Schüttung gelangt seitdem zum Teil im Bereich der Quellen selbst sowie auch beim Maschinenhaus in Breitenbrunn in den Faulbach (permanente Leitungsspülung zur Vorhaltung der Notversorgung). Seit September 2015 wird ein Teil der Schüttung zur Stützung des quartären GwLeiters im GG Breitenbrunn herangezogen (s. u.).

Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde mit dem Bescheid vom 20.12.2011 /5/ erteilt; sie wurde wiederholt und aktuell bis zum 31.12.2019 verlängert /21/. Erlaubt ist demnach ohne weitergehende Differenzierung eine Jahresentnahme bis zu 360.000 m³/a aus den Br. 1 und 2, ggf. zusammen mit den Quellen.

Im Jahr 2011 wurden die amtlicherseits geforderten GwMessstellen (GWM) 3, 4 und 5 in Ergänzung zu den bereits länger bestehenden GWM 1 und 2/2a eingerichtet.

Der Probetrieb wurde vor dem Hintergrund der früheren hydrogeologischen Erkundungsergebnisse fachlich begleitet und bis zum Datenstand Ende 2014 in Form von Zwischenberichten dokumentiert /8/.

Im Laufe des Jahres 2014 wurde ein fallender Trend im GwStand an beiden Brunnen erkennbar, der am Br. 2 - aufgrund der relativ geringen Mächtigkeit des hier genutzten Quartär- bzw. Kies-GwLeiters - zunehmend technische Schwierigkeiten bei der Wasserförderung zur Folge hatte (Häufung der Pumpenschaltzeiten aufgrund des zunehmend begrenzten Absenkungsspielraums). Diese Situation setzte sich in das Jahr 2015 fort, wobei die unterdurchschnittliche

GwNeubildung aus Niederschlag in den letzten Jahren als Ursache gesehen wurde (eventuell bereits als Folge des Klimawandels).

Vor diesem Hintergrund wurde im Frühjahr 2015 das Konzept entwickelt, durch die Einleitung des Quellwassers aus der Altenbucher-, der Forstrain- und der Neuen Quelle, das für eine eventuelle Notversorgung ohnehin im Wasserwerk Breitenbrunn verfügbar ist, über die GWM 3 eine GwAnreicherung zu betreiben, um einer weiteren GwAbsenkung entgegen zu wirken.

Im Mai 2015 stellte unser Büro das Konzept zur Durchführung eines Einleitversuches vor /13/, das mit dem WWA Aschaffenburg abgestimmt war. Die Durchführung des Einleitversuchs wurde am 15.06.2015 von der Zweckverbandsversammlung beschlossen. Nach den technischen Vorbereitungen und der Einholung der wasserrechtlichen Genehmigung begann im September 2015 der Einleitversuch. Die wesentliche Einleitphase (Einleitrate ca. 10 l/s, Druckerhöhung mittels Pumpe) endete kurz vor Weihnachten 2015. Anschließend lief die Quellwassereinleitung im begrenzten Umfang weiter (Einleitrate ca. 3 l/s, maximale Leitungskapazität bei freiem Zulauf.).

Mit /18/ legte unser Büro im Februar 2016 ein Ergebnisbericht vor, der die Dokumentation und GwModell-gestützte Auswertung der Daten aus dem Einleitversuch bis Ende 2015 enthält. Auf dieser Grundlage wurden Empfehlungen für die zukünftige GwBewirtschaftung des GG Breitenbrunn gegeben. Daraus ergab sich die Einrichtung des Einleitbrunnens (Schluckbrunnen) in der Nähe der GWM 3, einschließlich Leitungsverlegungen im Laufe des Jahres 2016 /22/. Der neue Einleitbrunnen ist seit dem 01.02.2017 in Betrieb. Die GWM 3 wird seitdem wieder zur GwStandsmessung genutzt. Für die Einleitung des Quellwassers in den neuen Einleitbrunnen liegt eine beschränkte wasserrechtliche Erlaubnis vor, die die Einleitung von bis zu 10 l/s aus den oben bereits genannten Quellen in den Einleitbrunnen erlaubt /20/ (Beschränkung derzeit bis 31.12.2019). Die frei zulaufende Einleitrate über die neue Zulaufleitung beträgt ca. 8 l/s.

Während des bisherigen Probetriebs wurden und werden weiterhin Bentazon-Untersuchungen an den Br. 1 und 2 durchgeführt, wobei allerdings in Abstimmung mit dem WWA Aschaffenburg der Beprobungsrhythmus auf zwei Monate gestreckt wurde. Die Ergebnisse sind in dem vorliegenden Bericht dokumentiert.

Der Probetrieb der Br. 1 und 2 läuft entsprechend der wasserrechtlichen Genehmigung zunächst weiter. Nach Abstimmung mit den Behörden sollen Erfahrungen mit der Einleitung des Quellwassers in den neuen Einleitbrunnen in den nächsten zwei Jahren gesammelt (derzeitige Erlaubnis bis 31.12.2019) und daraus abgeleitet eine längerfristige wasserrechtliche Erlaubnis im Laufe des Jahres 2019 beantragt werden.

Die vorliegende Auswertung, die eine behördliche Forderung darstellt /24/, bezieht sich auf den Datenstand Februar 2019, und erfasst somit den Zeitraum von ca. 2 Jahren seit Inbetriebnahme des Einleitbrunnens. Dies entspricht der ursprünglichen Planung.

Das vorliegende Gutachten enthält die abschließende Dokumentation und Bewertung des gesamten Probetriebs der Br. 1 und 2 und des Einleitbrunnens.

2. Hydrogeologische Verhältnisse

2.1 Geographische und geologische Übersicht

Die Brunnenstandorte (Br. 1 und 2) befinden sich etwa 1 km südöstlich von Breitenbrunn, einem Ortsteil von Faulbach, östlich des Faulbachs.

Das Erschließungsgebiet liegt etwa 2 km nördlich des Mains bei Faulbach (LK Miltenberg) im östlichen Teil einer ringförmigen Talstruktur um den Grohberg zwischen Faulbach und Breitenbrunn. Bei dieser Talstruktur handelt es sich um eine alte Mainschleife (Umlaufstal), die hydrogeologisch und für die GwErschließung relevant ist.

Östlich des Grohbergs, etwa 200 m bzw. 300 m unterhalb der Brunnenstandorte, verläuft der Faulbach, der ca. 2 km weiter in den Main mündet. Das Faulbachtal zieht sich über Breitenbrunn nach Nordwesten über die Ortschaft Altenbuch in den Spessart hinein.

Großräumig ist das Gebiet dem südlichen Spessart zuzurechnen, der geologisch durch die flächenhafte Verbreitung der Buntsandstein-Schichten gekennzeichnet ist. Diese, vor allem durch Sandsteine mit gelegentlich eingeschalteten Tonstein- / Schluffsteinlagen geprägte Gesteinsabfolge, fällt - entsprechend der generellen Situation im süddeutschen Schichtstufenland - flach nach Südosten ein. Bereichsweise ist die Schichtenfolge tektonisch gestört.

2.2 Untergrundaufbau

2.2.1 Schichtabfolge

Das Gewinnungsgebiet sowie dessen Umgebung ist durch die Schichten des Unteren und Mittleren Buntsandsteins und - in den höheren Bereichen - auch des Oberen Buntsandsteins geprägt. Die Schichten bestehen aus einer Abfolge von Sand- und Ton- / Schluffsteinen in unterschiedlichen Mächtigkeiten. Sie fallen großräumig mit geringer Neigung von bis zu ca. 3° nach Südosten ein. Lokale Abweichungen ergeben sich durch Schichtverbiegungen. Die Schichtenabfolge vom Älteren zum Jüngeren bzw. von unten nach oben ist wie folgt gegliedert (siehe Anlage 1.3¹):

Unter Buntsandstein (su)

➤ Bröckelschiefer (suB)

Dieses im Mittel etwa 40 m mächtige Schichtpaket weist eine überwiegend tonige Ausbildung auf. Er ist als flächig verbreiteter und ausgeprägter GwHemmer anzusprechen und bildet insgesamt die GwSohlschicht. Er ist im Betrachtungsbereich nur im tieferen Untergrund vorhanden und tritt mit seinen oberen Partien (suBO) nur am nordwestlichen Rand des Untersuchungsgebietes, westlich Krausenbach im Dammbachtal, zutage.

¹ In Anlage 1.3 sind die Ergebnisse der Erkundungsbohrungen für Brunnen 1 (VB 2b) und Brunnen 2 (VB 2c) dargestellt.

➤ **Gelnhausen-Folge (suG)**

Diese insgesamt etwa 150 m mächtige Folge gliedert sich in mehrere unterschiedlich ausgebildete Schichtpakete (von unten nach oben):

- Heigenbrückener Sandstein (suGH): mächtige Sandsteinbänke mit wenigen Tonsteinzwischenlagen und tonig-eisenschüssiger Bindung
- Eckscher Geröllsandstein (suGE): Sandsteine mit teils schwacher quarzitischer Bindung und bereichsweisen Einlagerungen von Tongallen
- Dickbank-Sandstein (suGD): plattige bis dickbankige Sandsteine mit tonig-eisenschüssigem Bindemittel und wenigen Tonzwischenlagen

➤ **Salmünster-Folge (suS)**

Die ca. 50 bis 55 m mächtige Abfolge weist abschnittsweise häufiger tonige Lagen auf:

- Basis-Sandstein (suSB): dickbankige Sandsteine mit tonig-eisenschüssigem Bindemittel
- Tonlagen-Sandstein (suST): Neben dünn- bis mittelbankigen Sandsteinen treten Wechselfolgen von Ton- und Sandsteinen auf, die bereichsweise als GwHemmer fungieren

Diese Schichten treten im Untersuchungsgebiet im Wesentlichen westlich und nordwestlich von Altenbuch zutage, im östlichen und nordöstlichen Bereich herrschen die Gesteine des Mittleren und des Oberen Buntsandsteins vor.

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Diese Gesteinsabfolge besteht aus fein- bis grobkörnigen, zumeist tonig-eisenschüssig gebundenen Sandsteinen, die in einigen Abschnitten häufig geringmächtige Tonsteinlagen aufweisen. Diese Abschnitte werden als Wechselfolgen bezeichnet. Die Gesamtmächtigkeit des Mittleren Buntsandsteins beträgt ca. 180 m und wird in folgende Abschnitte gegliedert (von unten nach oben):

➤ **Volpriehausen-Folge (smV) mit**

- Volpriehausen Geröllsandstein (smVS)
- Volpriehausen Wechselfolge (smVW)

➤ **Detfurth-Folge (smD) mit**

- Detfurther Geröllsandstein (smDS)
- Detfurther Wechselfolge (smDW)

➤ **Hardeggen-Folge (smH) mit**

- Hardeggener Grobsandstein (smHS)
- Hardeggener Wechselfolge (smHW)
- Felssandstein (smHF)

➤ **Solling-Folge (smS) mit**

- Solling-Sandstein (smSS)
- Thüringischer Chirotheriensandstein (smST)

Die Gesteine des Mittleren Buntsandsteins sind im gesamten Untersuchungsgebiet anzutreffen. Insbesondere im Bereich des Altenbacher Forstes nördlich von Altenbuch treten sie großflächig zutage.

Oberer Buntsandstein (so)

Die Schichten des Oberen Buntsandsteins sind im Untersuchungsgebiet isoliert auf den Höhen östlich und nordöstlich von Altenbuch im Bereich von Schollbrunn vorhanden; auch bilden sie den Berggrücken bei Hasselberg östlich von Breitenbrunn. Die Gesamtmächtigkeit des Oberen Buntsandsteins beträgt ca. 55 m, wobei im Untersuchungsgebiet nur die beiden untersten Schichtglieder aufgeschlossen sind (so1 und so2). Der Obere Buntsandstein wird in folgende Abschnitte gegliedert (von unten nach oben):

➤ **Chirotherienschiefer (so1)**

Feinblättriger, glimmerführender Tonstein, 1 – 3 m mächtig, fungiert als GwHemmer

➤ **Plattensandstein (so2)**

Mittel- bis dickbankige, sehr feinkörnige Sandsteine, durchsetzt mit ca. 1 m mächtigen Tonsteinlagen; mittlere Mächtigkeit ca. 26 - 30 m

➤ Grenzquarzit (so3Q), im Untersuchungsgebiet nicht anstehend

➤ Unterer Röttonsandstein (so3T), im Untersuchungsgebiet nicht anstehend

➤ Rötquarzit (so4Q), im Untersuchungsgebiet nicht anstehend

Neben diesen Festgesteinen sind in den Tälern der höher liegenden Bäche und Vorfluter quartäre Hangschuttdecken und Talfüllungen räumlich eng begrenzt vertreten; diese sind aus hydrogeologischer Sicht jedoch ohne Bedeutung.

Bedeutende quartäre Lockergesteine, i. W. Main-Sedimente, sind neben dem Bereich des Maintals auch in dem Umlauftal bei Faulbach - Breitenbrunn erhalten.

Unter Deckschichten aus Lösslehm und Sedimenten des Faulbaches haben sich hier Sande und Kiese des Cromer-Komplexes abgelagert. Diese Sedimente erreichen Mächtigkeiten von bis zu ca. 30 m. Neben den bereichsweise eingeschalteten Tonablagerungen hat sich über den Sanden und Kiesen ein bis zu 8 m mächtiger Ton- und Torfhorizont (organischer Ton) ausgebildet.

Die Basis dieser Sedimente wird bei ca. 134 m ü.NN angenommen (Bohrung 5, GK Bischbrunn; siehe Anlage 1.3). Der heutige Main-Wasserspiegel liegt unterstromig der Staustufe Faulbach bei ca. 129 m ü.NN und oberstromig dieser Staustufe bei ca. 134 m ü.NN.

2.2.2 Tektonischer Überblick

Durch eine ausgeprägte Bruchtektonik sind die Gesteinsschichten im Wesentlichen an NW-SE-streichenden Störungen zum Teil um größere Beträge versetzt. Die Störungen fallen zumeist

relativ steil (ca. 60° - 80°) nach Nordosten ein. Von besonderem Interesse ist die Altenbucher Verwerfung, die über Altenbuch bis nach Breitenbrunn / Faulbach in den Bereich der quartären Main-Sedimente verfolgt werden kann; diese Verwerfung weist Sprunghöhen bis 55 m auf.

Neben den NW-SE-streichenden Störungen sind auch die entsprechenden SW-NE streichenden Querstörungen ausgebildet, vermutlich auch nordwestlich und südöstlich des Grohbergs. Diese Annahme ist plausibel, da sich Talstrukturen vorzugsweise entlang von Störungszonen ausbilden und somit einen Hinweis auf diese darstellen. Der Verlauf des Mains im Bereich von Faulbach - Stadtprozelten deutet ebenfalls auf das vorherrschende Störungssystem hin (NW-SE- bzw. SW-NE-streichende Verwerfungen). Daher zeichnet das Urmaintal (Umlaufthal) im Bereich des Grohbergs dieses Verwerfungs-System ebenfalls nach.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass die Sandsteinpakete durch die bruchtektonischen Bewegungen eine Klüftung aufweisen. Diese kann im Bereich der Störungen ausgeprägter sein und bis tief in den Untergrund reichen. Ebenfalls ist anzunehmen, dass an den Talflanken durch die Hangzerreißung gehäuft hangparallele Klüfte vorhanden sind. Diese sind im Wesentlichen aber auf den Bereich nahe der Geländeoberfläche beschränkt.

2.3 GwLeiter, GwHemmer, Deckschichten

Nach den vorliegenden Bohrergebnissen sind südöstlich von Breitenbrunn folgende GwLeiter ausgebildet:

- Großräumig ausgebildeter Kluft-GwLeiter in den Sandsteinen des Unteren Buntsandsteins
- Sand-Kies-GwLeiter (Quartär) im Bereich der alten Main-Schleife umlaufend um den Grohberg
- Lokales schwebendes GwVorkommen über dem organischen Tonhorizont südöstlich von Breitenbrunn, nachgewiesen an der GWM 2/2a

Für die TwGewinnung sind der Untere Buntsandstein (Br. 1) und der Sand-Kies-GwLeiter (Br. 2) relevant.

Wichtig für den GwSchutz bzw. für die Schützbarkeit der Brunnen ist der an den Brunnenstandorten mit den Versuchsbohrungen VB 2b und VB 2c und mit den Bohrungen B3 bis B6 und GWM 2/2a nachgewiesene organische Tonhorizont (siehe Anlage 1.3). Dieser bildet gemeinsam mit darüber oder darunter liegendem Schluff eine als GwSchutz wirksame Deckschicht über den oben genannten wasserwirtschaftlich relevanten GwLeitern. Im Folgenden wird diese Schicht als Ton-Schluff-Horizont bezeichnet. Im Hinblick auf die Schützbarkeit der Br. 1 und 2 sind folgende Erkundungsergebnisse zu berücksichtigen:

- Wie das Bohrprofil und die GwStände von der Doppel-GWM 2/2a belegen, wirkt der organische Tonhorizont als GwHemmer, über dessen Oberfläche lokal - so im Bereich der GWM 2/2a - ein schwebendes GwVorkommen in den darüber liegenden grobklastischen Lockergesteinen ausgebildet ist. Unter diesen hydrogeologischen Gegebenheiten ist davon auszugehen, dass der Ton-Schluff-Horizont als Deckschicht gemäß der üblichen Klassifikation nach HÖLTING et al. eine hohe bis sehr hohe Schutzfunktion über den wasserwirtschaftlich relevanten GwLeitern ausübt (siehe Anlage 1.3).
- An der VB 2c (= Standort Br. 2) war allerdings im Sommer 2006 über dem organischen Tonhorizont kein Grundwasser nachweisbar; vielmehr war das Gebirge bis zu dem erst bei 33 m angetroffenen GwSpiegel völlig trocken. Vor dem Hintergrund des o. g. Ergebnisses von der GWM 2/2a ist dies wie folgt zu bewerten:
 - Entweder erfasst die Bohrung VB 2c (= Standort Br. 2) eine (relative) Hochlage der Tonoberfläche, über der im Sommer 2006 - in Folge des natürlichen „Leerlaufens“ des schwebenden GwVorkommens aufgrund der fehlenden GwNeubildung (Trockenheit) - das Grundwasser bereits in Richtung Faulbach abgeströmt war, oder
 - es bestehen im Bereich der VB 2c (und VB 2b [= Standort Br. 1]) hydraulische Fenster in dem Ton-Schluff-Horizont, die dazu führen, dass das neugebildete Grundwasser in die darunter liegenden Sande und Kiese resp. in den darunter liegenden Buntsandstein absickert.

Beide Interpretationen würden auch den fehlenden Nachweis von Grundwasser über dem Ton-Schluff-Horizont an der VB 2b (= Standort Br. 1) erklären.

- Ein Hinweis für die Existenz von hydraulischen Fenstern in dem Ton-Schluff-Horizont könnte das Fehlen des organischen Tons an der GWM 1 und die dort geringe Schluffmächtigkeit (Tiefenbereich 3 bis 5 m) sein. Als Deckschicht über dem GwSpiegel ist diesem Horizont nach der vorgenommenen Klassifikation lediglich mittlere Schutzfunktion zuzuweisen.
- Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass der Ton-Schluff-Horizont in allen Bohrungen in einem Niveau über 150 m ü. NN nachgewiesen wurde. Es wird daher angenommen, dass dieser Horizont bei einem unter 150 m ü. NN liegenden Geländeniveau (erosionsbedingt) nicht (mehr) existent ist. Dies ist etwa entlang des Unterlaufs des Faulbachs der Fall.

2.4 GwStrömung

Im Untersuchungsgebiet wurden im Laufe der letzten Jahre GwStands- resp. mehrere GwStichtagsmessungen durchgeführt. Demnach ergibt sich, dass das Grundwasser im Buntsandstein aus nördlicher bis nordöstlicher Richtung in das Erschließungsgebiet einströmt. Hierbei zeigte sich im Untersuchungsgebiet ursprünglich folgendes Strömungsbild:

- Der Vergleich der GwGleichen mit den Geländehöhenlinien macht deutlich, dass der GwSpiegel in den erschließungsrelevanten Gesteinsschichten - Buntsandstein und unmittelbar darüber liegende quartäre Sande und Kiese - südöstlich von Breitenbrunn deutlich unter dem Niveau des Faulbachs liegt. Hieraus sind folgende Schlüsse zu ziehen:

- Vorfluter für die wasserwirtschaftlich relevanten GwLeiter ist der Main. Der Faulbach „schwebt“ in diesen Schichten etwa bis zum Messpunkt MP 7 über dem GwSpiegel und hat keine Vorflutfunktion (siehe Anlage 1.3).
- Unter Berücksichtigung der Mittelgebirgsmorphologie östlich und nördlich der Versuchsbohrungen VB 2b (= Br. 1) und VB 2c (= Br. 2) und des Vorflutniveaus des Mains ist eine derartige Tieflage des GwSpiegels resp. ein entsprechend großer GwFlurabstand nur durch hohe Transmissivitäten bzw. hohe Gebirgsdurchlässigkeiten zu erklären. Hierdurch wirken der geklüftete Buntsandstein und die unmittelbar darüber liegenden quartären Sande und Kiese wie eine Flächendränge, die das Gebirge in Richtung Main entwässert. Die in Folge der hohen Transmissivität (bzw. Gebirgsdurchlässigkeit) hohe hydraulische Effektivität dieser Flächendränge bewirkt ein flächenhaft (relativ) niedriges GwNiveau und demzufolge auch den relativ großen GwFlurabstand.
- Aus dieser Modellvorstellung ergibt sich weiterhin, dass die Flächendränge, die hydrogeologisch der um dem Grohberg verlaufenden alten Mainschleife entspricht, das aus dem Buntsandstein-Spessart nach Süden hin abströmende Grundwasser aufnimmt und zum Main hin abführt. Hierdurch erklärt sich das entlang dieser hydrogeologischen Struktur sehr ergiebige GwVorkommen, das mit den Versuchsbohrungen VB 2b (= Br. 1) und VB 2c (= Br. 2) und den (alten) Erkundungsbohrungen des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft westlich des Grohbergs nachgewiesen ist.
- Anders als an GWM 1, 2 und VB 2c (= Br. 2) liegt an der GWM 2a der GwSpiegel mit 163,53 m ü.NN (06.02.2007) höher als der örtliche Faulbach-Wasserspiegel. Hieraus ist zu schließen, dass das schwebende GwStockwerk in den sandig-steinigen Ablagerungen über dem organischen Ton resp. über dem Ton-Schluff-Horizont in den (süd-) westlich verlaufenden Faulbach unterhalb von Breitenbrunn entwässert. Diese Interpretation wird auch durch die wiederholt durchgeführten abschnittswisen Abflussmessungen gestützt (siehe Anlage 1.3 und Anlage 6, Abflusszuwachs von MP 8 bis MP 7).

Mit der Inbetriebnahme der beiden Brunnen Ende 2011 ist eine Störung des normalen GwAbstroms im erschlossenen GwVorkommen (Buntsandstein [Br. 1] und unmittelbar darüber liegende quartäre Sande und Kiese der alten Mainschleife [Br. 2]) in Richtung des Mains gegeben. Es zeigt sich Folgendes:

- Durch den Betrieb der Brunnen werden im nahen Brunnenumfeld trichterartige Absenkungen des GwSpiegels erzeugt. Da die Brunnen im Normalbetrieb nicht über den ganzen Tag fördern, ist in den Betriebspausen von einer weitgehenden - aber nicht gänzlichen - Ausblendung der Absenkungstrichter auszugehen. Dies zeigen die z. B. in der Anlage 2.1 dargestellten GwStandsganglinien an den Brunnen. Während am Br. 2 die maximale Absenkung unter den Ruhewasserspiegel im Bereich von ca. 1 m liegt, werden am Br. 1 - je nach Förderrate - Absenkungen zwischen ca. 3 und ca. 10 m erreicht. Auf die räumliche Ausdehnung der Absenkungstrichter verweisen die deutlichen Absenkungen an der GWM 1 (Buntsandstein) nahe Br. 1, die im Bereich von ca. 2 bis 4 m auf die Förderung am Br. 1 reagiert.

An den weiter entfernt liegenden GwMessstellen GWM 2 bis 4, die den quartären Abschnitt des genutzten GwVorkommens erfassen, lassen sich keine Beeinflussungen durch den Brunnenbetrieb erkennen. Sie liegen nicht im Bereich der pulsierenden Absenkungstrichter. Für die ca. 1.100 m nördlich gelegene GWM 5 (Buntsandstein) ist grundsätzlich von keiner Beeinflussung durch den Brunnenbetrieb auszugehen.

- Ein Teil des von N und NE zuströmenden Grundwassers wird somit durch den Brunnenbetrieb abgefangen, wobei die Beeinflussung des natürlichen Strömungsfeldes aber auf die Nahbereiche der beiden Brunnen beschränkt bleibt. Die Darstellungen von GwGleichenplänen aus Stichtagsmessungen aus den Jahren 2014 und 2015 zeigen dies (siehe Anlage 3.1 und Anlage 3.2).
- Der Wasserstandsverlauf an der GWM 2a (Quartär im flurnahen Bereich), die ein schwebendes GwStockwerk über dem genutzten GwVorkommen erfasst, zeigt erwartungsgemäß keine erkennbaren Reaktionen auf die GwEntnahme an den Brunnen. Die Wasserstandsentwicklung hier ist weiterhin unabhängig von den Verhältnissen im tieferen Untergrund und temporär deutlich von Niederschlagsereignissen geprägt.
- Ausgehend davon, dass das schwebende GwStockwerk im Faulbachtal nicht durch die GwEntnahme im tieferen GwVorkommen beeinflusst ist, kann auch für den Abfluss am Faulbach von keiner Beeinflussung ausgegangen werden. Die 2006 und seit 2011 häufiger durchgeführten Trockenwetterabflussmessungen entlang des Faulbachs ergeben keine Hinweise darauf.
- Mit ihrer Inbetriebnahme Ende 2011 war an den Brunnen und auch an den nächstgelegenen GwMessstellen (GWM 1 bis 4), die ebenfalls das genutzte GwVorkommen erfassen, ein insgesamt fallender Trend der Wasserstände zu verzeichnen, sodass im Laufe des Jahres 2015 eine räumliche Absenkung im Bereich von bis zu ca. 3 m unter den Ausgangswerten vor Inbetriebnahme der Brunnen erreicht wurde. Neben der überwiegend eher ungünstigen GwNeubildungssituation in den Jahren seit der Inbetriebnahme der Brunnen wurde diese Entwicklung auch darauf zurückgeführt, dass das bislang ungestörte GwSystem im Buntsandstein mit dem angeschlossenen Quartär sich nur sehr allmählich auf einen neuen Beharrungszustand im Umfeld der Brunnen einstellt.

Die beschriebene räumliche Absenkung führte im Laufe des Jahres 2014 dazu, dass es am Br. 2, der aufgrund der geringen Mächtigkeit des erschlossenen Quartärs nur einen begrenzten Absenkungsspielraum besitzt, zunehmend zu technischen Schwierigkeiten kam (Häufung der Pumpenschaltzeiten, Erfordernis der Rücknahme der Förderung). Die Entwicklung setzte sich ins Jahr 2015 hinein fort, auch bedingt durch erneute ungünstige GwNeubildung. Daher wurde im Frühjahr 2015 ein Konzept entwickelt, durch die Einleitung des nicht mehr genutzten Quellwassers aus der ehemaligen Trinkwasserversorgung (Altenbacher-, Forstrain- und Neue Quelle, nur noch Vorhaltung zur Notversorgung) in die GWM 3 eine GwAnreicherung zu betreiben, um dadurch einer weiteren GwAbsenkung entgegenzuwirken. Nach entsprechenden Vorarbeiten, der Vorabstimmung mit den Behörden und der Erwirkung einer wasserrechtlichen Erlaubnis wurde im September 2015 mit der GwAnreicherung über die GWM 3 begonnen. Zunächst wur-

de für einige Wochen mit einer Druckerhöhung eine Einleitrade von ca. 10 l/s realisiert, die sich dann in der Folgezeit - ohne Druckerhöhung, nur im freien Zulauf - auf ca. 3 l/s reduzierte. Der positive Verlauf des Einleitversuchs (10 l/s dauerhaft realisierbar, kein Zusetzen der GwMessstelle, tatsächlich erreichte Stützung des GwVorkommens) wurde im Nahbereich der GWM 3 im Zeitraum August bis November 2016 ein Einleitbrunnen hergestellt (Ausbau ähnlich GWM 3 in den quartären Schichten). Dieser wird seit Anfang Februar 2017 mit Quellwasser im Umfang von ca. 8 l/s beschickt (neue Zulaufleitung, größerer freier Zulauf). Die GWM 3 hat seit diesem Zeitpunkt wieder ihre eigentliche (ursprüngliche) Funktion als GwMessstelle. Mit Beginn der GwAnreicherung durch die Einleitung, insbesondere seit Inbetriebnahme des Einleitbrunnens am 01.02.2017, änderte sich dieses Strömungsbild in dem quartären bzw. im genutzten GwVorkommen östlich des Grohbergs bzw. im Bereich der Brunnen wie folgt:

- Mit dem Beginn der Einleitung wurde der fallende Trend an den Brunnen und an den GwMessstellen im Umfeld gestoppt bzw. verringert. Seit der Einleitung von ca. 8 l/s in den neuen Einleitbrunnen ab Februar 2017 ist ein Anstieg der Wasserstände am Br. 2, aber auch am Br. 1 sowie den GwMessstellen GWM 1, 2, 3 und 4 zu beobachten, der augenscheinlich erst Ende 2018 beendet war. An den GwMessstellen wird dabei in etwa wieder das Wasserstandsniveau wie zu Beginn des Brunnenbetriebs Ende 2011 erreicht. An den Brunnen verbleibt es ca. 2 m darunter. Insgesamt ist somit ein positiver Effekt durch die GwEinleitung vorhanden.
- Im Bereich der GWM 3 bzw. des Einleitbrunnens ergibt sich eine Aufkuppung des GwSpiegels, von dem aus nunmehr ein erhöhter Abstrom in Richtung der Brunnen erfolgt. Dies bedeutet, dass aus dem Bereich der Einleitung ein Teil des eingeleiteten Grundwassers den Brunnen - besonders dem Br. 2 - zufließt. Dies zeigen die in der Anlage 3.3 bis Anlage 3.5 dokumentierten GwGleichenpläne.

2.5 GwNeubildung aus Niederschlag

Die GwNeubildung aus Niederschlag wird entsprechend dem aktuellen Datensatz des Bayer. LfU angesetzt.

2.6 Geohydraulische Kennwerte

In vorangegangenen Berichten und Gutachten sind folgende geohydraulischen Kennwerte, die teils aus unterschiedlichen Datenquellen entnommen bzw. selbst ermittelt wurden, genannt:

Tabelle 2-1: Zusammenstellung geohydraulischer Kennwerte

Messstelle	Geologische Einheit	Bereich	T-Wert (m ² /s)	k _r -Wert (m/s)	aus:
GWM 1	SuGD	oberhalb Altenbuch	6×10^{-5}	2×10^{-6}	/26/
Versuchsbg. A	suS/suG	w´ Grohberg	-	5×10^{-4}	/26/
Versuchsbg. A	Quartär	w´ Grohberg	-	2×10^{-4}	/26/
Versuchsbg. B	suS/suG	w´ Grohberg	-	5×10^{-4}	/26/
Versuchsbg. B	Quartär	w´ Grohberg	-	8×10^{-4}	/26/
Br. 1, GWE-14	suS/suG	Sportplätze nw´ Faulbach	$2,1 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-5}$	/26/
Br. 2, GWE-15	Quartär	Sportplätze nw´ Faulbach	$5,5 \times 10^{-4}$	$9,7 \times 10^{-5}$	/26/
VB 2b	Buntsandstein	Brunnenstandort	$4,4 \times 10^{-3}$	$4,4 \times 10^{-5}$	/1/
GWM 1	Buntsandstein	w´ Brunnenstandort	$8,0 \times 10^{-3}$	$5,4 \times 10^{-5}$	/1/
VB 2c	Quartär	Brunnenstandort	$1,5 \times 10^{-2}$	$1,7 \times 10^{-3}$	/1/
GWM 2	Quartär	n´ Brunnenstandorte	$1,3 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-4}$	/1/
GWM 3	Quartär	n´ Brunnenstandorte	$4,8 \times 10^{-3}$	$5,3 \times 10^{-4}$	/4/
GWM 4	Quartär	e´ Brunnenstandorte	$5,1 \times 10^{-3}$	$5,6 \times 10^{-4}$	/4/
GWM 5	Buntsandstein	n´ Brunnenstandorte	$1,3 \times 10^{-5}$	$2,1 \times 10^{-7}$	/4/

Das effektive Hohlraumvolumen (Nutzporosität) wird für das Quartär in den verschiedenen hydrogeologischen Berichten /1/, /4/ und /26/ mit $n_o = 0,1$ (bzw. 10%) und für den Buntsandstein mit $n_o \leq 0,03$ (bzw. 3%) angesetzt.

3. Technische Angaben zu den Brunnen

Die beiden TwBrunnen liegen etwa 1 km südöstlich von Breitenbrunn, östlich des Faulbachs am Rande einer ringförmigen Talstruktur um den Grohberg. Bei der Talstruktur handelt es sich um die oben bereits beschriebene alte Main-Schleife (Umlaufstal), in der dem anstehenden Buntsandstein eine quartäre Verfüllung aus Sanden und Kiesen auflagert. Größerräumig sind Buntsandstein und quartäre Talfüllung als eine Einheit anzunehmen, die den wasserwirtschaftlich genutzten GwLeiter darstellt. Bei lokaler Betrachtung ist aber von einer gewissen hydraulischen Trennung in einen Festgesteins- und einen Quartär-GwLeiter auszugehen, was sich beim Betrieb der Br. 1 und 2 bemerkbar macht. Oberflächennah können (lokal) begrenzte GwVorkommen vorliegen, die durch Trennhorizonte über dem relevanten GwLeiter schweben.

Die beiden Brunnen erschließen mit ihrem Ausbau Sandsteine der Buntsandstein-Folge (Br. 1, siehe Anlage 1.4) bzw. quartäre Sande und Kiese (Br. 2, siehe Anlage 1.5), die in der alten Main-Schleife abgelagert wurden.

Brunnen 1

Br. 1 ist 76,50 m tief und unterhalb von 23,5 m u.GOK durchgängig im Buntsandstein verfiltert. Die Abdichtungsstrecke reicht bis 20,50 m u.GOK und somit bis in den aufgewitterten Buntsandstein hinein. Der dem Buntsandstein auflagernde GwLeiter in den quartären Kiesen ist hierdurch abgesperrt.

Brunnen 2

Br. 2 ist 43,50 m tief und in den gw-führenden Sanden und Kiesen im unteren Teil der quartären Ablagerungen über dem Buntsandstein verfiltert. Die Abdichtungsstrecke reicht bis 31,50 m u.GOK und dadurch bis in feinkörnige Schichten hinein, die die gw-führenden Sande und Kiese schützend überdecken.

GwMessstellen

Die vorhandenen GwMessstellen erschließen den wasserwirtschaftlich genutzten GwLeiter im Buntsandstein (GWM 1, 5) bzw. in den quartären Kiesen und Sanden (GWM 2, 3, 4) bis auf eine Ausnahme (GWM 2a). Die flache GWM 2a erfasst ein flurnahes GwVorkommen über dem wasserwirtschaftlich relevanten GwLeiter im Quartär.

Einleitbrunnen

Der neu eingerichtete Einleitbrunnen westlich der GWM 3 steht - ebenso wie die GWM 3 - unter mächtigen bindigen Deckschichten zwischen ca. 14 und knapp 34 m u.GOK in quartären Sanden und Kiesen (siehe Anlage 7). Dies bedeutet, dass im Rahmen der Einleitung des Quellwassers im Wesentlichen die Stützung des quartären GwLeiters zunächst über die GWM 3 und nun (seit dem 01.02.2017) über den Einleitbrunnen erfolgte bzw. erfolgt.

4. Ergebnisse des Probetriebs

4.1 GwEntnahmen, Förderbetrieb

Der Probetrieb der Br. 1 und 2 wurde im Dezember 2011 aufgenommen. Bis zum Ende des aktuellen Betrachtungszeitraumes (Februar 2019) wurde an den beiden Brunnen - lässt man den unvollständigen Monat Dezember 2011 außer Acht - monatlich zwischen ca. 21.300 und 35.200 m³ entnommen¹ (siehe Anlage 2.3). Die Förderung ist mit den üblichen saisonalen Schwankungen über das Jahr hinweg relativ gleichmäßig verteilt. Die folgende Tabelle zeigt die entnahmestarken und entnahmeschwachen Monate im Zeitraum 2012 bis 2018.

Tabelle 4-1: Jährliche maximale und minimale Monatsförderung an den Br. 1 und 2, Zeitraum 2012 bis 2018

Jahr	Maximale Monatsförderung (m ³ /Monat)		Minimale Monatsförderung (m ³ /Monat)	
	2012	25.909	im Dezember	21.325
2013	35.243	im Juli	24.790	im Februar
2014	29.556	im Juli	23.864	im Februar
2015	33.647	im Juli	24.455	im Februar
2016	31.933	im Juli	27.321	im November
2017	28.805	im Juni	24.643	im November
2018	31.494	im August	25.474	im Februar

Demnach lag in der Regel der entnahmestarke Monat eines Jahres im Sommer, während die geringsten Monatsförderungen in den Wintermonaten zu suchen sind.

Die Entwicklung der jährlichen Förderung stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 4-2: Jahresförderung an den Br. 1 und 2, Zeitraum 2012 bis 2018 (m³)

Jahr	Brunnen 1	Brunnen 2	Gesamtförderung
2012	123.029	159.400	282.430
2013	162.854	183.121	345.975
2014	138.582	187.980	326.562
2015	155.945	182.539	338.484
2016	167.339	178.315	345.655
2017	158.486	169.023	327.509
2018	166.886	173.759	340.645

Es zeigt sich, dass mit dem Beginn der Mitversorgung von Altenbuch ab Ende 2012 eine Steigerung der Jahresförderung von ca. 282.000 m³ im Jahr 2012 auf deutlich über 300.000 m³ ergibt. Die Jahresentnahmen 2013 bis 2018, die zeitweilig allerdings auch durch unverhältnis-

¹ Gelegentlich kam es zu kurzzeitigen Erfassungsausfällen im Leitsystem; die fehlenden Fördermengen wurden durch eine Abschätzung aus Wasseruhrablesungen und Förderbedingungen ergänzt.

mäßig viele Rohrbrüche geprägt waren, liegen zwischen ca. 327.000 und 346.000 m³. Dies bedeutet, dass die derzeitig erlaubte maximale Entnahme im Rahmen des Probebetriebs von 360.000 m³/a zwischen ca. 78 % (2012) und 96 % (2013, 2016) zumeist in hohem Maße genutzt wird. Der Ausnutzungsgrad 2018 lag bei ca. 95 %.

Der Anteil an der Jahresgesamtentnahme schwankt beim Br. 1 zwischen ca. 42 bis 49 %, der des Br. 2 bei ca. 51 bis 58 %.

In der Regel werden beide Brunnen gleichzeitig über etwa 7 bis 19 Std. täglich betrieben, im Jahr 2018 im Mittel etwas mehr als 12 Std. (siehe Anlage 2.1.1). Durch die Variation der täglichen Betriebsstunden als auch der Förderraten (bei Brunnenbetrieb) ergeben sich über den gesamten Betrachtungszeitraum unterschiedliche Tagesfördermengen, die zwischen ca. 300 und 1.600 m³/d liegen. Bezogen auf das Jahr 2018 lag die tägliche Gesamtfördermenge zwischen ca. 310 und 1.400 m³/d, im Mittel bei ca. 930 m³/d.

Ab der Inbetriebnahme bis ca. Mitte 2013 wurden die Brunnen in der Regel mit Förderraten bei Betrieb¹ von ca. 9,2 l/s (Br. 1) bzw. ca. 12,8 l/s (Br. 2) betrieben (siehe Anlage 2.1.3). Das sukzessive Fallen des Betriebswasserspiegels am Br. 2 machte es dann aufgrund der technischen Installationen im Juli 2013 erforderlich, die Förderrate zurückzunehmen. Sie wurde auf ca. 9,8 l/s reduziert und dafür am Br. 1 auf ca. 11,0 l/s bei gleichzeitiger Erhöhung der täglichen Betriebszeiten gesteigert. Im Dezember erfolgte eine weitere Drosselung am Br. 2 auf ca. 8,1 l/s, da sich das Fallen des Betriebswasserspiegels zwar verlangsamt hatte, die fallende Tendenz aber weiter erhalten blieb. Da die Wasserstandsentwicklung an den Brunnen mit der an verschiedenen GwMessstellen vergleichbar ist, ist davon auszugehen, dass es sich nicht um Brunnenalterungserscheinungen handelt (Zunahme der Absenkungen durch Zusetzen der Filterschlitzes bzw. des Filterkieses).

Im Januar 2014 wurden nach technischen Modifikationen am Br. 2 wieder die anfänglichen Förderraten an den Brunnen eingestellt (ca. 9,2 bzw. 12,8 l/s). Ab Mitte November 2014 zeigen sich etwas größere Schwankungen von Tag zu Tag in den Förderraten als zuvor, wobei im Mittel die Förderraten aber gleichbleiben. In der zweiten Juni-Hälfte 2015 musste wegen der weiter fallenden Betriebswasserspiegel die Förderrate am Br. 2 wieder auf knapp 10 l/s zurückgefahren und am Br. 1 eine entsprechende Steigerung auf knapp über 12 l/s vorgenommen werden. Ende Juli 2015 erfolgte dann eine Umstellung auf eine Förderrate von ca. 10,2 l/s am Br. 1 bzw. 10,8 l/s am Br. 2. Dieses Förderszenario bleibt bis Anfang Januar 2019 mit geringen Variationen bestehen. Am 07.01.2019 konnte - aufgrund der positiven Wasserstandsentwicklung durch die Einleitung - die Förderrate am Br. 2 auf knapp 13 l/s gesteigert werden. Am Br. 1 wurde keine Veränderung vorgenommen. Die Steigerung der Gesamtförderrate führt zu einer geringeren täglichen Laufzeit der Brunnen.

¹ Bei den Förderratenangaben handelte sich um die Sekundenförderraten, wie sie sich täglich während des Brunnenbetriebs ergeben (tägliche Fördermenge / tägliche Betriebszeit); diese Förderraten sind nicht zu verwechseln mit den täglichen Sekundenförderraten, die sich bei einem angenommenen täglichen Betrieb von 24 Std. ergeben würden (tägliche Fördermenge / 24 Std.).

4.2 Quellwassereinleitung in die GWM 3 bzw. in den neuen Einleitbrunnen

Wie zuvor bereits beschrieben, wurde vor dem Hintergrund der fallenden Wasserstände an den Brunnen und in deren Umfeld das Konzept entwickelt, einen Teil der Schüttung aus den alten, und derzeit für die Notversorgung vorgehaltenen Quellfassungen, Altenbucher-, Forstrain- und Neue Quelle nördlich der Brunnenstandorte in den Untergrund einzuleiten. Damit sollte eine GwAnreicherung und somit eine Stützung vornehmlich des quartären GwLeiters, aus dem der Br. 2 fördert, erreicht werden.

Hierzu wurde zunächst ab Ende September 2015 ein Einleitversuch an der GWM 3 durchgeführt, dessen Ergebnisse bis Ende 2016 in einem letzten Zwischenbericht (4. Zwischenbericht /24/) dokumentiert und bewertet sind. Parallel dazu wurde auf der Basis der erfassten Daten bis Ende 2015 eine GwModell-gestützte Auswertung durchgeführt. Daraus ergab sich die Empfehlung der Einrichtung eines Einleitbrunnens, der die quartären Sedimente im Bereich der GWM 3 erfasst, für die dauerhafte Einleitung von Quellwasser. Dieser Einleitbrunnen wurde einschließlich der entsprechenden Zuleitungen im Laufe des Jahres 2016 hergestellt und am 01.02.2017 in Betrieb genommen.

Die Einleitung von Quellwasser an der GWM 3 begann am 21.09.2015 als Versuch und wurde bis zur Inbetriebnahme des Einleitbrunnens am 01.02.2017 fortgeführt. Bezüglich der Einleitraten sind folgende zeitliche Phasen zu nennen:

Tabelle 4-3: Quellwassereinleitung im Bereich Breitenbrunn - Chronologie

Phase	Dauer	Beschreibung
Phase 1	21.09.2015 bis 21.12.2015 Einleitung in die GWM 3	Hauptphase, dauerhafte Einletrate ca. 10 l/s; die Zuleitung des Quellwassers zur GWM 3 erforderte einen Pumpeneinsatz im Maschinenhaus Breitenbrunn zur Druckerhöhung aufgrund der zu geringen Leitungsdurchmesser.
Phase 2	21.12.2015 bis 01.02.2017 Einleitung in die GWM 3	Phase mit fortgesetzter, reduzierter Einletrate (ca. 3 l/s); maximale Einleitung ohne Pumpeneinsatz (Limitierung durch Leitungsdurchmesser)
Phase 3	seit 01.02.2017 Einleitung in den neuen Einleitbrunnen	geplanter beständiger Einleitbetrieb, durch entsprechend große Leitungsdurchmesser sind im freien Zulauf Einleitraten bis ca. 10 l/s möglich, die tatsächlichen Einleitraten seit Inbetriebnahme lagen in der Regel im Bereich von ca. 6 bis 10 l/s (im Mittel ca. 8 l/s)

Folgende Messungen wurden und werden beim Einleitbetrieb durchgeführt:

- Erfassung der Einletrate über Wasseruhr und Ablesung in ca. 3- bis 5-tägigen Abständen. Für die Einleitung von 10 l/s in die GWM 3 war der Betrieb einer Pumpe erforderlich, da das Gefälle von den Quellen bis zur GWM 3 sowie die Leitungsdurchmesser ansonsten nicht für eine derartige Einletrate ausreichten. Ohne Pumpbetrieb wurde im Freispiegelgefälle eine Einletrate in die GWM 3 von ca. 3 l/s erreicht. Die Einletrate am Einleitbrunnen liegt seit der Inbetriebnahme im Mittel bei ca. 8 l/s.

- An der GWM 3 zeigte sich die Erfassung der Wasserstände als problematisch, da durch die Einleitung ohne Falleitung die Lichtlotmessungen nur unzuverlässige Werte anzeigten. Der Versuch, ein zusätzliches Peilrohr als Führungsrohr für das Lichtlot zu installieren, scheiterte. Durch die Wasserspiegelaufhöhung wurde auch der maximal erfassbare Wasserstand der seit Jahren installierten automatischen Wasserstandserfassung erreicht. Um wieder eine verlässliche Datenerfassung zu erlangen, wurde während der Einleitphase mit 10 l/s der Wasserstandssensor um 15 m angehoben, für die Phase 2 (3 l/s) dann aber wieder auf das normale Einhängeniveau abgesenkt. Die Einleitung ohne Falleitung bis unter die Wasserspiegeloberfläche lässt auch eine ungenaue Aufzeichnung des Wasserspiegels mit dem Sensor vermuten. Aufgrund dessen ist die Wasserstandserfassung an der GWM 3 - vor allem während der 10 l-Phase - nur bedingt aussagekräftig. Es steht aber außer Zweifel, dass diese Einleitraten in der Zeit vom 21.09. bis 21.12.2015 realisiert wurden. Nach Beendigung der Einleitung wird an der GWM 3 der Wasserstand im Rahmen der automatischen Erfassung wieder normal erfasst.
- Im Einleitbrunnen ist keine automatische Erfassung installiert; es werden regelmäßig Lichtlotmessungen vorgenommen (siehe Anlage 2.2.4), was als ausreichend erachtet wird.
- Ergänzende Erfassung der Trübung des Quellwassers (NTU) seit dem 20.11.2016 in ca. 1- bis 10-tägigen Abständen, je nach erwartetem Trübungsaufreten, etwa nach stärkeren Niederschlägen oder Schneeschmelze.

Mit der nunmehr auf Dauer angelegten Einleitung von Quellwasser in den Einleitbrunnen wird - wie zuvor auch - nur ein Teil der Schüttung der Quellen genutzt. Von den Quellen her erfolgt eine Ableitung von ca. 14 bis 15 l/s zum Maschinenhaus Breitenbrunn (Erfassung über Wasseruhr). Hier wird eine Teilung vorgenommen. Mit ca. 8 l/s wird - der Leitungskapazität entsprechend - der Einleitbrunnen beschickt. Der restliche Teil von ca. 6 bis 7 l/s fließt über den Teich beim Maschinenhaus dem Faulbach zu. An den Quellen selbst erfolgt eine monatliche Schüttungsmessung, die für das Jahr 2018 Schüttungsraten zwischen 17,5 und 74,0 l/s ergaben (Datenbereitstellung durch den ZV, graphische Darstellung siehe Anlage 2.5). Demnach ist davon auszugehen, dass mit der Einleitung in den Einleitbrunnen immer nur eine Teilnutzung der Quellschüttung erfolgt, dies auch im extrem trockenen Jahr 2018.

Der bisherige Einleitbetrieb zeigt bezüglich der Einleitraten und Wasserspiegelentwicklungen Folgendes (siehe Anlage 2.1.2 und Anlage 2.2.2):

➤ **Einleitung in die GWM 3:**

Die GWM 3 erfasst den Quartär-Abschnitt der wasserwirtschaftlich relevanten GwLeiter, der über den Br. 2 zur TwGewinnung genutzt wird.

Während der ca. 3-monatigen Einleitphase mit 10 l/s (sieht man von einem längeren Pumpenausfall zu Beginn ab, der nur Einleitung von ca. 3 l/s ermöglichte; im Mittel erfolgte eine Einleitung von ca. 9,3 l/s) war zunächst ein schneller und dann sich verlangsamender Wasserspiegelanstieg in der Messstelle von ca. 142 m ü.NN auf ca. 171 m ü.NN zu beobachten.

Der steigende Trend ist am Ende der Einleitphase noch nicht völlig in eine Beharrung übergegangen.

Während vor Einleitungsbeginn der Wasserspiegel bei ca. 29 m u.GOK lag, ist er am Ende der 10 I-Phase nur noch ca. 2 m von der Geländeoberkante (GOK) entfernt.

Dies bedeutet, dass das Schluckvermögen der GWM 3 mit einer Einletrate von etwa 10 l/s nahezu vollständig ausgenutzt wurde.

Ein Nachlassen des Schluckvermögens mit der Zeit zeichnete sich bis zum Ende der Einleitung am 01.02.2017 nicht ab. Von der zeitweiligen geringen Trübung des Quellwassers und durch die eher unwahrscheinlichen chemischen Ausfällungen (z. B. durch Mischung unterschiedlicher Wässer; s.u.) wurden grundsätzlich keine nachteiligen hydraulischen Entwicklungen in der Messstelle erwartet, die das Schluckvermögen nachteilig beeinflussen könnten.

Bei der ab dem 21.12.2015 realisierten Einletrate von ca. 3 l/s, die im Freigefälle ohne zusätzlichen Pumpaufwand erfolgt, ging der Wasserstand in der Messstelle auf knapp 147 m ü.NN zurück, um dann wieder allmählich anzusteigen und in einen Beharrungszustand überzugehen. Bei seltenen Ausfällen der Einleitung sank der Wasserspiegel schnell ab. Ende 2016 kam es auch zu leicht erhöhten Einletraten bis knapp 4 l/s, bei der dann allerdings die automatische Erfassung tieferliegende Wasserstände erfasste. Es wird davon ausgegangen, dass es sich hier um Fehlanzeigen handelt, da das Quellwasser frei in die Messstelle oberhalb des Wasserstands einläuft. Während bis ca. 3 l/s dies keinen nachteiligen Einfluss auf die Wasserstandserfassung hat, scheint dies bei höheren Einletraten und den damit verursachten Verwirbelungen und der vermehrte Lufteintrag eine Rolle zu spielen. Am Ende des Beobachtungszeitraumes wurde ein Wasserstand von wenig mehr als 148 m ü.NN (ca. 25 m u.GOK) gemessen, bei dem es sich bei Betrachtung der Gesamteinleitzeit etwa um einen Beharrungszustand handelt.

➤ **Einleitung in den Einleitbrunnen:**

Auch der Einleitbrunnen, ca. 115 m westlich der GWM 3 gelegen, erfasst den Quartär-Abschnitt der wasserwirtschaftlich relevanten GwLeiter, der über den Br. 2 zur TwGewinnung genutzt wird.

Der Ruhewasserspiegel vor Beginn der Einleitung lag im Niveau von ca. 142,6 m ü.NN. Bereits nach wenigen Tagen wurde eine Aufhöhung in das Niveau von ca. 162 bis 163 m ü.NN erreicht, was einem Flurabstand von ca. 4 bis 5 m bzw. einem Abstand zum Brunnenkopf von 2 bis 3 m entspricht. Abgesehen von einigen Schwankungen, die auf Wechsel in der Einletrate zurückzuführen sind, bleibt dieser Wasserstand bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes erhalten. Somit deutet sich an, dass bei einer weitgehend konstanten Einletrate von ca. 8 l/s ein Beharrungszustand erreicht ist. Bislang zeichnen sich erwartungsgemäß keine nachteiligen Entwicklungen wie etwa das Zusetzen der Filterstrecke oder des Filterkieses ab, die das Schluckvermögen des Einleitbrunnens beeinträchtigen würden. Allerdings erscheint unter dem Aspekt des nur noch geringen Freiraums bis zum Brunnenkopf keine nennenswerte Steigerung der Einletrate möglich.

Mit der Einstellung der Einleitung an der GWM 3 fällt hier der Wasserspiegel auf ein Niveau von ca. 143,1 m ü.NN ab, um dann binnen einiger Tage auf ca. 143,6 m ü.NN anzusteigen. Dies ist als Reaktion auf die Einleitung am Einleitbrunnen zu deuten. Ab diesem Zeitpunkt

weist der Wasserstand an der GWM 3 mit Schwankungen bis zum Ende 2018 einen mehr oder weniger stetig steigenden Trend auf, der dann bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes augenscheinlich allerdings in eine Stagnation übergeht. Des Weiteren ist zu erwähnen, dass der Wasserstand an der nordwestlich gelegenen GWM 2, vor dem Einleitbeginn an der GWM 3, immer ca. 0,5 m über dem Niveau der GWM 3 lag. Seit Beginn der Einleitung am Einleitbrunnen ist eine Umkehr festzustellen. Die Wasserspiegel der GWM 3 liegen nun beständig ca. 0,4 m über dem Wasserspiegel der GWM 2. Insgesamt weist die GWM 2, die bereits durch den Einleitbetrieb an der GWM 3 beeinflusst war, einen mit der GWM 3 vergleichbaren Trend seit der Inbetriebnahme des Einleitbrunnens auf.

Durch die Wasserstandsentwicklung wird die erzielte Aufkuppung der GwOberfläche um den Einleitbrunnen durch die Einleitung des Quellwassers deutlich.

➤ **Stützung des quartären GwLeiters und Förderung an den Brunnen:**

Während der Einleitphase in die GWM 3 mit ca. 10 l/s (Mittelwert ca. 9,3 l/s) wurden an den Brunnen im Durchschnitt 13,9 l/s gefördert (Br. 1 ca. 6,7 l/s, Br. 2 ca. 7,2 l/s, angenommener Dauerbetrieb). Dies bedeutet, dass die Stützung des quartären Abschnitts des GwLeiters durch die Einleitung des Quellwassers phasenweise größer war, als die Förderung am Br. 2 und - bezogen auf die Gesamtentnahme an beiden Brunnen - rund 70% der gwhaushaltlichen Beanspruchung des GG Breitenbrunn durch die TwGewinnung betrug. Mit der Einletrate von ca. 3 l/s erfolgt eine deutlich geringere Stützung (ca. 40% der Förderrate am Br. 2 bzw. 20% der Gesamtförderrate).

Mit der Aufnahme der Einleitung im September 2015 wurden bis Ende Januar 2017 insgesamt knapp 183.000 m³ Quellwasser in die GWM 3 eingeleitet, was im Mittel etwa 4,2 l/s entspricht.

Seit der Inbetriebnahme des Einleitbrunnens am 01.02.2017 wurden bis Ende 2018 insgesamt ca. 480.000 m³ Quellwasser über den Einleitbrunnen in den quartären Untergrund eingeleitet, was im Mittel etwa 8 l/s entspricht. In dieser Zeit betrug die Förderung an den Brunnen im Mittel ca. 10,7 l/s (Br. 1 ca. 5,3 l/s, Br 2 ca. 5,4 l/s). Es ist allerdings davon auszugehen, dass nicht das gesamte eingeleitete Quellwasser den TwBrunnen zuströmt. Nach den GwGleichenplänen (siehe Anlage 3.3 bis Anlage 3.5) ist vielmehr anzunehmen, dass ein Teil des eingeleiteten Quellwassers zunächst in westliche bis südwestliche und dann erst in südliche Richtung abströmt. Durch die Lage des Einleitbrunnens nordwestlich der Brunnen (erforderliches Gefälle für den freien Zulauf von den Quellen zum Einleitbrunnen) ist somit keine vollständige „Rückgewinnung“ des eingeleiteten Quellwassers am Br. 2 möglich. Ein Teil des eingeleiteten Quellwassers strömt westlich an den Brunnen vorbei. Gleichwohl ist eine hydraulische Stützung des wasserwirtschaftlich genutzten GwLeiters durch die Quellwassereinleitung klar erkennbar.

➤ **Beobachtete Wasserspiegelaufhöhungen:**

Signifikante Wasserspiegelaufhöhungen bei der Einletrate 10 l/s in die GWM 3 waren am Br. 2 (südöstlich der GWM 3) sowie der GWM 2 (westlich der GWM 3) zu beobachten. An der GWM 4 (südöstlich der Brunnen) kommt es zumindest zu einer Stagnation des fallenden Trends. Der Br. 2 und die genannten Messstellen erfassen - wie die GWM 3 - den quartären (Kies-) GwLeiter über dem Buntsandstein. Niederschlagsereignisse überprägen zwar

den Wasserstandsverlauf, eine eindeutige Aufhöhung in Folge der Quellwassereinleitung ist aber erkennbar.

Am Br. 1 und an den übrigen GwMessstellen wurden keine signifikanten Einflüsse durch die Einleitung in die GWM 3 festgestellt. Dieses Bild bleibt grundsätzlich auch nach der Inbetriebnahme des Einleitbrunnens und der damit einhergehenden gesteigerten Einleitung erhalten. Im Einzelnen stellte sich die GwStandentwicklung an den beeinflussten Brunnen und GWM wie folgt dar (zur GWM 3, die seit der Inbetriebnahme des Einleitbrunnens wieder als GwMessstelle fungiert, wurden bereits oben Angaben gemacht):

➤ **Brunnen 2:**

Am Br. 2 wurde am Ende der 3-monatigen Einleitphase mit 10 l/s eine Aufhöhung des Wasserspiegels um ca. 0,2 bis 0,3 m erreicht. Nach einer zunächst steileren Anstiegsphase über ca. 5 Wochen flachte der Anstieg ab, ohne am Ende der Phase eine echte Beharrung erreicht zu haben.

Nach der Rücknahme der Einleitung am 21.12.2015 auf ca. 3 l/s hielt sich das erreichte Aufhöhungsniveau noch über ca. 3 Wochen, um dann wieder leicht zu fallen. Bis Ende März 2017 war noch keine Beharrung erkennbar, obwohl ab Anfang Februar 2017 über den Einleitbrunnen eine deutliche Anhebung der Einleitrate erfolgte (8 l/s). Es wurde wieder in etwa das Wasserstandsniveau erreicht, welches vor dem Beginn der Einleitung vorlag.

In der Folgezeit ist bis September 2017 eine Stagnation auf dem erreichten Wasserstandsniveau zu verzeichnen.

Erst danach zeigt sich wieder ein minimal steigender Trend, der bis zum Mai 2018 anhält. Der steigende Trend setzt bereits vor dem Beginn der umfangreicheren GwNeubildung ab etwa November 2017 ein (angezeigt durch steigende Trends z. B. an der GWM 5), sodass von einer positiven Reaktion auf die Quellwassereinleitung auszugehen ist.

Von Mai 2018 bis November 2018 nimmt der steigende Trend zu und erreicht im November ein Niveau, das über dem am Ende der 10 l-Einleitphase liegt. Ab November 2018 bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes Ende Februar 2019 stagniert der Wasserstand weitgehend. Eine Veränderung zeigt sich nur durch die Erhöhung der Förderrate an den Brunnen ab Anfang Januar 2019.

Der seit Beginn des Probebetriebs Ende 2011 nahezu durchgängig fallende Trend am Br. 2 wurde durch die Quellwassereinleitung zunächst über die GWM 3 mit ca. 10 l/s offensichtlich gebrochen. Mit der Rücknahme der Einleitrate auf ca. 3 l/s beginnt aber wieder der fallende Trend. Erst nach der Aufnahme der erhöhten Einleitung mit ca. 8 l/s am neuen Einleitbrunnen ist wieder eine Umkehrung und ein steigender Trend zu verzeichnen, was Ende 2017 zeitweilig sicher auch durch eine erhöhte GwNeubildung unterstützt wurde. Der Anstieg setzt sich über das Jahr 2018 zunehmend fort, um dann ab November 2018 in eine Stagnation überzugehen. Möglicherweise ist nunmehr ein neuer Beharrungszustand zwischen Einleitung und Entnahme erreicht. Insgesamt liegt das nunmehr erreichte Wasserpiegelniveau aber ca. 2 m unter dem Ausgangsniveau Ende 2011.

➤ **Brunnen 1:**

Der Br. 1 erfasst den Buntsandstein unterhalb der quartären Schichten, in die die Einleitung erfolgt. Wenn auch großräumig von einem GwVorkommen auszugehen ist, welches im Buntsandstein und in der kiesig-sandigen Quartärverfüllung der alten Main-Schleife anzunehmen ist, ist im Brunnumfeld doch von einer gewissen hydraulischen Trennung auszugehen. Dies zeigt sich auch daran, dass die Einleitung des Quellwassers in die quartären Kies- und Sandschichten nur sehr verhalten und verzögert am Br. 1 und somit im Buntsandstein in Erscheinung tritt. Der fallende Trend des Wasserspiegels am Br. 1 ging für die Zeit der 10 I-Einleitphase an der GWM 3 in eine Stagnation über, um dann wieder einen fallenden Trend aufzuweisen. Die Inbetriebnahme des Einleitbrunnens mit der Einletrate von 8 l/s führt augenscheinlich dazu, dass etwa ab September 2017 der fallende Trend in einen steigenden Trend umgekehrt wurde, der aber - wie auch am Br. 2 - Ende 2018 in eine Stagnation übergeht. Somit zeigt sich, dass die Stützung in den quartären Schichten auch zu positiven Effekten im darunterliegenden Buntsandstein führt.

➤ **GWM 2:**

Wie der Br. 2 zeigt auch die GWM 2 bei der Einleitung in die GWM 3 einen zunächst steileren und sich dann verflachenden Anstieg, der am Ende der 10 I-Phase noch nicht vollständig abgeschlossen scheint. Die erreichte Aufhöhung liegt bei etwa 0,5 m. Mit der Reduzierung der Einleitung bricht der Anstieg ab und beginnt ähnlich - wie beim Br. 2 - nach einiger Zeit wieder leicht zu fallen. Dieser fallende Trend hält bis Ende Januar 2017 an und wird erst mit dem Beginn der Einleitung am neuen Einleitbrunnen umgekehrt. Nach einem kurzfristigen steileren Anstieg um ca. 0,5 m ist seitdem ein geringerer, aber stetig steigender Trend zu beobachten, der allerdings etwa ab März 2018 nochmals zunimmt. Im Oktober/November 2018 endet der steigende Trend nach einer weiteren Aufhöhung von ca. 0,9 m, und es stellt sich eine Beharrung ein, die bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes erhalten bleibt (dies ist nach dem Loggerausfall Anfang 2019 anhand der Lichtlotmessungen anzunehmen).

Hier (und auch an der GWM 3) zeigt sich, dass um den Einleitbrunnen eine Aufkuppung des GwSpiegels im quartären GwLeiter entsteht, die sich bei der konstanten Einletrate von ca. 8 l/s Ende 2018 weitgehend stabilisiert (Beharrungszustand). Es wird in etwa wieder das Wasserspiegelniveau erreicht, welches zu Beginn des Probetriebs Ende 2011 vorlag.

➤ **GWM 4:**

Diese südlich der Brunnen gelegene Quartär-Messstelle wies ähnlich wie GWM 3 und Br. 2 einen seit Beginn des Probetriebs Ende 2011 fallenden Trend auf, der mit dem Beginn der Einleitung an der GWM 3 unterbrochen ist. Allerdings kommt es nur zu einer Stagnation des Wasserstandes und nicht zu einer Aufhöhung. Ab August 2016 ist aber ein leichtes Fallen zu verzeichnen, das sich bis in den Sommer 2017 fortsetzt und erst mit dem August 2017 wieder in eine Stagnation übergeht. Möglicherweise ist hier ein sehr geringer Effekt durch die Stützung des GwLeiters vorhanden. Die GwNeubildung gegen Ende 2017 macht sich nicht ausgeprägt bemerkbar. Allerdings ist ab Januar 2018 ein steigender Trend zu verzeichnen, der ab August 2018 abflacht und etwa im Dezember 2018 endet. Danach ist

bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes eine Beharrung gegeben. Das erreichte Niveau liegt knapp 3 m unter dem Wasserspiegelniveau Ende 2011.

➤ **Eintrübungen des Quellwassers:**

Die Trübungsmessungen am eingeleiteten Quellwasser zeigen die Reaktion der Quellen auf Niederschläge. Eine Überschreitung des Grenzwertes nach TrinkwV ist bei entsprechend starken Niederschlagsereignissen möglich, tritt jedoch offensichtlich nur sehr kurzzeitig in Erscheinung (Maximalwert zu Beginn des Einleitversuchs in die GWM 3: 3,9 NTU). Das Jahr 2017 (Betrieb Einleitbrunnen) ist am Anfang des Jahres, im Juli sowie gegen Ende des Jahres durch zeitweilig erhöhte Werte gekennzeichnet, die auf Nassperioden verweisen (Maximalwert: 2,4 NTU). Im Jahr 2018 sind nur zu Beginn des Jahres erhöhte Werte erfasst worden (Maximalwert: 1,9 NTU). Auch Anfang 2019 ist ein kurzzeitig erhöhter Wert kennzeichnend (2,2 NTU). Für die Einleitung in den Einleitbrunnen und die Qualität des Förderwassers am Br. 2 (und auch am Br. 1) sind dadurch keine nachteiligen Auswirkungen zu erwarten. Trübungen unterhalb von 5 NTU sind in der Regel mit dem Auge noch nicht eindeutig erkennbar.

➤ **Fazit:**

Es zeigt sich deutlich, dass mit der Einleitung des Quellwassers in die GWM 3 bzw. in den Einleitbrunnen der Trend der fallenden Wasserspiegel am Br. 2 und in den Quartär-Messstellen GWM 2, 4 und auch 3 nach Inbetriebnahme des Einleitbrunnens positiv beeinflussbar ist. Letztendlich gilt dies auch für den Br. 1. Mit der Einleitrates 10 l/s an der GWM 3 wurde eine Aufhöhung des GwStandes erzielt, die jedoch eine aktive Unterstüztung benötigte (Pumpbetrieb) und nach drei Monaten eingestellt wurde. Die dann über das Jahr 2016 bis Ende Januar 2017 realisierte Einleitrates von ca. 3 l/s (maximale Einleitmenge ohne Pumpunterstüztung) zeigte allerdings, dass diese Stüztung nicht ausreicht, den fallenden Trend des Wasserspiegels im Umfeld der Brunnen bei tendenziell geringer GwNeubildung vollständig zu stoppen.

Eine Verbesserung der Stüztung, gekennzeichnet durch wieder steigende Wasserstände bereits vor Beginn der winterlichen GwNeubildung, erfolgt seit der Inbetriebnahme des Einleitbrunnens am 01.02.2017 mit einer weitgehend konstanten Einleitrates von ca. 8 l/s. Durch diese Quellwassereinleitung ergibt sich letztendlich ein steigender Trend an den oben genannten GwMessstellen und den Brunnen, der allerdings gegen Ende 2018 in eine Stagnation übergeht. Es zeichnet sich somit eine Stabilisierung des mit den Brunnen genutzten GwSystems ab.

Am Einleitbrunnen werden bei weitgehend konstanter Einleitrates auch etwa gleichbleibende Wasserstände festgestellt. Somit ist bisher keine Brunnenalterung oder Kolmation der Bohrlochwand (etwa durch Verstopfung oder Verockerung der Filterschlitzte/des Filterkieses) festzustellen. Daher sind (bislang) auch keine Reinigungsmaßnahmen am Einleitbrunnen erforderlich.

4.3 GwStandentwicklung

Die GwStandserfassung an den Brunnen sowie an den GwMessstellen GWM 1 bis 5 erfolgt kontinuierlich mittels automatischer Erfassung mit bislang geringen Ausfallzeiten bzw. Messungengenauigkeiten (längerer Ausfall an der GWM 2 Anfang 2019, zwischenzeitlich wieder in Betrieb, zeitweilig auch GWM 1 im Jahr 2017). Kontrollmessungen mit dem Lichtlot werden in der Regel monatlich, seit Beginn der Einleitung von Quellwasser zwei- bis dreimal monatlich vorgenommen. Die graphische Dokumentation ist den verschiedenen Blättern in Anlage 2 zu entnehmen (Zeitraum seit Beginn der Brunnenförderung im Rahmen des Probetriebs im Dezember 2011 bis Ende Februar 2019). Ergänzend wird auch die GwStandentwicklung an der GWM Faulbach Q1 des bayerischen Landesamtes für Umwelt mit dokumentiert (Bereitstellung im Internet, Messstelle im Quartär).

Mit der Einleitung des Quellwassers in die GWM 3 zur Stützung des GwLeiters wurde am 21.09.2015 begonnen und dies bis Ende Januar 2017 fortgesetzt. Seit dem 01.02.2017 erfolgt die Einleitung des Quellwassers in den quartären GwLeiter über den neuen Einleitbrunnen. Durch diese Maßnahme werden die Wasserstandsverläufe an verschiedenen GwMessstellen und am Br. 2 (und in geringem Umfang auch am Br. 1) beeinflusst. Eine genauere Dokumentation dieser Entwicklungen erfolgt mit der Anlage 2.2; ebenso erfolgte bereits eine separate Beschreibung zu den Beeinflussungen durch den Einleitbetrieb im Kapitel zuvor.

Im Wesentlichen zeigt sich Folgendes:

- An den Brunnen wird in den täglichen Betriebspausen kein echter Ruhewasserspiegel mehr erreicht. Dies bedeutet, dass sich trotz des nur stundenweisen Betriebs der Brunnen (zeitgleich über ca. 7 bis 19 Std. täglich, 2018 im Mittel ca. 12 Std.) innerhalb der Betriebspausen der Absenkungstrichter im näheren Umfeld nicht vollständig ausblendet. Beim Betrieb werden innerhalb der Pumpzeiten auch keine Beharrungsabsenkungen erreicht.
- Der Br. 1 weist in Abhängigkeit von der Förderrate eine tägliche Schwankungsweite zwischen ca. 3 und 14 m auf, 2018 vornehmlich im Bereich von ca. 6 bis 7 m (siehe Anlage 2.1.3). Am Br. 2 ist eine geringere tägliche Schwankungsweite zwischen Ruhe- und Betriebswasserstand im Bereich zwischen weniger als 1 bis ca. 1,5 m gegeben.
- An beiden Brunnen war seit der Inbetriebnahme im Dezember 2011 ein leichtes Fallen des mittleren Wasserstandsniveaus zu verzeichnen. Es lag Anfang 2014 ca. 1,4 bis 2 m unter den Anfangswerten. Danach ist eine Verlangsamung des fallenden Trends vorhanden; bis zum September 2015 fallen die Wasserstände nur noch im Bereich weniger Dezimeter. Da dieses Fallen sich auch in einem Teil der benachbarten GwMessstellen zeigt, ist die Wasserstandsentwicklung an den Brunnen nicht auf eine einsetzende Brunnenalterung zurückzuführen.

Mit dem Beginn der Einleitung von Quellwasser in die GWM 3 (Quartär) wird der fallende Trend des Wasserspiegels am Br. 2 (Quartär) zunächst gestoppt. Mit einer Einletrate von anfänglich 10 l/s erfolgt hier eine Aufhöhung des Wasserspiegels, wenn auch nur im Be-

reich einiger cm. Nach der Reduzierung der Einletrate nach ca. 3 Monaten klingt das Ansteigen jedoch nach einigen Tagen ab und es beginnt wieder ein leicht fallender Trend, der mit dem vor der Einleitung vergleichbar ist. Hier ergibt sich erst eine Veränderung mit dem Wechsel der Einleitung von der GWM 3 auf den Einleitbrunnen und der Steigerung der Einletrate (von ca. 3 l/s auf 8 l/s). Nach einer kurzen Stagnation nach dem Wechsel ist für die zweite Jahreshälfte 2017 wieder ein - wenn auch gering - steigender Trend zu verzeichnen. Er beginnt vor dem Einsetzen der winterlichen GwNeubildung und wird daher eindeutig als Reaktion auf die gesteigerte Stützung des quartären GwLeiters zurückgeführt. Der steigende Trend ist bis November 2018 vorhanden und geht dann in eine Stagnation über, die bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes (Ende Februar 2018) erhalten bleibt.

Am Br. 1, der den Buntsandstein erfasst, führte die Einleitung zunächst zu keiner signifikanten Verringerung des fallenden Trends und eindeutig zu keinem Wasserspiegelanstieg. Die leicht fallende Tendenz des Wasserspiegels setzte sich fort. Hier zeigt sich die vorhandene hydraulische Trennung des Quartärs vom Buntsandstein im Bereich der Brunnen. Allerdings verringert sich im Jahr 2017 der leicht fallende Trend und geht in den Sommermonaten in eine Stagnation über. Seit etwa November 2017 ist ein eher leicht steigender Trend zu verzeichnen. Diese Entwicklung wird eher auf die GwNeubildungsverhältnisse 2017 zurückgeführt als auf einen Einfluss durch die Stützung des quartären GwLeiters. Auch hier ist bis Ende 2018 der steigende Trend vorhanden, der dann ebenfalls in eine Beharrung übergeht.

- Die GWM 1 (Buntsandstein) zeigt als einzige Messstelle eine deutliche Beeinflussung durch den Brunnenbetrieb. Sie reagiert vor allem auf den Betrieb des nur ca. 120 m entfernten Br. 1, der ebenfalls im Buntsandstein verfiltert ist. Der tägliche Schwankungsbereich des Wasserspiegels in der GWM 1 beträgt je nach Förderrate am Br. 1 ca. 2 bis 4 m. Auch hier wird seit Inbetriebnahme der Brunnen kein echter Ruhewasserspiegel mehr erreicht. Es zeigt sich auch, dass um die Brunnen ein räumlich ausgebildeter Absenkungstrichter durch den Brunnenbetrieb erzeugt wird, der sich in den täglichen Betriebspausen nicht vollständig zurückbildet. Die Trends der Wasserstände zeigen sich an der GWM 1 fast im gleichen Umfang wie am Br. 1. Ein erkennbarer Jahresgang ist nicht vorhanden.
- Die GWM 2 (Quartär, Abstand zu den Brunnen ca. 600 m) weist ab der Inbetriebnahme der Brunnen einen fallenden Trend bis zum Beginn der Einleitung von Quellwasser in die GWM 3 auf. Das Fallen ist nahezu gleichmäßig, schwächt sich im Lauf des Jahres 2015 aber etwas ab. Die signifikante Überprägung durch einen Jahresgang ist nicht gegeben. Bis zum Beginn der Einleitung betrug die erreichte Absenkung ca. 1,6 m.
Mit dem Beginn der Einleitung in die GWM 3 ist für die Einleitphase von ca. 10 l/s zunächst ein kontinuierlicher Anstieg über einige Wochen zu verzeichnen, der eine Aufhöhung des Wasserspiegels um knapp 0,6 m erbrachte. Allerdings wird nach ca. 6 Wochen eine Stagnation erreicht. Mit der Rücknahme der Einletrate von ca. 10 l/s auf ca. 3 l/s setzt wieder ein leichtes Fallen des Wasserspiegels ein, das sich bis zum Ende der Einleitung in die GWM 3 Ende Januar 2017 fortsetzt. Allerdings liegt der Wasserspiegel Ende 2016 noch über dem Wasserspiegel vor Beginn der Einleitung, was auf die deutliche Stützung des GwLeiters im Quartär verweist. Mit dem Wechsel der Einleitung des Quellwassers von der

GWM 3 auf den neuen Einleitbrunnen ist zunächst ein stärkerer und dann ein beständig geringer Anstieg des Wasserstands bis Oktober/November 2018 vorhanden, was als Effekt der Stützung des quartären GwLeiters zu deuten ist. Einen signifikanten Einfluss durch die GwNeubildung gegen Ende 2017 lässt sich nicht erkennen. Im November 2018 geht der zuvor steigende Trend in eine Stagnation über. Die Überprägung der Ganglinie durch einen typischen Jahresgang ist nicht erkennbar.

- Die GWM 3 (Quartär) liegt im Zustrombereich nordwestlich der Brunnen in einem Abstand von ca. 350 m zu ihnen. Auch hier ist bis zum Beginn der Einleitung ein permanent fallender Trend des Wasserstandes zu verzeichnen, der größer ist als der an der weiter entfernten GWM 2. Der Absenkungsbetrag lag vor Beginn der Einleitung bei ca. 2,7 m. Durch die Einleitung waren die Wasserstände an der Messstelle zunächst nicht mehr zuverlässig erfassbar. Bei der Einletrate von ca. 10 l/s wurde die Geländeoberfläche mit der Wasserspiegelaufhöhung fast erreicht (GOK bei ca. 173 m ü.NN, Flurabstand nur noch ca. 2 m). Nach der Rücknahme auf ca. 3 l/s konnte eine Erfassung des Wasserspiegels mit einiger Sicherheit erfolgen. Dieser schwankte im Jahr 2016 zwischen ca. 146 und 147 m ü.NN, was einer Aufhöhung zwischen ca. 4 und 6 m über den Wasserspiegel vor Beginn der Einleitung entspricht. Bei Ausfall der Einleitung fiel der Wasserspiegel schnell auf das Normalniveau bei 142 m ü.NN ab. Nach Wiederaufnahme der Einleitung zeigt sich zunächst eine schnelle Aufhöhung um einige Meter, gefolgt von einem langsamen Anstieg über einige Wochen, der allmählich in einen stagnierenden Zustand überging. Nach dem Wechsel der Einleitung von der GWM 3 auf den Einleitbrunnen ist an der GWM 3 ein der GWM 2 vergleichbarer Wasserstandsverlauf zu beobachten. Durch den Anstieg wird im November 2018 ein Niveau von etwas mehr als 144 m ü.NN erreicht. Ab November 2018 ist eine Stagnation auf dem erreichten Wasserstandsniveau vorhanden. Bemerkenswert ist, dass der Wasserstand an der GWM 3 im Gegensatz zu früher (vor Beginn der Einleitung) nun einige Dezimeter über dem der GWM 2 liegt (zuvor umgekehrt). Hier zeigt sich die GwAufhöhung bzw. -Aufkuppung im Umfeld des neuen Einleitbrunnens.
- Die GWM 4 (Quartär) befindet sich ca. 450 m südlich bzw. südöstlich der Brunnen und somit nicht in deren direkten Zustrombereich. Auch hier fallen die Wasserstände kontinuierlich seit der Inbetriebnahme der Brunnen. Der fallende Trend ohne Jahresgang ist stärker ausgeprägt als an der GWM 3. Bis zum Beginn der Einleitung betrug die Absenkung ca. 3 m. Die Quellwassereinleitung mit einer Einletrate von 10 l/s führt augenscheinlich zu einer Stagnation des Wasserspiegels, die auch nach der Rücknahme der Einletrate zunächst in etwa erhalten blieb. Ab spätestens August 2016 war allerdings wieder ein geringes Fallen zu beobachten, das sich bis in den Juli 2017 fortsetzt und etwa im August 2017 in eine Stagnation übergeht. Ab Januar 2018 zeichnet sich ein schwach steigender Trend ab, der möglicherweise durch die GwNeubildung, vermutlich aber im Wesentlichen durch den Betrieb des Einleitbrunnens bedingt ist. Der sich mit der Zeit abschwächende steigende Trend geht im Dezember 2018 in eine Beharrung über, die bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes erhalten bleibt.

- Die GWM 5 ist ca. 1.100 m nördlich der Brunnen platziert, und erfasst den GwLeiter im Buntsandstein im Zustrombereich zum Gewinnungsgebiet südöstlich von Breitenbrunn. Es liegt ein deutlich erkennbarer natürlicher Jahresgang mit höheren Wasserständen im Frühjahr und einem Abfallen über den Sommer und Herbst vor. Eine Beeinflussung durch die GwEntnahme an den Brunnen oder die Quellwassereinleitung ist nicht erkennbar. Es wird davon ausgegangen, dass die Wasserstandsentwicklung die natürlichen Ein- und Entspeicherungsvorgänge in Abhängigkeit von der GwNeubildung widerspiegelt. Insgesamt lagen die Wasserstände 2013 über denen des Vorjahres. 2014 war ein Fallen ohne ausgeprägten Jahresgang zu verzeichnen. Anfang 2015 stiegen die Wasserstände zunächst an, um danach auf ein geringfügig tieferes Niveau als in den Vorjahren zu fallen. 2016 war zunächst durch einen winterlichen Wasserspiegelanstieg geprägt. Ab April tritt jedoch wieder ein Fallen ein, sodass zum Jahresende wieder das niedrige Niveau des Vorjahresendes erreicht ist. Im Winter 2016/2017 erfolgt kein Wasserspiegelanstieg (nur eine kurzzeitige Stagnation in den ersten Monaten 2017), was auf die ungünstige GwNeubildungssituation in diesem Winter verweist. Ab Mai 2017 fallen die Wasserstände im Verlauf des Jahres dann weiter um ca. 0,2 m. Erst im November kommt es zu einer Stagnation und ab Dezember zu einer deutlichen Aufhöhung im Bereich von ca. 1 m, was auf die vorhandene GwNeubildung im Winter 2017/2018 verweist. Gemäß der Ganglinie der GWM 5 ist davon auszugehen, dass in den dargestellten Jahren die GwNeubildung nur mäßig war und eine Entspeicherung gegenüber einer Einspeicherung aus bzw. in den GwLeiter überwiegt. Mit der GwNeubildung Ende 2017 erfolgt eine Einspeicherung, die im vorangegangenen Winter fehlte. Allerdings reichte diese GwNeubildung nicht aus, um Wasserstände zu erzeugen, wie sie 2012/2013 vorherrschten. Ab April 2018 ist nach den leicht erhöhten Wasserständen des Winters wieder ein Abfallen zu beobachten. Gegen Ende des Jahres werden die Tiefstände der Vorjahre erreicht. Die Darstellung der Ganglinie bis Februar 2019 verwies darauf, dass auch der Winter 2018/2019 keine nennenswerte GwNeubildung erbrachte. Der Wasserspiegel verbleibt auf niedrigem Niveau.

- Die GWM 2a (Tiefe 8 m) erfasst ein schwebendes, flurnahes GwStockwerk im Quartär des Faulbach-Tales über dem eigentlichen genutzten GwLeiter. Während die Wasserstände an der benachbarten GWM 2 flurnah im Niveau von ca. 144 m ü.NN liegen, weist die GWM 2a flurnah Wasserstände im Bereich von ca. 163 bis 164 m ü.NN auf. Ein unterschiedlich ausgeprägter Jahresgang mit höheren Wasserständen im Winter und einem Abfallen über den Sommer in den Herbst hinein ist vorhanden. Auch im Sommer führen Niederschläge teils zu nachhaltigen Wasserspiegelauhöhungen. In den Jahren 2013 und 2014 lagen die sommerlichen/herbstlichen Tiefstände geringfügig über denen der restlichen Jahre im Betrachtungszeitraum. Die Jahre 2015 und 2016 sind von niedrigen Wasserständen im Sommer und Herbst geprägt. Im Winter 2016/2017 fand keine nennenswerte Aufhöhung der Wasserstände statt, was auf die fehlende GwNeubildung in diesem Zeitraum verweist. Der Verlauf des Wasserstandes über das Jahr 2017 hin zeigt, dass verschiedene Niederschlagsereignisse über das ganze Jahre zu temporären Wasserstandsauhöhungen im flurnahen Bereich führen, diese jedoch nicht nachhaltig sind. Erst ab November 2017 ist ein signifikanter Anstieg um mehr als 1 m zu verzeichnen. Der Winter 2017/2018 ist im Vergleich zum vorangegangenen Winter somit hinsichtlich der GwNeubildung als günstig zu

bezeichnen. Im Laufe des Jahres 2018 zeigen sich wieder sommerlich fallende Wasserstände bis in das Tiefstniveau des Vorjahres. Erst zu Beginn des Jahres 2019 ist niederschlagsbedingt ein moderater Anstieg zu verzeichnen, der allerdings nicht die Höchststände des vorangegangenen Winters erreicht.

Eine Beeinflussung durch den Betrieb der Brunnen und auch die Einleitung von Quellwasser an der GWM 3 bzw. am Einleitbrunnen ist nicht erkennbar und auch nicht zu erwarten.

- Die amtliche GWM Faulbach Q1 (Quartär), die im Ortsbereich von Faulbach ca. 1.000 m südwestlich der Brunnen liegt, weist einen Jahrgang auf, der mit dem der GWM 2a oder auch der GWM 5 vergleichbar ist. Allerdings zeigen sich ab Ende 2013 Wasserstandsentwicklungen, die an den anderen GwMessstellen so nicht zu beobachten sind. Der natürliche Jahrgang wird dabei durch einen insgesamt fallenden Trend überprägt, der von Jahr zu Jahr zu tieferen Wasserständen führt, die seit dem Beginn der Beobachtung 2001 noch nicht zu verzeichnen waren. Insgesamt liegen die jährlichen Tiefststände 2016 ca. 1,3 m unter denen des Jahres 2012. Dass diese Entwicklung allerdings auf den Betrieb der Brunnen zurückzuführen ist, erscheint eher unwahrscheinlich. Zum einen sind keine direkten Reaktionen auf den Beginn der Förderung oder die Quellwassereinleitung zu verzeichnen. Zum anderen gibt es für den betrachteten Zeitraum z. B. auch an einer mainabwärts gelegenen amtlichen Messstelle – wenn auch in abweichender Form – vergleichbar fallende Entwicklungen im Betrachtungszeitraum (GWM Kleinheubach Q2, Ganglinie im Internet dokumentiert). Der Wasserstandsverlauf 2017 bis Anfang 2019 an der GWM Q1 ist - sieht man von den fehlenden temporären Aufkuppungen durch Niederschläge an der GWM 2a ab - durchaus mit dem Verlauf an der GWM 2a vergleichbar.
- In der Zusammenschau der Wasserstandsentwicklungen ergibt sich, dass sich an den Brunnen sowie an den GwMessstellen GWM 1 bis 4 mit dem Beginn des Betriebs der Brunnen fallende GwStände zeigen. Mit der Quellwassereinleitung an der GWM 3 wird dieser Trend mit der zunächst realisierten Einletrate von ca. 10 l/s gestoppt. Es kommt zu einem Anstieg der Wasserspiegel. Als nach ca. drei Monaten die Einletrate auf ca. 3 l/s zurückgenommen wurde, setzte allerdings wieder ein (schwach) fallender Trend ein. Erst mit der Inbetriebnahme des Einleitbrunnens und einer Einletrate von ca. 8 l/s wird diese Entwicklung - teilweise erst nach einiger Zeit – wieder unterbrochen. Es zeigen sich seitdem wieder steigende Trends, d. h. mit dem Betrieb des Einleitbrunnens wurde im Gewinnungsgebiet Breitenbrunn bezüglich der GwStände eine Trendumkehr erreicht; die GwNeubildung gegen Ende 2017 macht sich vermutlich zusätzlich positiv bemerkbar. Die steigenden Trends enden aber gegen das Jahresende 2018, um dann auf dem erreichten Niveau zu verharren. Somit wird durch die Einleitung des Quellwassers im Umfang von ca. 8 l/s der allgemein fallende Trend der Wasserstände im Umfeld der Brunnen gestoppt und - nach den bis Ende Februar 2019 vorliegenden Daten - ein neuer Beharrungszustand im genutzten GwVorkommen erreicht.
- Als tendenziell unbeeinflusst durch GwEntnahme und Quellwassereinleitung gelten die GwMessstellen GWM 2a und GWM 5. 2013 zeigten sich hier gegenüber 2012 höhere GwStände, was auf eine günstigere GwNeubildung 2013 gegenüber dem Vorjahr hinweist.

2014 muss als durchschnittlich hinsichtlich der GwNeubildung eingestuft werden. Das Wasserstands-niveau liegt im Bereich des Jahres 2013. Allerdings reicht diese GwNeubildung nicht aus, um die Entnahmen so zu kompensieren, dass es an den Brunnen und den anderen GwMessstellen zu einer Unterbrechung des fallenden Trends kommt. Die Jahre 2015 und 2016 hingegen führen zu niedrigeren Wasserständen, sodass hier eine reduzierte GwNeubildung gegenüber den beiden Vorjahren anzunehmen ist; die GwZehrung (Entscheidung) überwiegt. Dies trifft auch auf den Winter 2016/2017 sowie einen Teil des Jahres 2017 zu. Erst gegen Ende 2017 ist durch entsprechende Niederschläge eine nennenswerte GwNeubildung und somit ein Ansteigen der GwStände zu verzeichnen. Allerdings werden die Wasserstände, die zu Beginn der Beobachtung (2011/2012) dominierten, nicht erreicht. Im Laufe des Jahres 2018 überwiegt wieder die GwZehrung, was durch die fallenden Wasserspiegel dokumentiert wird. Die Entwicklung im Winter 2018/2019 zeigt, dass auch dieser Winter ohne nennenswerte und nachhaltig wirkende Neubildung war.

In der Anlage 3 sind zur Veranschaulichung der Wasserstands-entwicklung fünf GwGleichenpläne für jeweils einen Stichtag der Jahresreihe 2014 bis 2018 dokumentiert. Die Stichtage repräsentieren sommerlich niedrige Wasserstände. Bei den GwGleichenplänen 2016 und 2017 zeichnet sich die Quellwassereinleitung in die GWM 3 bzw. in den Einleitbrunnen ab. Es zeigt sich, dass bei sinkenden Wasserständen und bei Einleitung in den Einleitbrunnen mit einer Einleitrate von ca. 8 l/s durch die GwAufhöhung (Aufkuppung) der Anstromschwerpunkt des Br. 2 von Nordosten nach Norden/Nordwesten verschwenkt wird. Dies war bei der Einleitung in die GWM 3 mit der Einleitrate von ca. 3 l/s nicht so ausgeprägt der Fall.

4.4 Grundwasserqualität

4.4.1 Brunnen 1 und 2

Die hydrochemische Wasseruntersuchung an den Br. 1 und 2 bis 2018 sind in der Anlage 4 zusammen mit der Untersuchung 2010 zusammengestellt. Folgendes zeigt sich:

- Bei den Wässern handelt es sich um mittelharte Wässer vom Ca-HCO₃-Typ, die Wässer sind calcitlösend (eine entsprechende Aufbereitung erfolgt deshalb).
- Insgesamt sind signifikante Entwicklungstendenzen bei den hydrochemischen Verhältnissen nicht erkennbar, auch wenn verschiedene Inhaltsstoffe eine größere Schwankungsweite aufweisen (z. B. Calcium an Br. 1).
- Die Nitrat-Gehalte wurden bislang zwischen ca. 11 und 25 mg/l bestimmt. Sie belegen einen gewissen landwirtschaftlichen Einfluss. Ein steigender oder fallender Trend zeichnet sich über den betrachteten Zeitraum nicht ab. Ob sich ein positiver Effekt am Br. 2 durch die Einleitung des gering mit Nitrat befrachteten Quellwassers einstellt, kann derzeit noch nicht abschließend beurteilt werden. Dies könnte sich jedoch durch die 2016 bis 2018 (nach Inbetriebnahme der Einleitung) bislang niedrigsten Nitrat-Gehalte, die seit Inbetriebnahme der Brunnen gemessen wurden, bereits andeuten (Veränderung der Anströmsituation).

- Bei den untersuchten Pflanzenschutzmitteln, die zuvor keine positiven Befunde erbrachten, wurde am Br. 1 bei der Beprobung vom 17.12.2012 erstmalig Bentazon (siehe Anlage 5) mit 0,06 µg/l nachgewiesen (Nachweisgrenze < 0,02 µg/l, Grenzwert 0,1 µg/l). In der Folge wurden immer wieder Bentazon-Gehalte festgestellt, die zum Teil auch deutlich über dem Grenzwert nach TrinkwV lagen (0,12 bis 0,42 µg/l, siehe Anlage 5.2). Es besteht ein Wechsel zwischen geringen Konzentrationen unterhalb des Grenzwertes, ohne nachweisbaren Befund sowie deutlichen Grenzwertüberschreitungen. Eine Systematik wie z. B. ein saisonaler Anstieg lässt sich nicht erkennen. Seit Mitte 2015 waren zwar weiter geringe Werte nachweisbar, jedoch kam es nicht mehr zur Grenzwertüberschreitung. Die Untersuchungen, die seit dem Jahr 2017 nach Abstimmung mit dem WWA Aschaffenburg in zeitlich größeren Abständen erfolgen, zeigen ab der zweiten Jahreshälfte 2017 bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes keine positiven Nachweise mehr. Ein Zusammenhang dieses Rückgangs mit der Quellwassereinleitung in die GWM 3 bzw. den Einleitbrunnen ist derzeit nicht herleitbar, zumal der Br. 1 seinen Zustrom (im Wesentlichen) aus dem Festgesteinsabschnitt erfährt, die Einleitung aber in den quartären Schichten, die der Br. 2 erfasst, erfolgt. Vermutlich kann davon ausgegangen werden, dass die Quelle für die Beeinträchtigung erschöpft ist und keine entsprechende Nachfuhr mehr erfolgt.
Im Mischwasser (zwischen Belüftung und UV-Anlage, nach UV-Anlage, siehe Anlage 5.2) werden gelegentlich Bentazon-Gehalte nachgewiesen, jedoch nur einmal bislang über dem Grenzwert (Beprobung 10.06.2014). Seit Ende 2015 waren alle Analysen nach der UV-Anlage ohne positiven Befund.
Am Br. 2 liegen die Untersuchungsergebnisse für Bentazon mit nur zwei Ausnahmen unter der Nachweisgrenze. Eine Grenzwertüberschreitung lag bei der Beprobung am 03.09.2014 vor (0,2 µg/l). Ein weiterer positiver Nachweis geringfügig über der Nachweisgrenze ergab sich am 15.03.2016 mit 0,03 µg/l. Danach erfolgte kein Bentazon-Nachweis mehr.
- Bei der Beprobung im Juni 2013 am Br. 1 wurde bislang einmalig auch das Herbizid Mesosulfuron, welches im Getreideanbau eingesetzt wird, im Niveau der Nachweisgrenze (0,02 µg/l) gemessen. Des Weiteren wurde Desethylatrazin am Br. 1 in bislang zwei Proben (von 18 Proben, keine Dokumentation im Rahmen des vorliegenden Berichtes) im Bereich der Nachweisgrenze festgestellt (25.08.2014 und 22.06.2015). Es handelt sich dabei um ein Hauptabbauprodukt des seit 1991 verbotenen Atrazins, das z. B. im Maisanbau eingesetzt wurde. 2017 und 2018 ergaben sich keine Auffälligkeiten.
- Mit den mikrobiologischen Wasseruntersuchungen an den Br. 1 und 2 sowie am Reinwasser (hier bis Ende 2017) wurde im Mai 2012 begonnen. Seitdem erfolgt – wie vorgesehen – eine etwa monatliche bis 3monatige Beprobung. Die bislang vorliegenden Ergebnisse sind als Anlage 4.2 zusammenfassend dokumentiert. Am Br. 2 wurde am 21.10.2013 eine anormale Erhöhung der Koloniezahlen festgestellt, wie es auch im Februar 2013 schon einmal verzeichnet wurde. Seitdem ergaben sich keine Auffälligkeiten mehr. Hinsichtlich des abgegebenen Trinkwassers ergeben die Befunde keine Einschränkung. Die anderen Grenzwerte bezüglich der mikrobiologischen Verhältnisse nach TrinkwV wurden bislang eingehalten. Das Reinwasser nach der UV-Anlage war bis 2017 ohne nachteilige Befunde, sodass ab 2018 keine Untersuchungen an dieser Stelle mehr erfolgten.

- Die jährlich vorgesehenen Spurenstoffuntersuchungen am Förderwasser (FCKW-Spezies F12, F11 und F113 sowie SF₆ als auch Tritium, „Umwelttracer“), mit der über die Betriebszeit hinweg die Beurteilung einer Veränderung der Altersstruktur möglich werden sollte, werden seit 2012 ausgeführt. Die Ergebnisse sind als Anlage 4.3 dokumentiert. Eine erste Bewertung wurde auf der Basis der Beprobungen 2012 bis 2014 vorgenommen (Dokumentation erfolgte in /23/). Ein weiterer ausführlicher Laborbericht wurde mit dem Vorliegen der Ergebnisse 2018 erstellt (siehe Anlage 4.3.2). Aufgrund der zeitlichen Entwicklung der einzelnen untersuchten Parameter wurde mit dem Vorliegen der Ergebnisse des Jahres 2015 das zunächst gewählte und stimmige Modell für die Altersbestimmung zumindest für den Br. 2 mit einem Fragezeichen versehen. Die neueren Ergebnisse verstärken die Zweifel am gewählten Modellansatz. Die alleinige Eingliederung in den Modellansatz „Zwei-Komponenten-Modell (ZKM)“ wird verworfen und ergänzend auch das sogenannte „Exponentialmodell (EM)“ zur Beschreibung herangezogen. Zudem macht sich - erwartungsgemäß - das über die GWM 3 bzw. den Einleitbrunnen eingeleitete Quellwasser an den Brunnen qualitativ bemerkbar. Die Einleitung begann am 21.09.2015.

In der Zusammenschau stellt sich auf der vorliegenden Datenbasis die Situation nunmehr so dar:

- Bereits für die Ergebnisse des Jahres 2016 am Br. 2 wurde aufgrund einer Zunahme der Standardabweichung ab 2015 das zunächst gewählte und stimmige Modell für die Altersverteilung der Anteile im Förderwasser infrage gestellt. Die Zunahme weist auf eine Störung der zu erwartenden Verhältniskonzentrationen zwischen den untersuchten FCKW-Spezies hin; im Wesentlichen betrifft dies die FCKW-Spezies F12. Da die Beprobung 2015 noch vor dem Beginn der Einleitung des Quellwassers lag, ist diese Veränderung nicht auf die Quellwassereinleitung zurückzuführen. Ab 2015 ist allerdings eine Zunahme bei allen bestimmten FCKW-Spezies zu beobachten. Es wird davon ausgegangen, dass der Br. 2 zunehmend einen natürlichen Zustrom von Grundwasser vom Typ „Einleitbrunnen“ erhält.
- Eine weitere Veränderung zeigt sich bei der SF₆-Konzentration am Br. 2. ab 2016. Sie nimmt mit dem Beginn der Einleitung in die GWM 3 bzw. in den Einleitbrunnen deutlich zu. Ab 2017 ist auch am Br. 1 eine Zunahme zu verzeichnen; möglicherweise ist auch ein zunehmender Trend gegeben. Hier zeigten die 2017 und 2018 ergänzend durchgeführten Analysen des eingeleiteten Quellwassers, dass diese Zunahme mit Sicherheit auf die deutlich erhöhte SF₆-Konzentration im Quellwasser (25 bzw. 31 fmol/l) zurückzuführen ist. Die Überhöhung im Quellwasser dürfte ihren Grund in dem 2004/2005 N´ von Altenbuch durchgeführten Markierungsversuch mit SF₆ haben. Hier wurde damals zur Untersuchung des Einzugsgebietes der damaligen Trinkwassergewinnung „Buchbrunnenquelle“ der Gemeinde Altenbuch über eine GwMessstelle im Frickengrund der Markierungsstoff über ca. 6 Monate direkt in das Grundwasser eingegeben, ohne dass an der „Buchbrunnenquelle“ als auch am Faulbach bei Altenbuch ein positiver Nachweis erbracht werden konnte. Schon in dem damaligen Bericht /25/ wurde der Verdacht geäußert, dass das Grundwasser aus dem Bereich Frickengrund über die vorhandenen Störungsbereiche seinen Weg in das untere Faulbachtal (und somit offensichtlich auch zu den Quellfassungen des ZV WV Stadtprozellener Gruppe) findet. Ergänzend hierzu ist die Eintrü-

bung der Quellen durch das Niederbringen einer tieferen Erdwärmesondenbohrung im Neubaugebiet von Altenbuch Ende 2004 zu nennen. Auch hierdurch sind die hydraulischen Verbindungen auf Störungen entlang des Faulbachtals belegt. Zudem zeigen die Berechnungen des numerischen GwModells /26/, /1/, dass eine solche GwFließrichtung plausibel ist.

- Am Br. 1 zeigen sich zwischen 2012 und 2016 leichte Rückgänge bei den untersuchten Umwelttracern, woraus ableitbar ist, dass der Einfluss älterer Wässer zunimmt. Eine Wende ergibt sich mit den Untersuchungsergebnissen ab 2016. Es ist wieder ein Anstieg zu verzeichnen, der auf eine Zunahme von Jungwasseranteilen hindeutet. Offensichtlich macht sich dies auch am Br. 1 bemerkbar.
- Gegenüber den nunmehr gewählten Modellansätzen („Zwei-Komponenten-Modell“ und „Exponentialmodell“) ergeben sich gegenüber den Betrachtungen in den vorangegangenen Berichten ein differenzierteres Bild hinsichtlich der Altersentwicklung an den beiden Brunnen:

Tabelle 4-4: GwAltersstruktur an den Br. 1 und 2, Zeitraum 2012 bis 2018

Jahr	Brunnen 1			Brunnen 2		
	Alte Komponente	Junge Komponente	Modellalter der jungen Komponente	Alte Komponente	Junge Komponente	Modellalter der jungen Komponente
2012 bis 2015	ca. 51 %	ca. 49 %	ca. 30 Jahre	ca. 0 %	ca. 100 %	ca. 100 Jahre
2016	ca. 60 %	ca. 40 %	ca. 30 Jahre	ca. 28 %	ca. 72 %	ca. 25 Jahre
2017	ca. 65 %	ca. 35 %	ca. 15 Jahre	ca. 37 %	ca. 63 %	ca. 10 Jahre
2018	ca. 64 %	ca. 36 %	ca. 0 Jahre	ca. 24 %	ca. 76 %	ca. 0 Jahre

Es zeigt sich eine gegenläufige Entwicklung an den Brunnen, die im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Ausbauten und - ab 2016 am Br. 2 bzw. ab 2017 am Br. 1 - offenkundig mit der Quellwassereinleitung stehen muss. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den in der Tabelle genannten Modellaltern von 0 Jahren um rechnerische Größen handelt, die darauf hindeuten, dass es sich um rezentes, also erst in den letzten Jahren gebildetes Grundwasser handelt.

Es ergeben sich somit zwei wesentliche Entwicklungen an den beiden Brunnen.

Am Förderwasser des Br. 1 (Buntsandstein) erhöht sich der Anteil an älterem Grundwasser von zunächst ca. 51 % auf nunmehr ca. 64 % (2018). Der moderate Rückgang um ca. 1 % gegenüber dem Vorjahr könnte darauf hinweisen, dass sich die Quellwasser-Einleitung mit zunehmendem Trend nicht nur am Br. 2 bemerkbar macht. Gleichzeitig ist zu beobachten, dass die junge GwKomponente sich ab 2017 rapide verjüngt. Dies wird auch dahingehend interpretiert, dass durch die gesteigerte Einleitung in den quartären GwLeiter ab Anfang 2017 eine verstärkte Absickerung in den Buntsandstein-GwLeiter erzeugt wird, durch Erhöhung des hydraulischen Gradienten von oben (Quartär) nach unten (Buntsandstein).

Der Br. 2, der im Quartär verfiltert ist, weist bei der Inbetriebnahme und dann noch bis 2015 ausschließlich eine mit einem Modellalter von ca. 100 Jahren relativ alte Jungwasserkomponente auf. Erst mit dem Beginn der Quellwassereinleitung ist zu beobachten, dass in wechselnden Anteilen eine alte GwKomponente hinzutritt (ca. 24 bis 37 %) und gleichzeitig das Modellalter der jungen Komponente ebenfalls rapide abnimmt. Hier macht sich der Einfluss der Quellwassereinleitung ausgeprägt bemerkbar.

Insgesamt zeigen die Altersbestimmungen von 2012 bis 2018, dass mit der Inbetriebnahme der beiden Brunnen 2012 und der im September 2015 begonnenen Quellwassereinleitung eine Mobilisierung des bis dahin ungestörten und relativ statischen GwSystems im Bundstandstein und im Quartär der alten Mainschleife im Bereich der Brunnen erfolgt ist, und dies zu ausgeprägten Verschiebungen in der Altersstruktur der Förderwässer führt. Dieser Prozess scheint bis zum Zeitpunkt der letzten Altersbestimmung noch nicht abgeschlossen zu sein.

4.4.2 Quellwasser

Eine Beschreibung früherer Analysen wurde im Bericht /23/ vorgenommen. 2017 erfolgte eine ergänzende Untersuchung des Quellwassers (siehe Anlage 4.4.3). Demnach ist das Quellwasser (Quellenmischwasser) sehr gering mineralisiert, Sauerstoff-reich sowie Eisen- und Mangan-arm. Dies ist für die Quellwassereinleitung in den neuen Einleitbrunnen positiv zu werten, da auch das Rohwasser der Brunnen viel Sauerstoff und wenig gelöstes Eisen und Mangan enthält. Es herrscht also in den wasserwirtschaftlich genutzten GwLeitern an den Brunnenstandorten ein oxidierendes Milieu vor. Dies bedeutet, dass durch die Quellwassereinleitung absehbar keine Verockerung oder Mangan-Ausfällung im Untergrund ausgelöst wird. Zudem ist aufgrund der geringen Mineralisierung des Quellwassers generell nicht mit Stoffabscheidungen am Einleitbrunnen zu rechnen. Hinweise auf eine derart induzierte Brunnenalterung oder -kolmation ergaben sich an der GWM 3 nach ca. 2-jährigem Betrieb als auch am neuen Einleitbrunnen bislang erwartungsgemäß nicht.

Erfahrungsgemäß können die Quellen bei Starkregen und/oder Schneeschmelze eintrüben und in der Folge auch mikrobiologisch belastet sein; dies gilt dann auch für das Quellenmischwasser. Bei zu starker Trübung soll bei der Einleitung in den Einleitbrunnen eine Aussetzung erfolgen /20/. Ein Trübungsmesser, der im gegebenen Fall die Schließung der Zuleitung auslöst, ist installiert. Während der Einleitung an der GWM 3 bis Ende Januar 2017 wurde nur einmal durch stärkere Niederschläge ein Trübungswert oberhalb des TrinkwV-Grenzwertes (1 NTU) festgestellt (Ende November 2015, 3,9 NTU). Für das Jahr 2017, das im Gegensatz zu den Vorjahren vermehrt durch erhöhte Niederschläge und auch Starkregenereignisse gekennzeichnet war, wurden wiederholt Eintrübungen über dem Grenzwert bis in den Bereich von 2,4 NTU erfasst (siehe Anlage 2.2.1). Im Jahr 2018 und Anfang 2019 wurden nur dreimal erhöhte Trübungswerte festgestellt. Diese Trübungswerte sind noch als quelltypische Trübungen einzustufen, die mit bloßem Auge quasi nicht erkennbar und nicht als starke Trübung zu werten sind. Eine zeitweilige Aussetzung der Einleitung wird bei solch geringen Trübungswerten noch nicht erforderlich.

Im Rahmen der Altersbestimmungen an den Brunnen wurde in den Jahren 2017 und 2018 auch das Quellwasser, welches über den Einleitbrunnen in den Untergrund eingebracht wird, hinsichtlich seiner Altersstruktur untersucht. Die deutliche SF₆-Überhöhung, die auf den vor Jahren im Bereich Altenbuch durchgeführten Markierungsversuch zurückzuführen sein muss, wurde bereits zuvor erwähnt. Die geringfügige Überhöhung des Umwelttracers F12 verweist auf eine mögliche anthropogene Beeinflussung im Umfeld der Quelfassungen. Hinsichtlich der Altersstruktur weist bei eingeschränkter Beurteilungsgrundlage durch die Überhöhungen das Quellwasser ein Modellalter von ca. 20 bis 30 Jahren auf (Exponentialmodell).

4.4.3 Trockenwetterabflussmessungen am Faulbach und Aussagen zur Gewässerökologie

Etwa 4- bis 5-mal im Jahr erfolgten seit 2011 am Faulbach Trockenwetterabflussmessungen zwischen den Ortslagen Breitenbrunn und Faulbach (2013 und 2017 waren es witterungsbedingt nur drei Serien). Zuvor wurden bereits Messungen in den Jahren 2006 und 2010 durchgeführt. In der Anlage 6 sind die Messungen im Zeitraum 2010 bis 2018 zusammen mit der Messung 2006 dokumentiert. Mit der Inbetriebnahme der Brunnen im Dezember 2011 wurde die Nutzung der Quelfassungen eingestellt. Dadurch lief die gesamte Quellschüttung in den Faulbach ab. Der größte Anteil wird unmittelbar unterhalb der Quelfassungen eingeleitet, ein geringerer am Maschinenhaus in Breitenbrunn (die Führung des Quellwasseranteils bis zum Maschinenhaus dient der permanenten Spülung der Leitung für die vorgehaltene Notversorgung; bei den Abflussmessungen ist diese Verteilung berücksichtigt). Zu bedenken ist auch, dass mit der Mitversorgung von Altenbuch am oberen Faulbach ab Ende Oktober 2012 auch hier eine weitere Einspeisung durch die Aufgabe der Buchbrunnenquelle zur Trinkwasserversorgung erfolgt. Allerdings ist die Schüttung, die in den Bachlauf gelangt, nicht bekannt (vermutlich immer größer 8 l/s).

Seit September 2015 fehlt an der Quelleinleitmenge in den Faulbach am Maschinenhaus in Breitenbrunn der Anteil, der in die GWM 3 bzw. in den neuen Einleitbrunnen eingeleitet wird (zunächst ca. 10 l/s, dann ab Ende Dezember 2015 bis Januar 2017 ca. 3 l/s, seit Februar 2017 dann ca. 8 l/s). Im Wesentlichen zeigt sich Folgendes:

- Die Jahre 2011 bis 2018 sind – soweit die über das Jahr verteilten Messungen dies widerspiegeln – von unterschiedlichen Abflussraten geprägt. Jahre mit eher geringem Abfluss waren demnach 2011, 2014, 2015 und 2018 (bezogen auf den mittleren Abfluss am MP 8) mit teils deutlich unter 100 l/s. Die Jahre 2012 und 2016 zeigten mittlere Werte wenig über 100 l/s. Die Jahre 2017 und 2018 liegen mit einer mittleren Abflussrate von 128 l/s bzw. 118 l/s über denen des Jahres 2016. Insgesamt zeigen sich höhere Abflussraten zu Beginn des Jahres, die dann zum Jahresende erwartungsgemäß abnehmen.
- Auf der Strecke zwischen den Ortschaften Breitenbrunn und Faulbach, in dem auch die betriebenen Brunnen liegen, zeigt sich zwischen den Messpunkten MP 14 (Breitenbrunn) und MP 12 (Höhe Brunnen) häufig eine Abnahme der Abflussrate. Diese Abnahme schwankt zwischen rechnerisch geringen Raten, die im Bereich der Messgenauigkeit liegen, und grö-

ßeren, signifikanten Umfängen von bis zu ca. 30 l/s bei insgesamt höheren Abflussraten. Abflusszunahmen wurden auf dieser Strecke selten erfasst. Insgesamt handelt es sich somit auf diesem Abschnitt um eine potentielle Absickerungsstrecke mit in der Regel geringen Absickerungsraten.

- Auf der Strecke zwischen MP 12 (Höhe Brunnen) und MP 7 (etwa halbe Strecke zwischen den Brunnen und Faulbach) überwiegt eine deutliche Zunahme des Abflusses. Nur zeitweilig ist auch eine Abnahme zu verzeichnen (2013, 2015 und 2018). Bei der August-Messung 2017 war weder eine Zu- noch eine Abnahme zu verzeichnen. Insgesamt ist dieser Abschnitt des Faulbachs somit zumeist Vorfluter für das (flurnahe) Grundwasser.
- Der Abschnitt zwischen MP 7 und MP 11 (nahe der Ortschaft Faulbach) ist geprägt von teils deutlichen Abflussminderungen, was eine Absickerung von Bachwasser in den Untergrund bedeutet. Die Jahre 2011 und 2013 bilden eine Ausnahme, hier überwiegt gemäß den Messungen der Übertritt von Grundwasser in den Bachlauf. Auch im Jahr 2018 zeigen die Messungen im Juni und Juli eine Abflusszunahme.

Die durchgeführten Messungen lassen an der Wasserführung des Faulbachs keinen Einfluss durch den Brunnenbetrieb und den Einleitbetrieb an der GWM 3 bzw. am Einleitbrunnen erkennen. Die Sickerraten auf den verschiedenen Abschnitten scheinen in der Regel vom Umfang der Wasserführung im Faulbach abzuhängen. Zwischen dem Bereich Breitenbrunn (MP 8) und dem Bereich Faulbach (MP 11) ist vor allem bei herbsthlichen/winterlichen Niedrigwasserverhältnissen über die gesamte Beobachtungszeit nur eine geringe Differenz der Wasserführung zu verzeichnen. Die Strecke dazwischen gliedert sich in potentielle Absickerungs- und Zusicke-rungsbereiche.

Hinsichtlich der Gewässerökologie wird die Situation wie folgt eingestuft:

- Der Faulbach weist auf seiner Fließstrecke zwischen den Ortslagen Breitenbrunn und Faulbach über den Beobachtungszeitraum bei Trockenwetterbedingungen immer eine Wasserführung auf, die auch in der trockenen Jahreszeit 30 l/s nicht unterschreitet; dies auch vor dem Hintergrund des Wechsels zwischen Zu- und Absickerungsabschnitten, wie sie sich aus den Abflussmessungen ergeben. In der nassen Jahreszeit ist teils auch ein Mehrfaches dieses Abflusses festzustellen. Insgesamt ergeben sich natürlicherweise über den Jahresverlauf resp. witterungsbedingt stärker wechselnde Abflussraten entlang der betrachteten Strecke.
- Wie oben bereits erwähnt, ergeben sich aus den Abflussmessungen keine Rückschlüsse auf eine nachteilige Beeinflussung des Abflusses im Faulbach durch die GwEntnahme an den Brunnen. Auch zeigen sich keine Hinweise auf nachteilige Abflussveränderungen durch die ab Ende 2011 vermehrte (Inbetriebnahme der Brunnen) und ab September 2015 wieder reduzierte Einleitung (Inbetriebnahme Quellwassereinleitung) der Quellwässer, mit deren Teilnutzung zuvor die Trinkwasserversorgung gesichert wurde.

- Das Gewässerbett des Faulbachs, von dem im betrachteten Abschnitt auch noch Mühlgräben abgezweigt sind, weist zwischen Breitenbrunn und Faulbach ein Niveau von ca. 168 bis 140 m ü.NN auf. Wie die Wasserstandsmessungen an den entsprechenden GwMessstellen (GWM 1, GWM 2) sowie die Ergebnisse der GwModellierung zeigen, liegt die GwOberfläche im durch die Brunnen genutzten GwVorkommen (GwLeiter im Buntsandstein und der mit quartären Sanden und Kiesen verfüllten ehemaligen Mainschlaufe um den Grohberg) auch im Taltiefsten flurfern vor. Im Bereich von Breitenbrunn sind Flurabstände von mehr als 20 m gegeben. Erst im Ortsbereich von Faulbach nahe dem Main ist eine Abnahme des Flurabstandes auf wenige Meter anzunehmen. Dies bedeutet, dass der Faulbach auf dem gesamten betrachteten Abschnitt über dem genutzten GwVorkommen schwebt und ein direkter Kontakt zu ihm ausgeschlossen ist. Im Talbereich werden die GwLeiter noch von vorwiegend bindigen Deckschichten überdeckt, in denen schwebende GwStockwerke ausgebildet sind. Mit der GWM 2a wird ein solches GwStockwerk erfasst. Die Wasserstandsentwicklung an der GWM 2a, die zeitlich eng getaktet automatisch erfasst wird, verdeutlicht - in der Zusammenschau mit dem deutlich tieferliegenden GwSpiegel an der benachbarten GWM 2 -, dass hydraulisch kein Kontakt zum tieferen GwVorkommen vorhanden ist (siehe Anlage 2.1.2). Es zeigen sich keine Reaktionen auf den Brunnen- und auf den Einleitbetrieb. Allein aufgrund dieser hydraulischen Verhältnisse ist eine Beeinflussung des Abflusses am Faulbach durch den Brunnen- und auch Einleitbetrieb ausgeschlossen.

- Insgesamt ist somit davon auszugehen, dass eine Beeinflussung der Gewässerökologie am Faulbach durch die Trinkwassergewinnung an den Br. 1 und 2 sowie auch den Betrieb des Einleitbrunnens mit dem Quellwasser aus den ehemaligen Trinkwasserquellen nicht gegeben ist. Veränderungen der Wasserführung, der Wasserstände und der Fließgeschwindigkeiten über den natürlichen Schwankungsbereich hinaus und somit der Gewässerökologie sind nicht gegeben und auch zukünftig nicht zu erwarten.

4.5 Wasserwirtschaftliche Bewertung des Probetriebs

Seit Dezember 2011 wird im Rahmen eines Probetriebs die Trinkwasserversorgung durch den Betrieb der beiden neu eingerichteten Br. 1 (Buntsandstein) und Br. 2 (Quartär) realisiert. Die Nutzung der Quellen nördlich von Breitenbrunn zur Trinkwasserversorgung wurde (zunächst) mit der Inbetriebnahme der Brunnen beendet.

Seit Beginn der Mitversorgung von Altenbuch im letzten Quartal 2012 liegt die jährliche Förderung 2013 bis 2018 im Bereich von ca. 327.000 und 346.000 m³/a, womit ein hoher Ausnutzungsgrad der derzeit erlaubten Jahresentnahme von 360.000 m³/a erreicht wird (78 bis 96 %). Die beiden Brunnen werden mit saisonal eher geringen Schwankungen täglich parallel über einige Stunden betrieben. Hierbei deckt der Br. 1 ca. 42 bis 49 % der Gesamtförderung ab. Der Anteil des Br. 2 liegt bei 51 bis 58 %. Die mittlere tägliche Gesamtförderung beträgt über die betrachteten Jahre zwischen 300 und 1.600 m³/d (im Mittel 2018: ca. 930 m³/d).

An den Brunnen sowie auch den GwMessstellen im näheren Umfeld der Brunnen waren letztendlich seit Beginn der Nutzung fallende GwStände zu verzeichnen. Der Trend verlangsamte sich 2014 zwar, setzte sich insgesamt aber fort. Anfang 2014 lagen die Wasserstände ca. 1,4 bis 2 m unter den anfänglichen Verhältnissen. Danach war die weitere Absenkung geringer im Bereich einiger weniger Dezimeter. Das Fallen der GwStände im Bereich der Brunnen muss unter den eher ungünstigen klimatischen Verhältnissen der letzten Jahre betrachtet werden. Es hatte sich noch kein neuer Gleichgewichtszustand zwischen Zustrom und Entnahme im Buntsandstein als auch im Quartär der Mainschleife eingestellt. Durch die geringe Mächtigkeit des Quartärs am Br. 2 ergaben sich technische Probleme mit dem Pumpenbetrieb, sodass eine Verschiebung der Förderraten von Br. 2 auf Br. 1 vorgenommen wurde. Eine deutliche Veränderung der Zustrombereiche durch die fallenden Wasserstände zeigt sich allerdings nicht. Hier ergibt sich erst mit der Quellwassereinleitung in die GWM 3 (siehe unten) für den Br. 2 eine Veränderung (erneute Nutzung der Quellen).

Vor dem zuvor geschilderten Hintergrund wurde in Abstimmung mit den Behörden und den entsprechenden Erlaubnissen im September 2015 ein Versuch begonnen, bei dem zur Stützung vor allem des quartären GwLeiters eine Einleitung des seit der Außerbetriebnahme ungenutzt ablaufenden Wassers aus den ehemaligen Quellfassungen in die GWM 3 erfolgte. Zunächst wurde über ca. 3 Monate eine Einleitrate von ca. 10 l/s realisiert, danach bis Ende Januar 2017 ca. 3 l/s. 10 l/s konnten nur unter Zuhilfenahme einer kostenintensiven Pumpe erreicht werden, da die verfügbaren Leitungen eine zu geringe Dimensionierung bei zu geringem Gefälle aufwiesen. Nachdem nachgewiesen war, dass eine Einleitung von bis zu 10 l/s dauerhaft möglich ist, wurde zur Kostenreduzierung ohne Pumpeneinsatz die Einleitung weiterbetrieben (ca. 3 l/s). Wie sich zeigte, konnte am Br. 2 als auch an verschiedenen GwMessstellen der fallende Trend unterbunden und eine Wasserspiegelaufhöhung erreicht werden. Mit der Rücknahme der Einleitung auf 3 l/s setzte jedoch wieder das Fallen der Wasserspiegel ein. Mit dieser geringen Einleitrate war demzufolge nur eine Dämpfung und keine wirksame Stabilisierung der Wasserstandsverhältnisse im genutzten Quartär-GwLeiter zu erzielen. Hier mag auch die allgemein vorherrschende ungünstige GwNeubildung eine Rolle gespielt haben.

Mit der Einrichtung des Einleitbrunnens in der zweiten Jahreshälfte 2016 und der Verlegung entsprechender Leitungen war die Voraussetzung einer dauerhaften Einleitung auch im größeren Umfang gegeben, die seit Februar 2017 realisiert wird (die Einleitung in die GWM 3 wurde mit der Inbetriebnahme des Einleitbrunnens beendet). Die Einleitrate beträgt bis zum derzeitigen Zeitpunkt im Mittel ca. 8 l/s, was den prognostizierten Erwartungen entspricht (erlaubte Maximaleinleitrate 10 l/s). Nach Beginn der gesteigerten Einleitrate kam es am Br. 2 zunächst zu einer Stagnation der Wasserstände und etwa seit Juli/August 2017 zu einem leicht steigenden Trend. Ebenfalls steigende Trends sind an den GwMessstellen GWM 2 und 3 vorhanden, die eindeutig auf den Betrieb des Einleitbrunnens zurückzuführen sind. Erst gegen Ende 2018 wird der Anstieg am Brunnen als auch den GwMessstellen beendet und geht in eine Stagnation über. Am Br. 1 ist ebenfalls zunächst eine Stagnation zu verzeichnen, die gegen Ende 2017 in einen leicht steigenden Trend übergeht. Hier könnte sich neben der umfangreicheren GwNeubildung in der zweiten Jahreshälfte 2017 und besonders gegen Ende des Jahres eventuell ebenfalls der positive Einfluss der Stützung vor allem des quartären GwLeiters durch die Einlei-

tung des Quellwassers abzeichnen. Insgesamt zeigt sich der positive Effekt der Einleitung, der zu einer Beendigung des zuvor fallenden Trends und - nach einem Zeitraum der Auffüllung - zu einer Stabilisierung der Wasserstandsverhältnisse im Bereich der Brunnen geführt hat.

Ein Zusetzen der GWM 3 durch Ausfällungen über die Zeit der Einleitung von mehr als einem Jahr ließ sich nicht erkennen. Dies kann auch für den nun betriebenen Einleitbrunnen angenommen werden. Die gelegentlichen Eintrübungen des eingeleiteten Quellwassers aufgrund von entsprechenden Niederschlägen erreichen bei weitem nicht den Grad der Trübung, der eine Aussetzung der Einleitung ratsam machen würde.

Abgesehen von der am Br. 1 vorhandenen Bentazon-Problematik bis zum Jahr 2015 sind bislang keine nachteiligen Entwicklungen unter dem Aspekt der TrinkwV am Förderwasser der Brunnen vorhanden. Generell ist festzuhalten, dass es hinsichtlich der Altersstruktur des geförderten Wassers an den beiden Brunnen eine gegenläufige Entwicklung über die Zeit gibt. Während am Br. 1 der Anteil älteren Wassers zunächst zunimmt und seit 2017 in der erreichten neuen Verteilung augenscheinlich stagniert, ist er am Br. 2 rückläufig. Hier macht sich die Quellwassereinleitung bemerkbar, was sich auch durch die Zunahme der SF₆-Gehalte dokumentiert, deren Konzentration mit dem aus dem Markierungsversuch beaufschlagten und eingeleiteten Quellwasser entstammen muss.

Bezüglich der Bentazon-Problematik am Brunnen 1 ist festzustellen, dass nach eher geringen Grenzwertüberschreitungen 2013/2014 im Jahr 2015 deutlich ausgeprägtere Überschreitungen zu verzeichnen waren. Seit dem letzten Quartal 2015 wurden aber nur noch geringe Gehalte unterhalb des TrinkwV-Grenzwertes festgestellt. Häufig lagen die Analysenergebnisse sogar unterhalb der Nachweisgrenze. Diese positive Entwicklung setzte sich 2018 fort. Obwohl der Rückgang mit dem Beginn der Quellwassereinleitung einherging, wird hier aus hydraulischer Sicht kein Zusammenhang gesehen.

In der Zusammenschau zeigt sich somit, dass mit dem Eingriff der Förderung seit Ende 2011 in das zuvor an dieser Stelle ungenutzte GwVorkommen (GwLeiter im Buntsandstein und dem Quartär der Mainschleife) aus hydraulischer Sicht über lange Zeit kein neuer Gleichgewichtszustand zwischen Zustrom und Entnahme eingetreten ist. Dies zeigen die bis in das Jahr 2017 hinein immer noch moderat fallenden GwStände und auch die Verschiebung der Altersstruktur der Förderwässer. Eine Rolle hierbei könnten die eher mäßigen GwNeubildungsverhältnisse in den letzten Jahren vor 2017 spielen. Mit der Inbetriebnahme des Einleitbrunnens im Februar 2017 und der dadurch gesteigerten Einletrate von ca. 8 l/s als auch der zeitweilig günstigeren GwNeubildungssituation in der zweiten Jahreshälfte 2017 (vor allem gegen Ende des Jahres) wird der fallende Trend unterbrochen und steigende Wasserstände sind zu verzeichnen. Gegen Ende des Jahres 2018 scheint sich allgemein eine Stagnation einzustellen. Es ist somit festzustellen, dass eine Stützung des genutzten GwVorkommens mit der Einleitung erreicht ist und im GwSystem im Bereich der Brunnen ein neuer Gleichgewichtszustand erkennbar wird.

Nachteilige Entwicklungen am Abfluss des Faulbaches in Folge der GwBewirtschaftung lassen die bislang durchgeführten Messungen nicht erkennen. Ökologische Verschlechterungen sind unter diesem Aspekt nicht zu erwarten.

Der seitens der Behörden akzeptierte Probebetrieb mit hydraulischer Stützung und Stabilisierung vornehmlich des quartären GwLeiters durch die Quellwassereinleitung (bis zu 10 l/s) sollte somit in der bisherigen Form als Regelbetrieb fortgesetzt werden. Ein dauerhaftes GwMonitoring ist hierfür erforderlich, das auf den Ergebnissen des Probebetriebs aufbaut.

5. Fortschreibung des numerischen Grundwassermodells

5.1 Modellerstellung und -kalibrierung

Das unter anderem mit Blick auf die Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Brunnen 1 und 2 erstellte numerische GwStrömungsmodell /2/ wurde anhand der Daten aus dem Probebetrieb bis Ende Februar 2019 sowie auf Basis der GwMessstellen--Bohrungen/4/ (siehe Anhang) fortgeschrieben resp. nachkalibriert. Die Ergebnisse dieser Modellfortschreibung sind in Anlage 8.1 bis Anlage 8.6 dargestellt, wobei die Kenntnis des Modellstandes /2/ vorausgesetzt wird.

5.2 Modellanwendung

Ausgehend von der Wasserbedarfsprognose in Anlage 9 wird davon ausgegangen, dass zukünftig aus den Brunnen 1 und 2 gemeinsam folgende Förderraten zu realisieren sind:

- bis zu 360.000 m³/a ($\approx 11,4$ l/s = Durchschnittsentnahme)
- bis zu 2.000 m³/d ($\approx 23,1$ l/s = Spitzenentnahme)

Unter Ansatz dieser Prognosezahlen werden die Brunneneinzugsgebiete bei Durchschnittsentnahme und die 50-Tage-Zonen bei Spitzenentnahme berechnet, und zwar mit und ohne Quellwassereinleitung. Folgende Szenarien werden berechnet, wobei die Förderraten gleichmäßig auf die Brunnen 1 und 2 verteilt werden:

Tabelle 5-1: Modellanwendung – Brunnenbetriebsszenarien

Szenario		Ansatz der GwEntnahme	Ansatz der Quellwassereinleitung
1	1a	360.000 m ³ /a	0 l/s
	1b	2.000 m ³ /d	
2	2a	360.000 m ³ /a	8 l/s
	2b	2.000 m ³ /d	

Zu berücksichtigen ist, dass die GwEntnahmen im Buntsandstein (Br. 1) und im Quartär (Br. 2) stattfinden, während die Quellwassereinleitung über den Einleitbrunnen nur im Quartär erfolgt. Dargestellt werden Bahnlinien mit Zeitmarken, die ausgehend von den Entnahmebrunnen resp. von der Mitte der betreffenden Brunnenzelle rückwärts entgegen der Fließrichtung berechnet sind (siehe Anlage 8.7). Aufgrund der hohen Zahl von Startpunkten an den Brunnenzellen resultiert jeweils ein Bündel von Bahnlinien, die in Ihrer Gesamtheit das GwEinzugsgebiet resp. die 50-Tage-Zone des betreffenden Entnahmebrunnens darstellen. Der Einleitbrunnen ist Ziel- und nicht Startpunkt der Bahnlinien.

Die Ergebnisse dieser Modellanwendungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Im Szenario 1a (Förderung von 360.000 m³/a ohne Quellwassereinleitung; siehe Anlage 8.7.1, Blatt 1) resultiert sowohl für Brunnen 1 als auch für Brunnen 2, das im W über die be-

stehende Grenze der Schutzzone III hinausgeht. Hinsichtlich des TwSchutzes ist dieses Resultat jedoch nicht relevant, da die folgenden Ausführungen zeigen, dass zukünftig die dauerhafte Quellwassereinleitung zur Stützung des GwHaushaltes erforderlich ist, was ein geändertes GwStrömungsbild zur Folge hat (s. u.).

- Im Szenario 1b (Spitzenförderung von 2.000 m³/a ohne Quellwassereinleitung; siehe Anlage 8.7.1, Blatt 2) fällt die Brunnenzelle des Brunnen 2 trocken. Dies bedeutet, dass 1.000 m³/d an diesem Brunnen unter den Modellrandbedingungen dauerhaft nicht ohne hydraulische Stützung durch die Quellwassereinleitung gefördert werden können. Der Betrieb des Einleitbrunnens ist mithin unverzichtbar.
- Im Szenario 2a (Förderung von 360.000 m³/a mit Quellwassereinleitung; siehe Anlage 8.7.2, Blatt 1) resultiert nun für den Brunnen 2 ein GwEinzugsgebiet, das vollständig innerhalb des festgesetzten WSG liegt. Lediglich für den Brunnen 1 resultiert ein GwZustrombereich der SE' der GWM 2/2a etwas und N' dieser GWM minimal über die Grenze der Schutzzone III hinausreicht. Die Ortsbebauung von Breitenbrunn ist jedoch demnach (weiterhin) nicht von den Brunneneinzugsgebieten tangiert.
- Im Szenario 2b (Spitzenförderung von 2.000 m³/a mit Quellwassereinleitung; siehe Anlage 8.7.2, Blatt 2) resultiert für den Brunnen 2 eine 50-Tage-Zone, die NW' dieses Brunnenstandorts geringfügig über die festgesetzte Schutzzone II hinausgeht; am Brunnen 1 ist dies SW' des Brunnenstandorts der Fall. Diese Vergrößerung der 50-Tage-Zonen gegenüber der festgesetzten Schutzzone II sind ebenfalls eine Folge der Quellwassereinleitung. Diese führt zu einer Vergrößerung des GwGefälles zwischen dem Einleitbrunnen und den Förderbrunnen und somit auch zu einer Erhöhung der GwFließgeschwindigkeit, was wiederum eine entsprechende Vergrößerung der 50-Tage-Zonen bedingt.

Maßgebend für die WSG-Bemessungen bzw. -Diskussion ist das Szenario 2, da dieses das GwStrömungsfeld bei Wirksamkeit des wasserwirtschaftlich notwendigen Einleitbrunnens darstellt.

6. Hydrogeologisch-wasserwirtschaftliche Gesamtbewertung und Bewirtschaftungskonzept

6.1 Wasserbedarfsprognose

In Anlage 9 ist der Wasserbedarfsnachweis für den Zeitraum 1990 bis 2018 für das gesamte Wasserversorgungsgebiet des ZV WV Stadtprozelener Gruppe dokumentiert und mit der Wasserbedarfsprognose aus dem Jahr 2010 /2/ abgeglichen. Es zeigt sich eine Entwicklung geringfügig unter der prognostizierten Größenordnung für das Jahr 2015, aber in der Größenordnung der prognostizierten Entwicklung bis 2060 von ca. 350.000 m³/a. Im Ansatz auf der sicheren Seite ist ein gewisser Sicherheitszuschlag in der Abschätzung des zukünftigen Wasserbedarfs unumgänglich, so dass die Wasserbedarfsprognose aus dem Jahr 2010 auch für das langfristige Wasserrecht angesetzt werden kann.

Da die aktuelle Entwicklung etwas unter der prognostizierten Entwicklung für den jeweiligen Zeitraum lag, aber in der Größenordnung der langfristigen Prognose, wird empfohlen, das Wasserrecht in dem bestehenden Umfang von 360.000 m³/a bzw. 2.000 m³/d auch langfristig zu beantragen.

6.2 Vorprüfung nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung

In Anlage 10 erfolgte eine UVP-Vorprüfung im Vorgriff auf das wasserrechtliche Genehmigungsverfahren. Eine nachteilige Beeinträchtigung der Schutzgüter ist demnach nicht zu erwarten, so dass aus unserer Sicht auf eine Umweltverträglichkeitsprüfung verzichtet werden kann.

7. Zusammenfassung und Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise

Der Zweckverband zur Wasserversorgung (ZV WV) der Stadtprozelten Gruppe versorgt die Verbandsgemeinden Faulbach (inkl. Breitenbrunn), Dorfprozelten und Stadtprozelten (inkl. Neuenbuch) sowie seit dem 26.10.2012 auch die Gemeinde Altenbuch (neues Verbandsmitglied) mit Trinkwasser. Bevor Ende 2011 die beiden neuen Brunnen im Gewinnungsgebiet (GG) Breitenbrunn (Br. 1 und 2 südöstlich Breitenbrunn) in Betrieb genommen wurden, erfolgte die Versorgung über die Quelfassungen nördlich von Breitenbrunn (Quelfassungen Faulbachtal).

Während der ersten Jahre des Brunnenbetriebs zeigten sich ständig fallende GwStände, was zum Zeitpunkt der Brunnenbohrungen nicht erkennbar war. Daher wurde 2015 in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg beschlossen, nunmehr ungenutztes Quellwasser aus den Quelfassungen Faulbachtal im GwOberstrom der Brunnen 1 und 2 zur hydraulischen Stützung des GwSystems in den Untergrund einzuleiten. Dies erfolgte zunächst versuchsweise über die GwMessstelle GWM 3 und seit 01.02.2017 dauerhaft über den hierzu eingerichteten Einleitbrunnen NW' der GWM 3. Die Einletrate beträgt seitdem weitgehend konstant ca. 8 l/s; die Qualität des eingeleiteten Quellwassers ist günstig für den Einleitbrunnenbetrieb (Sauerstoff-reich, Eisen- und Mangan-frei, gering mineralisiertes Quellwasser; keine ausgeprägte Trübung).

Dieser Probebetrieb zeigt, dass die angestrebte hydraulische Stützung des bewirtschafteten GwSystems durch die Quellwassereinleitung in den Quartär-GwLeiter erreicht wird. Dies dokumentiert sich in entsprechend steigenden GwStänden; zudem lässt sich das eingeleitete Quellwasser über die SF₆-Markierung aus einem früheren Markierungsversuch in Altenbuch an den Brunnen nachweisen. Relevant ist die hydraulische Stützung vor allem für den Brunnen 2, der in dem quartären GwLeiter verfiltert ist.

Die GwModell-gestützte Auswertung des Probebetriebs führt zu dem Schluss, dass die dauerhafte Einleitung des Quellwassers mit einer Einletrate von ca. 8 l/s zur Sicherung des gewinnbaren GwDargebotes an den Brunnen 1 und 2 bei dem gegebenen Wasserbedarf erforderlich ist. Allerdings sind für diese GwBewirtschaftung die bestehenden WSG-Grenzen nicht ganz ausreichend; vielmehr sind E' und SE' von Breitenbrunn geringfügige Anpassungen der Schutz-zonen II und III erforderlich, die allerdings nicht den Ortsbereich betreffen.

Basierend auf der Bedarfsermittlung und der Auswertung des Probebetriebs sollte für den zukünftigen Regelbetrieb der Brunnen 1 und 2 Breitenbrunn eine gehobene Erlaubnis zur Entnahme von Grundwasser zur TwVersorgung in Kombination mit einer dauerhaften Quellwassereinleitung zur Stützung des bewirtschafteten GwSystems wie folgt beantragt werden:

- Gesamtförderrate Brunnen 1 und 2: 360.000 m³/a
- Tagesspitzenförderrate Brunnen 1 und 2: 2.000 m³/d

- Kurzzeitige Spitzenentnahme (l/s) entsprechend der nachgewiesenen technischen Er-
giebigkeit der Brunnen 1 und 2; an dieser sind auch die Einzelförderraten (m^3/a , m^3/d)
auszurichten, bei Einhaltung der o. g. Gesamtentnahmen.
- Dauerhafte Quellwassereinleitung über den Einleitbrunnen: 8 l/s

Im Zusammenhang mit diesem Wasserrechtsverfahren sollte auch die (geringfügige) Erweite-
rung der Schutzzone II und der Schutzzone III gemäß Szenario 2 bzw. 2a/2b zur (Neu-) Fest-
setzung beantragt werden. Diese Notwendigkeit ergibt sich aus der Wirksamkeit des Einleit-
brunnens, der zum Zeitpunkt der WSG-Festsetzung noch nicht absehbar und mithin nicht Ge-
genstand der früheren WSG-Festsetzung /3/ war.

Vor der Einleitung weiterer Maßnahmen sollten die vorliegenden Ergebnisse mit dem Landrats-
amt Miltenberg und dem Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg diskutiert, und mit diesen Behör-
den die Vorgehensweise für die anstehenden wasserrechtlichen Verfahren abgestimmt werden.
Die gilt auch hinsichtlich des Umfangs des zukünftigen GwMonitorings.

Büro HG GmbH

Gießen, August 2019

Dipl.-Geol. Dr. Bernd Hanauer

Dipl.-Geol. Horst Roßmann