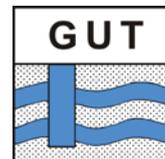


- Geologische Erkundungen
- Hydrogeologie
- Erkundung und Sanierung von Umweltschäden
- Beratung und Gutachten



Abschlussbericht

Wasserversorgung des ZV Gennach-Hühnerbach-Gruppe Errichtung eines neuen Trinkwasserbrunnens im Stubental auf dem Grundstück Fl. Nr. 330, Gemarkung Frankenhofen, Landkreis Ostallgäu

Projektstandort:	Staatsforst ca. 2,5 km östlich von Osterzell, auf dem Grundstück Fl. Nr. 330, Gemarkung Frankenhofen, Landkreis Ostallgäu
Auftraggeber:	ZV Gennach-Hühnerbach-Gruppe Hochreute 4 87677 Stöttwang
Auftragnehmer:	GeoUmweltTeam GmbH Wiesenstr. 18 87616 Marktoberdorf
Zuständige Kreisverwaltungsbehörde:	Landratsamt Ostallgäu Schwabenstr. 11 87616 Marktoberdorf
Projektbearbeiter:	Dipl.-Geol. Horst Tauchmann
Ort, Datum:	Marktoberdorf, 19.03.2021
insgesamt 4 Ausfertigungen 17 Berichtsseiten 5 Anlagen	<u>Verteiler</u> ZV GHG (3fach) GUT (1fach)



Inhalt	Seite
1 Vorbemerkung	5
2 Durchgeführte Arbeiten	6
2.1 Geophysikalische Vorerkundung im August 2019	6
2.2 Erster Bohrversuch im August 2020	6
2.3 Geophysikalische Detailmessungen im September 2020	7
2.4 Versuchsbohrung VB1 im Oktober 2020	7
2.5 Brunnenbohrung im Januar 2021	8
2.6 Gemeinsamer Leistungspumpversuch an Brunnen 1 und 2 im Februar 2021	8
2.7 Trinkwasseranalytik	10
2.8 Kamerabefahrung	10
3 Hydrogeologische Verhältnisse	10
4 Ergebnisse der Brunnenbohrung und des Pumpversuches	12
4.1 Brunnenausbau	12
4.2 Kolben des Brunnens, Klarspülen und Kurzpumpversuch am 04.02.2021	13
4.3 Leistungspumpversuch im Zeitraum 11.02.2021 – 18.02.2021	14
4.4 Trinkwasseranalytik	16
5 Zusammenfassende Bewertung	17



Anlagenverzeichnis

1 Lagepläne

- 1.1 Übersichtslageplan, 1 : 25.000
- 1.2 Lageplan mit Geophysik-Messprofilen, 1 : 2.000
- 1.3 Luftbildflurplan, 1 : 5.000
- 1.4 Flurplan mit bestehendem Wasserschutzgebiet, 1 : 15.000

2 Geologie und Brunnenausbau

- 2.1 Geologie und Verfüllplan der „Fehlbohrung“
- 2.2 Geologie und Ausbau der Versuchsbohrung VB1
- 2.3 Geologie und Ausbau Brunnen 2 Stubental
- 2.4 Blockbild mit Stauerrelief und Brunneneinzugsgebiet
- 2.5 Geologie und Ausbau Brunnen 21 Stubental
- 2.6 Geophysik-Messbericht der fa. Terrana Geophysik vom 10.09.2020
- 2.7 Fototafel der Kernkisten aus der Brunnenbohrung 2 Stubental

3 Pumpversuche

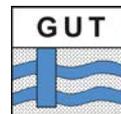
- 3.1 Kurzpumpversuch an der Versuchsbohrung VB1 am 08.10.2020; Messprotokoll der Fa. Abt
- 3.2 PV-Auswertung an VB1 nach dem Wiederanstiegsverfahren von THEIS & JACOB
- 3.3 Kurzpumpversuch am Brunnen 2 Stubental am 04.02.2021; Messprotokoll der Fa. Abt
- 3.4 Messprotokoll des Leistungspumpversuches im Zeitraum 11.02.21–18.02.21
- 3.5 Gangliniengraphik der Datenlogger im Brunnen 1 und 2 sowie in der Messstelle St-B2 im Zeitraum 09.11.2020 – 02.03.2021
- 3.6 Gangliniengraphik der Datenlogger im Brunnen 1 und 2 sowie in der Messstelle St-B2 im Zeitraum 04.02.2021 – 02.03.2021
- 3.7 Langzeitgraphik der Grundwasserstände im Zeitraum Mai 2015 - März 2021

4 Grundwasseranalytik

- 4.1 Analytik Brunnen 1 Stubental vom 15.02.2021
- 4.2 Analytik Brunnen 2 Stubental vom 15.02.2021
- 4.3 Analytik Brunnen 2 Stubental vom 18.02.2021

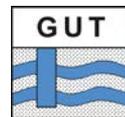
5 Kamerabefahrung

- 5.1 Brunnen 2 Stubental
- 5.2 Brunnen 1 Stubental



Verwendete Unterlagen

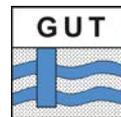
- (1) **HydroConsult GmbH:**
Antrag auf Neufestsetzung eines Trinkwasserschutzgebietes für den Tiefbrunnen „Stubental“ der Gemeinde Denklingen; Erläuterungsbericht, Augsburg, 31.03.2017
- (2) **Landratsamt Ostallgäu:**
Vollzug der Wassergesetze: Bescheid für die Befreiung von der Wasserschutzgebietsverordnung vom 31.01.2019 für die öffentliche Wasserversorgung der Gemeinde Denklingen zur Durchführung der Brunnenbohrung auf dem Grundstück Fl. Nr. 330, Gemarkung Frankenhofen; Marktobderdorf, 06.04.2020 (AZ: 41-6421.0/3/3)
- (3) **Landratsamt Ostallgäu:**
Vollzug der Wassergesetze: Genehmigung des Verfüllplanes für die „Fehlbohrung“; Marktobderdorf, 25.08.2020 (AZ: 41-6421.0/3/3)
- (4) **Landratsamt Ostallgäu:**
Vollzug der Wassergesetze: Bescheid für die Befreiung von der Wasserschutzgebietsverordnung vom 31.01.2019 für die öffentliche Wasserversorgung der Gemeinde Denklingen zur Durchführung einer erneuten Brunnenbohrung auf dem Grundstück Fl. Nr. 330, Gemarkung Frankenhofen; Marktobderdorf, 28.09.2020 (AZ: 41-6421.0/3/3)



1 Vorbemerkung

Der Zweckverband Gennach-Hühnerbach-Gruppe beabsichtigte als Alternativenprüfung bzw. als Ergänzung zu seinen bestehenden Wassergewinnungsanlagen (Gerbishofer Feld und Hochreute) die Errichtung eines Trinkwasserbrunnens im Stubental ca. 2,5 km östlich von Osterzell. Der geplante Standort für diesen Brunnen liegt rund 120 m nördlich des von der Gemeinde Denklingen bereits 2016 neu errichteten Brunnens „Stubental“ (nachfolgend als Brunnen 1 Stubental bezeichnet). Aus dem Brunnen 1 Stubental, der sich auf dem Grundstück Fl. Nr. 508/0, Gemarkung Dienhausen befindet, kann laut Wasserrechtsbescheid vom 31.01.2019 eine Grundwassermenge von max. 20 l/s bzw. 800 m³/d bzw. 260.000 m³/a für die Wasserversorgung der Gemeinde Denklingen entnommen werden. Während eines zweiwöchigen Leistungspumpversuches im Zeitraum Nov./Dez. 2016 konnten aus diesem Brunnen problemlos rund 35 l/s entnommen werden, wobei sich lediglich eine Grundwasserspiegelabsenkung von 1,9 m gegenüber dem Ruhewasserspiegel ergab. Die Grundwassermächtigkeit betrug zum Pumpversuchszeitpunkt rund 8 m. Der Brunnen 1 Stubental erschließt somit ein sehr ergiebiges Grundwasservorkommen, das nach einer hydraulischen Abschätzung des Büros HydroConsult GmbH in der Größenordnung von ca. 60 l/s bei Mittelwasserverhältnissen liegt. Aus der Wasserbilanz des knapp 10 km² großen Einzugsgebietes lässt sich das gesamte Grundwasserdargebot sogar auf eine Größenordnung von bis zu ca. 150 l/s abschätzen. Für den Brunnen 1 Stubental wurde am 31.01.2019 ein Wasserschutzgebiet festgesetzt, das sich auf einer Breite von ca. 1 km rund 3,2 km nach Süden entlang des Stubentales erstreckt. Da der Brunnen 1 Stubental der Gemeinde Denklingen mit seiner genehmigten maximalen Tagesentnahmemenge von 800 m³/d bzw. 9,3 l/s nur einen vergleichsweise kleinen Teil des zur Verfügung stehenden Grundwasserdargebotes nutzt, sollte das am Brunnen 1 Stubental vorbei fließende Grundwasser durch einen eigenen Brunnen für den ZV Gennach-Hühnerbach-Gruppe erschlossen werden, ohne den bestehenden Brunnen 1 Stubental in seiner Leistungsfähigkeit einzuschränken. Die Planungen und Ausführungen für die hier beschriebene Brunnenbohrung (nachfolgend als Brunnen 2 Stubental bezeichnet) und den anschließenden Leistungspumpversuch fanden deshalb in enger Abstimmung mit dem für die Gemeinde Denklingen tätigen Büro HydroConsult GmbH statt, das dankenswerter Weise auch einen Großteil der hydrogeologischen Informationen zu dem Untersuchungsgebiet zur Verfügung gestellt hat (1).

Die Standorte der beiden Brunnen sind in den Lageplänen der Anlage 1 eingetragen. Der Brunnen 2 Stubental liegt rund 120 m nördlich vom Brunnen 1 Stubental auf dem Grundstück Fl. Nr. 330, Gemarkung Frankenhofen, noch innerhalb der Zone III des bestehenden Wasserschutzgebietes.



2 Durchgeführte Arbeiten

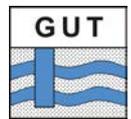
Die verschiedenen Voruntersuchungen, Bohrarbeiten und Pumpversuche im Zeitraum August 2019 – Februar 2021 sind nachfolgend stichpunktartig chronologisch aufgeführt.

2.1 Geophysikalische Vorerkundung im August 2019

Im August 2019 wurden von der Fa. Terrana Geophysik / 72116 Mössingen zunächst 20 geoelektrische Tiefensondierungen entlang von drei West-Ost verlaufenden Profilschnitten zwischen dem Brunnen 1 Stubental und der ca. 200 m weiter nördlich gelegenen Ortsverbindungsstraße Osterzell – Dienhausen ausgeführt. Die Geophysikmessungen wurden anhand des Bohrprofils am Brunnen 1 Stubental kalibriert und zeigten entlang der Messprofile jeweils rinnenartige Eintiefungen innerhalb der wasserstauenden Molassegesteine, die mit wasserdurchlässigen eiszeitlichen Kiesen aufgefüllt sind. Die geoelektrische Tiefensondierung Nr. 10, die ca. 120 m nördlich vom Brunnen 1 Stubental liegt, zeigte das Rinnentiefste hier in einer Tiefe von rund 37 m unter Gelände an, was ziemlich genau dem Bohrprofil am Brunnen 1 Stubental entspricht. Insofern wurde dieser Standort für die Brunnenbohrung des ZV-GHG ausgewählt und eine entsprechende Bohrgenehmigung beim Landratsamt Ostallgäu eingeholt (2).

2.2 Erster Bohrversuch im August 2020

Im August 2020 wurde von der Fa. Abt / 87719 Mindelheim mit der Brunnenbohrung mit einem Bohrdurchmesser von 1500/1200 mm begonnen. Entgegen der Prognose aus der Geophysikmessung wurde bei dieser Bohrung die wasserstauende Molasseoberfläche nicht erst in 37 m Tiefe sondern bereits in 25,5 m unter Gelände angetroffen. Der Grundwasserspiegel lag zum Bohrzeitpunkt bei rund 24,5 m. Um auszuschließen, dass es sich bei den angetroffenen Molassegesteinen (Schluffsteine mit unterschiedlichen Feinsandanteilen) nicht um eine aus den seitlichen Hangflächen eingerutschte Scholle handelt, die von eiszeitlichen Kiesen noch unterlagert wird, wurde die Bohrung bis auf eine Tiefe von 30,7 m Tiefe fortgesetzt. Da die Molassegesteine mit der Tiefe einheitlich an Kompaktheit zunahmen, konnte eine Rutschscholle und damit auch die Möglichkeit auf darunter liegende wasserführende eiszeitliche Kiese ausgeschlossen werden. Insofern wurde auf einer kurzzeitig einbe-



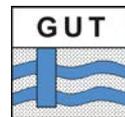
rufenen Verbandssitzung des ZV-GHG am Bohrstandort am 24.08.2020 beschlossen, die „Fehlbohrung“ entsprechend den angetroffenen geologischen Verhältnissen mit Dämmerzement und sauberem Filterkies zu verfüllen. Nach Genehmigung des Verfüllplanes durch das Landratsamt Ostallgäu (3) wurde die Bohrung von der Fa. Abt Ende August 2020 ordnungsgemäß verfüllt. Das geologische Profil dieser „Fehlbohrung“ inkl. Verfüllplan ist in Anlage 2.1 dargestellt.

2.3 Geophysikalische Detailmessungen im September 2020

Im September 2020 wurden von der Fa. Terrana Geophysik weitere 14 geoelektrische Tiefensondierungen (GTS) im näheren Umfeld der „Fehlbohrung“ durchgeführt, um das extreme Relief des Grundwasserstauers besser auflösen zu können. Hierbei zeigte sich, dass der Grundwasserstauer im Bereich der „Fehlbohrung“ sehr steil nach Westen abfällt und das Rinnentiefste rund 18 m weiter westlich der „Fehlbohrung“ an dem Messpunkt Nr. 23 in rund 37 m Tiefe liegt. Dieser Messpunkt wurde deshalb als geeigneter Standort für eine Versuchsbohrung angesehen. Der Geophysik-Messbericht mit den Ergebnissen aller 34 GTS-Messpunkte ist in Anlage 2.6 beigefügt.

2.4 Versuchsbohrung VB 1 im Oktober 2020

Nach Erteilung der Bohrfreigabe durch das Landratsamt Ostallgäu (4) wurde im Oktober 2020 von der Fa. Abt am Geophysikmesspunkt Nr. 23 eine Rammkernbohrung mit einem Bohrenddurchmesser von 330 mm bis 38,3 m Tiefe niedergebracht und zu einer 6“-Grundwassermessstelle aus PVC-Filter- und Vollrohren ausgebaut. Diese Versuchsbohrung VB 1 erreichte den Grundwasserstauer exakt in der vorhergesagten Tiefe von 37,3 m. Der Grundwasserspiegel lag hier am 06.10.2020 bei 26,5 m unter Gelände, die Grundwassermächtigkeit betrug somit 10,8 m. Das geologische Profil inkl. Ausbauplan der Versuchsbohrung VB1 ist in Anlage 2.2 beigefügt. Um erste Anhaltspunkte über die Grundwasserergiebigkeit dieses Standortes zu erhalten, wurde am 07.10.2020 ein 7-stündiger Kurzpumpversuch mit einer maximalen Förderleistung von 9,2 l/s durchgeführt, wobei das geförderte Grundwasser rund 100 m nördlich der Bohrung im Waldboden versickert wurde. Bei der Förderleistung von 9,2 l/s (33,1 m³/h) senkte sich der Grundwasserspiegel um lediglich 0,24 m ab, was nur rund 2% der zur Verfügung stehenden Grundwassermächtigkeit entsprach. Das zugehörige Pumpversuchsprotokoll und die anhand des Wiederanstiegsverfahrens durchgeführte Pumpversuchsauswertung sind in Anlage 3.1 und 3.2 beigefügt. Aufgrund der hier angetroffenen hohen Grundwasserergiebigkeit wurde beschlossen,



am Standort der Versuchsbohrung VB 1 die Bohrung für den neuen Trinkwasserbrunnen niederzubringen.

2.5 Brunnenbohrung im Januar 2021

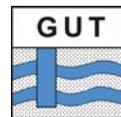
Im Januar 2021 wurde von der Fa. Abt am Standort der Versuchsbohrung VB 1 die Bohrung für den neuen Trinkwasserbrunnen mit einem Bohrdurchmesser von 1500/1200 mm bis 40,3 m Tiefe niedergebracht, wobei die Versuchsbohrung VB 1 komplett überbohrt wurde. Der Brunnenausbau erfolgte mit Edelstahlfilter- und Vollrohren DN 600. Das geologische Profil inkl. Brunnenausbau ist in Anlage 2.3 beigelegt. In Anlage 2.4 ist zudem ein schematisches Blockbild dargestellt, das die canyonartige Rinnenstruktur innerhalb der wasserstauenden Molasseoberfläche und den in die Rinne hineinragenden Verengungssporn im Bereich der „Fehlbohrung“ zeigt. Die Fototafel der Kernkisten von der Brunnenbohrung 2 Stubental ist in Anlage 2.7 beigelegt.

Nach dem Kolben und Klarspülen des neuen Brunnens wurde am 04.02.2021 ein 8-stündiger Kurzpumpversuch mit Förderleistungen von 5, 10, 15, 20, 25 und 31 l/s durchgeführt, wobei das geförderte Grundwasser rund 100 m nördlich des Brunnens im Waldboden versickert wurde. Der Ruhewasserspiegel lag bei PV-Beginn bei 30,2 m unter Gelände, die Grundwassermächtigkeit betrug 7,0 m. Bei einer Förderleistung von 10 l/s ergab sich eine Grundwasserabsenkung von 0,28 m, bei 20 l/s betrug sie 0,68 m, bei 25 l/s lag sie bei 1,03 m und bei 31 l/s betrug sie rund 1,45 m. Allerdings konnten bei den höheren Pumpstufen von 20 l/s – 31 l/s keine stationären Strömungsverhältnisse aufgrund des kurzen Pumpzeitraumes erreicht werden. Dieser Kurzpumpversuch hatte primär die Aufgabe, die Leistungsfähigkeit des Brunnens sowie die Sand- und Trübstoffgehalte im geförderten Grundwasser zu überprüfen. Das Pumpversuchsprotokoll ist in Anlage 3.3 beigelegt.

2.6 Gemeinsamer Leistungspumpversuch am Brunnen 1 + 2 im Februar 2021

Im Februar 2021 wurde ein gemeinsamer Leistungspumpversuch an den beiden nahezu baugleichen Brunnen 1 und 2 Stubental durchgeführt. Ziel dieses Pumpversuches war die Ermittlung der jeweiligen Brunnenergiebigkeiten und der gegenseitigen hydraulischen Beeinflussung durch den gemeinsamen Pumpbetrieb.

Für die Durchführung des Leistungspumpversuches wurde von der Fa. Abt in jeden Brunnen eine leistungsstarke Tauchpumpe im Sumpfrohrschnitt eingebaut und am



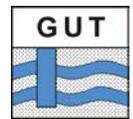
Brunnenkopf mit einem Schieber und einem Wasserzähler inkl. Probenahmeahn versehen. Da im gesamten Untersuchungsgebiet keine Bäche oder sonstige Gräben für eine Wasserableitung zur Verfügung standen, musste das geförderte Grundwasser schadlos und ohne hydraulische Wechselwirkung mit den Förderbrunnen versickert werden. Hierzu wurde von der Fa. Abt eine ausreichend dimensionierte Ablaufleitung aus Stahlrohren (DN 150 und DN 200) bis ca. 500 m nördlich des Brunnens 2 Stubental verlegt, wobei die Ortverbindungstraße Osterzell – Dienhausen mit einer Rohrbrücke gequert wurde. Am Ende der Ablaufleitung wurde das Grundwasser über 4 sternförmig verlegte B-Schläuche breitflächig in einer Waldlichtung problemlos versickert.

Der Leistungspumpversuch wurde im Zeitraum 11.02.2021 – 18.02.2021 im Dauerbetrieb mit folgenden 5 Pumpstufen gefahren:

Tab. 1: Pumpstufen des Leistungspumpversuches

Pumpstufe	Datum	Uhrzeit	Fördermenge Brunnen 1	Fördermenge Brunnen 2	Gesamt- fördermenge
Stufe 1	11.02.21	16:00	10 l/s	- - -	10 l/s
Stufe 2	12.02.21	08:00	20 l/s	- - -	20 l/s
Stufe 3	12.02.21	13:00	20 l/s	10 l/s	30 l/s
Stufe 4	14.02.21	12:00	20 l/s	20 l/s	40 l/s
Stufe 5	16.02.21	12:00	20 l/s	29 l/s	49 l/s
PV-Ende	18.02.21	18:00	0 l/s	0 l/s	0 l/s

Der Leistungspumpversuch wurde rund um die Uhr durch GUT - Messpersonal betreut, wobei neben der Kontrolle der Pumpeinrichtungen und Ablaufleitungen regelmäßig die Fördermengen, die Grundwasserstände sowie vor-Ort-Messparameter aufgezeichnet und protokolliert wurden. Das Pumpversuchsprotokoll mit den Messwerten und den Angaben zur installierten Pumpversuchsausrüstung ist in Anlage 3.4 beigefügt. Zudem wurden die Grundwasserstände inkl. Temperaturen und Leitfähigkeiten in den beiden Pumpbrunnen sowie in der ca. 600 m weiter südlich gelegenen Grundwassermessstelle St-B2 mittels Datenloggern kontinuierlich aufgezeichnet. Die vom Pumpbetrieb unbeeinflusste Messstelle St-B2 diente dabei als Referenz für die natürlichen witterungsbedingten Grundwasserspiegelschwankungen. Die Gangliniengraphiken der Datenloggeraufzeichnungen sind in Anlage 3.5 und 3.7 beigefügt. Die 3 Datenlogger sollen auch in den nächsten Monaten zur Überwachung der Grundwasserstände in den Brunnen und der Messstelle verbleiben. Während des Leistungspumpversuches lagen Trockenwetterbedingungen mit z.T. extrem niedrigen Außentemperaturen von bis zu minus 20°C vor. Wie die langjährigen Grundwasserspiegelzeichnungen des Büros HydroConsult GmbH in Anlage 3.7 zeigen, lagen im Pumpversuchszeitraum niedrige Grundwasserstände vor, die in den letzten 5 Jahren nur Ende 2018 noch um rund 1,5 - 2 m unterschritten wurden. Der leichte



Grundwasseranstieg um ca. 1 m vor Pumpversuchsbeginn ist auf starke Regenmengen inkl. Schneeschmelze in der letzten Januarwoche 2021 zurückzuführen, was zu einer verstärkten Einsickerung von Niederschlagswasser (ca. 50 – 100 l/m²) im Brunneneinzugsgebiet führte. Die beiden Brunnenpumpen sowie die gesamte Pumpversuchsausrüstung inkl. Ablaufleitungen wurden von der Fa. Abt am 22.02.2021 rückgebaut.

2.7 Trinkwasseranalytik

Am 15.02.2021 wurden aus beiden Pumpbrunnen Wasserproben durch den ZV-GHG entnommen und jeweils eine Komplettanalytik gemäß Trinkwasserverordnung durchgeführt. Die Förderleistung betrug dabei an jedem Brunnen 20 l/s. Am 18.02.2021 wurde aus dem Brunnen 2 Stubental eine weitere Wasserprobe bei einer Förderleistung von 29 l/s entnommen und gemäß Trinkwasserverordnung analysiert. Die Analyseergebnisse dieser Trinkwasserbeprobungen sind in Anlage 4 beigefügt.

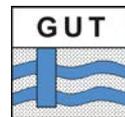
2.8 Kamerabefahrung

Zur Bauabnahme wurden von der Fa. Abt am 22.02.2021 Kamerabefahrungen in den beiden Brunnen 1 und 2 Stubental durchgeführt. Die Befahrungsprotokolle sind in Anlage 5 beigefügt. Beide Brunnen zeigten nach dem Leistungspumpversuch einen einwandfreien bautechnischen Zustand.

3. Hydrogeologische Verhältnisse

Die Brunnen 1 und 2 Stubental liegen in einer würmeiszeitlichen Schmelzwasserrinne des Lechgletschers, die im Bereich der beiden Brunnen rund 37 m tief unter das heutige Talniveau in die wasserstauenden Schichten der Oberen Süßwassermolasse eingeschnitten ist (siehe geologische Profile und Geophysik-Bericht in Anlage 2). Diese Rinnenstruktur, die mit stark durchlässigen Kiesen aufgefüllt ist, setzt sich rund 7 km in südliche Richtung sowie auch nach Norden fort. Im Bereich des Brunnen 2 Stubental ist der Rinnenquerschnitt durch einen von Osten hereinragenden Molasse-sporn etwas verengt (siehe Blockbild in Anlage 2.4).

Der Grundwasserspiegel unterliegt starken witterungsbedingten Schwankungen in der Größenordnung von bis zu ca. 10 m (siehe Graphik in Anlage 3.6). Diese starken Schwankungen sind durch die räumlich eng begrenzte Rinnenstruktur des kiesigen Hauptgrundwasserleiters bedingt, da nach stärkeren Niederschlägen das einsickernde Wasser aus dem knapp 10 km² großen Einzugsgebiet in diese Rinne hineinströmt



und die dadurch erhöhte Abflussmenge nur durch einen entsprechend starken Grundwasserspiegelanstieg nach Norden abgeführt werden kann. Bei Trockenwetter fällt der Grundwasserspiegel entsprechend rasch auch wieder ab. Das Grundwassersystem in der Rinnenstruktur ist mit einem Wildbach im Gebirge vergleichbar, der seinen Wasserzustrom aus einem vergleichsweise großen und steilen Einzugsgebiet erhält.

Die Geländeoberkante liegt am Brunnen 2 Stubental bei 749,0 müNN, der Grundwasserstauer liegt auf 711,8 müNN. Beim Grundwasserstauer handelt es sich hier zunächst um einen ca. 1,5 m mächtigen, stark verdichteten Geschiebelehm (Schluff, kiesig-sandig, vermutlich mindel- oder risseiszeitlich), der von Schluffsteinen der Oberen Süßwassermolasse unterlagert wird. Die Molassegesteine bilden den Hauptgrundwasserstauer im Brunneneinzugsgebiet. Die Rinnenstruktur innerhalb der Molassegesteine oder zumindest ein Teil dieser Rinne wurde offensichtlich durch Gletscherschurf bereits in der Mindel- oder Risseiszeit angelegt und in der nachfolgenden Würmeiszeit dann als Abflussrinne für die Schmelzwässer des Lechgletschers genutzt.

Die Grundwasserspiegelschwankungen bewegen sich im Bereich des Brunnens 1 Stubental zwischen ca. 728 müNN und 718 müNN, was einem wechselnden Flurabstand zwischen ca. 21 m und 31 m entspricht. Die Grundwassermächtigkeiten variieren somit in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen in etwa zwischen ca. 6 m und 16 m.

Die Hauptgrundwasserfließrichtung ist annähernd talparallel von Süden nach Norden gerichtet, wobei der Hauptgrundwasserleiter in der Rinne seitliche unterirdische Zuweisungen aus den randlich anschließenden Hochflächen bekommt. Das Grundwassergefälle entlang der Talachse beträgt im Bereich zwischen den beiden Brunnen 1 und 2 Stubental rund 1,5 – 2,0%. Der k_f -Wert der grundwasserführenden Kiese beträgt am Brunnen 2 Stubental ca. $6,6 \times 10^{-3}$ m/s. Die Ermittlung des k_f -wertes erfolgte anhand des 7,5-stündigen Pumpversuches an der Versuchsbohrung VB 1 am 08.10.2020 über das Wiederanstiegsverfahren nach THEIS & JACOB (siehe PV-Auswertung in Anlage 3.2). Zum Pumpversuchszeitraum betrug die Grundwassermächtigkeit an der Versuchsbohrung VB 1 rund 10,7 m, was in etwa dem mittleren Grundwasserstand am Brunnenstandort entspricht.

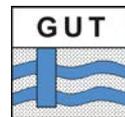
4. Ergebnisse der Brunnenbohrung und des Pumpversuches

4.1 Brunnenausbau

Der Ausbaudaten vom Brunnen 2 Stubental sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tab. 2: Brunnenausbaudaten

	Brunnen 2 Stubental
<u>Allgemeine Daten</u>	
Baujahr	2021
Geländehöhe	749,0 müNN
<u>Ausbau</u>	
Bohrtiefe	40,3 muGOK (m unter Geländeoberkante)
Bohrdurchmesser der Bohrung	1500 mm von 0,0 – 12,6 muGOK 1200 mm von 12,6 – 40,3 m u GOK 34,60 muGOK
ausgebaute Brunnentiefe	
<i>Filterrohre</i>	
von – bis	22,0 – 37,0 muGOK
Ausbaumaterial	Edelstahl Schlitzbrückenfilter; SW 2,0 mm
Durchmesser	600 mm
<i>Aufsatzrohre</i>	
von - bis	0,0 – 22,0 muGOK
Ausbaumaterial	Edelstahl
Durchmesser	600 mm
<i>Sumpfrohr</i>	
von – bis	37,0 – 40,0 muGOK
Ausbaumaterial	Edelstahl
Durchmesser	600 mm
Filterkiesschüttung/Körnung	3,0 – 5,6 mm
von – bis	0,00 – 37,5 muGOK
<i>Sperrrohr</i>	
von – bis	-1,4 – 12,6 muGOK
Ausbaumaterial	Stahl
Durchmesser	1000 mm
<u>Abdichtung</u>	
Abdichtung zwischen Bohrlochwand und Sperrrohr	Dämmerzement von 0,0 – 12,1 muGOK Sandgegenfilter von 12,1 – 12,6 muGOK
von – bis	



Abdichtung im Sumpfrohrbereich von – bis	Dämmerzement 37,5 – 40,3 muGOK
<u>Peilrohre</u> Vollrohr von – bis Filterrohr von – bis	-1,0 – 22,0 muGOK 22,0 – 37,0 muGOK

4.2 Kolben des Brunnens, Klarspülen und Kurzpumpversuch am 04.02.2021

Unmittelbar nach Fertigstellung des Brunnens 2 Stubental wurde dieser am 02.02.2021 und 03.02.2021 zunächst 2 Stunden gebürstet und anschließend 7 Stunden gekolbt, wobei sich eine Auflandung von 0,65 m ergab. Danach wurde die Auflandung aus dem Sumpfrohr abgepumpt.

Am 04.02.2021 wurde zur ersten Abschätzung der Brunnenergiebigkeit sowie zur Überprüfung der Sandfreiheit ein 8-stündiger Kurzpumpversuch mit insgesamt 6 Pumpstufen durchgeführt. Die einzelnen Pumpstufen wurden zwischen 1 und 2 Stunden gefahren. Das geförderte Grundwasser wurde rund 100 m nördlich des Brunnens im Waldboden breitflächig versickert. Der Pumpversuch wurde um 9:00 begonnen und um 17:00 beendet. Da dieser Kurzpumpversuch primär zum Klarspülen des Brunnens und als erster Ergiebigkeitstest für den nachfolgenden Leistungspumpversuch gedacht war, konnten aufgrund der kurzen PV-Zeitspanne keine stationären Strömungsverhältnisse bei den einzelnen Pumpstufen abgewartet werden. Das Pumpversuchsprotokoll ist in Anlage 3.3 beigefügt. Die wesentlichen Pumpdaten sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tab. 3: Daten des Kurzpumpversuches am 04.02.2021 am Brunnen 2 Stubental

Uhrzeit	Förderleistung (l/s)	Abstich vor Steigerung zur nächsten Pumpstufe (muOK-Sperrrohr)	Absenkung (muRwsp.)
09:00	0,0	31,60	0,0
10:20	5,0	31,70	0,10 (stationär)
11:30	10,0	31,88	0,28 (instationär)
12:30	15,0	32,06	0,46 (instationär)
14:30	20,0	32,29	0,69 (instationär)



16:00	25,0	32,63	1,03 (instationär)
17:00	31,0	33,05	1,45 (instationär)
Wiederanstieg			
1 min	0,0	32,20	0,60
20 min	0,0	31,99	0,39
30 min	0,0	31,93	0,33

4.3 Leistungspumpversuch im Zeitraum 11.02.2021 – 18.02.2021

Der Leistungspumpversuch an den beiden Brunnen 1 und 2 Stubental wurde am 11.02.2021 um 16:00 am Brunnen 1 Stubental mit einer Förderleistung von 10 l/s gestartet. Am 12.02.2021 wurde der Brunnen 1 auf 20 l/s gesteigert und kurz darauf der Brunnen 2 Stubental mit 10 l/s gestartet. Am 14.02.2021 wurde die Förderleistung am Brunnen 2 auf 20 l/s erhöht. Am 16.02.2021 wurde die Förderleistung am Brunnen 2 schließlich auf 29 l/s gesteigert. Mit den Entnahmemengen von 20 l/s am Brunnen 1 und 29 l/s am Brunnen 2 wurde der Leistungspumpversuch bis zum 18.02.2021 um 18:00 gefahren. Die Leistungssteigerungen am Brunnen 2 Stubental erfolgten jeweils nach dem Erreichen eines quasistationären Strömungszustandes.

Während des Pumpversuchszeitraumes betrug die natürliche Grundwasserabsenkung an der Messstelle St-B2 insgesamt ca. 20 cm. Gegen Ende des Pumpversuches lag die natürliche Grundwasserabsenkung hier bei rund 5 - 6 cm/Tag. Die Absenkung am Brunnen 1 Stubental lag gegen PV-Ende bei ca. 6 cm/Tag, was der natürlichen Grundwasserabsenkung entspricht. Der Brunnen 2 Stubental hatte gegen PV-Ende noch eine Absenkungstendenz von rund 8 cm/Tag, die somit noch geringfügig über der natürlichen Grundwasserabsenkung lag. Dies bedeutet, dass bei der Förderleistung von 29 l/s noch ganz leicht instationäre Strömungsverhältnisse vorlagen. Es ist aber auch möglich, dass die natürliche Grundwasserabsenkung am Brunnen 2 Stubental aufgrund des hier verengten Abflussquerschnittes mit ca. 8 cm/Tag etwas höher als am Brunnen 1 lag.

Während des gesamten Pumpversuches wurde das geförderte Grundwasser rund 500 m nördlich vom Brunnen 2 in einer Waldlichtung problemlos versickert. Im gesamten 170-stündigen Pumpversuchszeitraum herrschte Trockenwetter mit extrem niedrigen Außentemperaturen zwischen ca. - 5°C (tagsüber) und ca. - 20°C (nachts). Das Pumpversuchsprotokoll mit den technischen Angaben und Grundwasserstandsdaten sowie die Gangliniengraphiken der Datenloggeraufzeichnungen

sind in Anlage 3.3 und 3.4 beigefügt. Die wesentlichen Daten des Leistungspumpversuches sind in den beiden nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

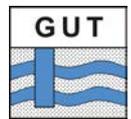
Tab. 4: Höhen- und Förderdaten des Leistungspumpversuches

	Brunnen 1 Stubental	Brunnen 2 Stubental
OK-Messpunkt (müNN)	750,49 (OK-Brunnenkopfflanschring)	750,35 (OK-Sperrrohr)
Ruhewasserspiegel vor PV-Beginn (Abstich / müNN)	28,89 / 721,60	30,87 / 719,48
OK-Grundwasserstauer (müNN)	714,4	711,8
Grundwassermächtigkeit (m)	7,20	7,68
PV-Beginn	11.02.2021 / 16:00	12.02.2021 / 12:10
PV-Ende	18.02.2021 / 18:00	18.02.2021 / 17:54
Gesamtpumpversuchslaufzeit	170,25 h	149,7 h
maximale Förderleistung	20 l/s	29 l/s
durchschnittliche Förderleistung	19,2 l/s	19,9 l/s
Gesamtfördermenge	11.789,5 m ³	10.748,0 m ³

Tab. 5: Entnahmemengen und zugehörige Absenkungen

Fördermenge Brunnen 1 (l/s)	Fördermenge Brunnen 2 (l/s)	max. Absenkung Brunnen 1 (m u Ruhewsp.).	max. Absenkung Brunnen 2 (m u Ruhewsp.).	Absenkung / Aquifer- mächtigkeit Brunnen 1	Absenkung / Aquifer- mächtigkeit Brunnen 2
10	0,0	0,50	0,11	6,9 %	1,4%
20	0,0	0,87	0,16	12,0%	2,0%
20	10	1,51	1,09	20,9%	14,1%
20	20	1,71	1,71	23,7%	22,3%
20	29	1,90	2,82	26,4%	36,7%

Der 7-tägige Leistungspumpversuch hat gezeigt, dass auch bei niedrigen Grundwasserständen insgesamt rund 40 – 50 l/s aus den beiden Brunnen gefördert werden können (20 l/s am Brunnen 1 und 20-30 l/s am Brunnen 2), ohne dass der Grundwasserleiter überansprucht wird. Bei mittleren und hohen Grundwasserständen dürften Gesamtfördermengen in der Größenordnung von ca. 60 – 80 l/s problemlos mög-



lich sein. Bei extrem niedrigen Grundwasserständen, wie sie z.B. Ende Dezember 2018 vorlagen, beträgt die Grundwassermächtigkeit an beiden Brunnen „nur“ noch ca. 6 m, was in etwa 80% der Grundwassermächtigkeit zum Zeitpunkt des Leistungspumpversuches entspricht. Da es sich beim Grundwasserleiter um eine canyonartig eingeschnittene Rinnenstruktur handelt, reduziert sich die vom Grundwasser durchströmte Querschnittsfläche dabei nicht nur um ca. 20% sondern eher um 30% oder sogar noch mehr. Insofern wird die aus beiden Brunnen förderbare Gesamtgrundwassermenge bei extrem niedrigen Grundwasserständen nur noch in der Größenordnung von ca. 30 l/s liegen. Aufgrund der komplexen Geometrie des Grundwasserleiters können genauere Angaben zu den tatsächlich möglichen Fördermengen bei extrem niedrigen Grundwasserständen jedoch erst im Rahmen des späteren Brunnenbetriebes gemacht werden.

4.4 Trinkwasseranalytik

Die Analysen der Wasserproben, die während des Leistungspumpversuches aus den beiden Brunnen entnommen wurden, sind in Anlage 4 beigefügt.

Die untersuchten Wasserproben haben gezeigt, dass die Grundwässer an den Brunnen die chemisch-physikalischen Anforderungen der aktuellen Trinkwasserverordnung erfüllen, wobei die untersuchten Parameter zumeist deutlich unter den zulässigen Grenzwerten bzw. unter der Nachweisgrenze liegen. Beide Brunnen zeigen eine annähernd identische Grundwasserbeschaffenheit. Bei dem untersuchten Grundwasser handelt es sich um ein hartes Wasser mit durchschnittlicher Mineralisation vom Typ der erdalkalisch-hydrogencarbonatischen Kalkschotterwässer.

Während bei der Beprobung am 15.02.2021 das geförderte Grundwasser aus beiden Brunnen bakteriologisch einwandfrei war, konnten bei der Beprobung am 18.02.2021 am Brunnen 2 Stubental zwei coliforme Bakterien nachgewiesen werden. Diese minimale bakteriologische Verunreinigung des geförderten Wassers ist mit ziemlicher Sicherheit auf die witterungs- und bautechnischen Randbedingungen bei der Probenahme zurückzuführen. Aufgrund von Flanschundichtigkeiten am Schieber, der direkt über dem Brunnenkopf platziert war, kam es zu stetigen, mit der Förderleistung zunehmenden Tropfverlusten, wobei das austretende Wasser zum Teil über die Holzabdeckplatte in den Brunnen zurücktropfte. Hierbei kann es durchaus zum Eintrag von coliformen Bakterien gekommen sein, die dann entsprechend nachweisbar waren. Ebenso können die geringfügigen bakteriologischen Verunreinigungen auch noch von der unmittelbar vorausgegangenen Brunnenbauphase stammen. Als weiterer möglicher pumpversuchsbedingter Eintragspfad für Colibakterien kommen stärker-



re Wasseraustritte (ca. 0,1-0,2 l/s) an undichten Stellen der Ablaufleitung im Brunnenbereich in Frage, an denen das einsickernde Wasser zu einer Bakterienverfrachtung aus dem Oberboden bis ins Grundwasser geführt haben könnte. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass bei einem späteren Brunnenbetrieb mit entsprechend gesichertem Fassungsbereich und Brunnenhaus das Grundwasser aufgrund der vorhandenen Deckschichten und der geringen Gefährdungspotentiale bakteriologisch einwandfrei ist. Genaueres hierzu können allerdings erst regelmäßige zukünftige Beprobungen erbringen.

5 Zusammenfassende Bewertung

Der Brunnen 2 Stubental hat ein ergiebiges Grundwasservorkommen erschlossen, das als alternative bzw. zusätzliche Wasserversorgung für den Zweckverband Genach-Hühnerbach-Gruppe genutzt werden kann. Der Leistungspumpversuch hat gezeigt, dass die förderbaren Wassermengen auch bei niedrigen Grundwasserständen bei ca. 30 l/s liegen. Bei mittleren bis hohen Grundwasserständen dürften hier problemlos 40 – 50 l/s förderbar sein. Bei extrem niedrigen Grundwasserständen, wie sie z. B. Ende Dezember 2018 vorlagen, wird sich die mögliche Fördermenge am Brunnen 2 Stubental vermutlich auf 10 – 20 l/s reduzieren. Eine negative Beeinflussung des Brunnens 1 Stubental durch den Förderbetrieb am Brunnen 2 Stubental ist aufgrund seiner abstromiger Lage sowohl bei Niedrig- wie auch Hochwasserständen nicht gegeben. Genauere Angaben zu den minimal und maximal möglichen Fördermengen bei unterschiedlichen Grundwasserständen können nur langfristige Beobachtungen im Rahmen des späteren Förderbetriebes am Brunnen 2 Stubental liefern.

Marktoberdorf, 19.03.2021

GeoUmweltTeam GmbH

Dipl.-Geol. Horst Tauchmann