



WTS001844A21

Hydrogeologisches Gutachten zum Einzugsgebiet und
Erläuterungsbericht zur Ausweisung eines Schutzgebietes
für die Brunnen Kastl 1 und 2 neu der
Gemeinden Kastl und Burgkirchen

Unternehmensträger und Antragsteller:

Gemeinde Kastl i. Obb.
Altöttinger Str. 35
84556 Kastl i. Obb.

Gemeinde Burgkirchen a. d. Alz
Max-Planck-Platz 5
84508 Burgkirchen a. d. Alz

Planfertiger:

H y d r o G e o
Niggelstr. 3b
83646 Bad Tölz

Bad Tölz, den 30.04.2021

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 VORGANG	4
2 GRUNDLAGEN	4
3 ANGABEN ZUR WASSERVERSORGUNG	5
3.1 VERSORGUNGSGEBIET, VERSORGUNGSZONEN UND VERSORGTE EINWOHNER	5
3.1.1 Gemeinde Burgkirchen	5
3.1.2 Gemeinde Kastl	5
3.2 WASSERGEWINNUNG UND NOTVERSORGUNG	6
3.3 WASSERVERBRAUCH	7
3.3.1 Jährlicher Verbrauch	7
3.3.2 Monatlicher Verbrauch	8
3.3.3 Täglicher Verbrauch	8
3.4 WASSERBESCHAFFENHEIT	9
3.4.1 Physikalisch – chemische Parameter	9
3.4.2 Mikrobiologische Parameter	13
4 ALLGEMEINE ANGABEN	17
4.1 GEOGRAPHISCHE UND MORPHOLOGISCHE SITUATION	17
4.2 LANDNUTZUNG UND BESIEDLUNG	17
4.3 QUELLEN, GRUNDWASSERMESSSTELLEN UND WEITERE WASSERFASSUNGEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET	20
4.4 OBERFLÄCHENGEWÄSSER IM UNTERSUCHUNGSGEBIET, VORFLUTVERHÄLTNISSE	22
4.5 KLIMA, GRUNDWASSERNEUBILDUNG	22
5 GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	24
5.1 ÜBERBLICK	24
5.2 SCHICHTENAUFBAU DES UNTERGRUNDES UND LAGERUNGSVERHÄLTNISSE	25
5.3 GRUNDWASSERLEITER UND GRUNDWASSERMÄCHTIGKEIT	26
5.4 WASSERSTANDSHÖHEN UND WASSERSPIEGELSCHWANKUNGEN	26
5.5 GRUNDWASSERÜBERDECKUNG UND FLURABSTAND	30
5.6 GRUNDWASSERSTRÖMUNGSVERHÄLTNISSE	31
6 HYDROGEOLOGISCHE KENNWERTE	32
6.1 PUMPVERSUCHE	32
6.2 DURCHLÄSSIGKEITSBEIWERTE (K_f - WERTE)	36
6.3 ABSTANDSGESCHWINDIGKEIT	37
7 ANSTROMBEREICH UND EINZUGSGEBIET DER BRUNNEN	37
7.1 ANSTROMBEREICH IM GENUTZTEN GRUNDWASSERLEITER	37
7.2 ANGEKOPPELTE GRUNDWASSERLEITER	39
7.3 EINZUGSGEBIET	39
7.4 NUTZBARES GRUNDWASSERDARGEBOT	40
8 HYDROGEOLOGISCHE SITUATION HINSICHTLICH DES TRINKWASSERSCHUTZES	40
8.1 SCHUTZFUNKTION DES QUARTÄREN GRUNDWASSERLEITERS	40
8.2 SCHUTZFUNKTION DES TERTIÄREN GRUNDWASSERLEITERS	40
8.3 SCHUTZFUNKTION DER GRUNDWASSERÜBERDECKUNG	41
9 SCHUTZGEBIET	42
9.1 BESTEHENDES WASSERSCHUTZGEBIET	42
9.2 GRUNDLAGEN DES SCHUTZGEBIETSVORSCHLAGES	42
9.3 KRITERIEN DER SCHUTZGEBIETSDIMENSIONIERUNG	43
9.3.1 Funktion eines Wasserschutzgebietes	43
9.3.2 Ausdehnung des vorgeschlagenen Wasserschutzgebietes	43
9.3.3 Hydrogeologische Bedingungen und Parameter	45
9.4 VORGESCHLAGENES SCHUTZGEBIET	47

9.4.1 Fassungsbereiche (Zonen I).....	47
9.4.2 Engere Schutzzone (Zone II).....	47
9.4.3 Weitere Schutzzone (Zone III).....	47
9.5 AUFLAGENKATALOG	53
9.6 SCHUTZGEBIETSBEGRENZUNG	53
10 BESTANDS- UND NUTZUNGSSITUATION.....	54
10.1 BESTANDSSITUATION INNERHALB DES SCHUTZGEBIETES	54
10.2 BESTANDSSITUATION AUßERHALB DES SCHUTZGEBIETES.....	54
10.3 GRUNDWASSERÜBERWACHUNGSKONZEPT	56
11 BEWERTUNG DER SCHUTZWÜRDIGKEIT, SCHUTZFÄHIGKEIT, SCHUTZBEDÜRFTIGKEIT.....	57
12 WIRKSAMKEIT DES VORGESCHLAGENEN SCHUTZGEBIETES	57

Verzeichnis der Anlagen

Nr. Beschreibung der Anlage

- 1/1) Übersichtslageplan, 1: 50.000
- 1/2) Lageplan mit Brunnen, bestehenden Schutzgebieten und Verlauf der Profilschnitte, 1: 25.000
- 1/ 3) Lageplan auf Flurkarte, 1: 5.000
- 2) Lage auf Luftbild, 1: 12.500
- 3) Bodenprofile und Ausbaupläne der verwendeten Bohrungen und Messstellen
- 3/1 – 3/2) Profile und Ausbaupläne der Br. Kastl 1 und 2neu
- 3/3 – 3/5) Profile und Ausbaupläne der Grundwassermessstellen GWM 1, 2, 4
- 3/6 – 3/11) Profile und Ausbaupläne der Grundwassermessstellen GWM 93, 94, 107 - 110
- 3/12 – 3/13) Profile und Ausbaupläne der Grundwassermessstellen PIH, P1T
- 3/14 – 3/15) Profile und Ausbaupläne der Brunnen Kastl 1 (alt), Brunnen Forst Kastl
- 4) Geologische Situation, 1 : 100.000
- 5) Profildarstellungen
- 5/1) Geologisch – Hydrogeologischer Profilschnitt A - A´
- 5/2) Geologisch – Hydrogeologischer Profilschnitt B - B´, C - C´
- 6) Grundwassersituation,
- 6/1) Großräumige Grundwassersituation, Grundwassergleichen v. Februar 2009, 70% von 1 : 25.000
- 6/2) Grundwassergleichen am 13.03.2019 mit Zustromflächen, 1 : 10.000
- 6/3) Grundwassergleichen am 29.07.2020 mit Zustromflächen, 1 : 10.000
- 7) Einzugsgebiet, 1: 25.000
- 8) Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung
- 8/1 – 8/8) Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (n. HÖLTING)
- 8/9) Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung im Einzugsgebiet auf TK 25
- 9) Wasserschutzgebietsvorschlag
- 9/1) Zustromflächen und Wasserschutzgebiet, 1 : 10.000
- 9/2) Wasserschutzgebiet auf Luftbild, M 1 : 12.500
- 9/3) Wasserschutzgebiet auf Flurkarte, M 1 : 10.000
- 10) Maßnahmenkatalog zu §3 der Schutzgebietsverordnung
- 11) Bestandsaufnahme Gewerbegebiet Kastl - Ost
- 12) Grundstücksverzeichnis

Anhang Bericht zur Standorterkundung für eine neue Wassergewinnungsanlage im Öttinger Forst
(Ing.- Büro HydroGeo, 25.03.2019)

1 Vorgang

Die Gemeinde Kastl bezieht das benötigte Trink- und Brauchwasser zur Versorgung ihres Gemeindegebietes und zur Mitversorgung der Gemeinde Tüßling bisher aus zwei Brunnen (Br. Kastl 1 und 2), die im Öttinger Forst, etwa 1,3km östlich der Ortschaft Kastl und ca. 1,5km nördlich des Industriestandortes Gendorf an der Forststraße 'Südliches Hauptgeräumt' liegen. Die Gemeinde Burgkirchen a. d. Alz betreibt ebenfalls einen Brunnen im Öttinger Forst (Br. Forst Kastl), etwa 750m östlich der Brunnen Kastl.

Wegen Nutzungskonflikten mit dem Gewerbegebiet Kastl-Ost und der geplanten Erweiterung der Bereitstellungs- und Übergabegleise (Projekt 'EGIS 2017') der InfraServ GmbH haben sich die Gemeinden entschlossen, diese Brunnen aufzulassen und an einen neuen Standort weiter nördlich zu verlegen.

Nachstehend wird auf Grundlage vorhandener Daten und der im Zuge der Standortfestlegung durchgeführten Untersuchungen ein hydrogeologisches Gutachten zur Ausdehnung und Sensibilität des Einzugsgebietes vorgelegt und darauf abgestimmt entsprechend den Anforderungen des Merkblattes 1.2/7 des Landesamtes für Umwelt vom 01.01.2010 ein Schutzgebietsvorschlag unterbreitet, der einen dauerhaften und wirksamen Trinkwasserschutz für die neuen Brunnen der Gemeinde Kastl im Öttinger Forst gewährleistet.

2 Grundlagen

Das vorliegende Gutachten stützt sich einerseits auf umfangreiche Erhebungen und Auswertungen des Wasserwirtschaftsamtes Traunstein (Hydrogeologisches Basisgutachten, Grundwasserströmungsverhältnisse im Öttinger Forst, Mai 2009 – veröffentlicht im Internet -> <https://docplayer.org/34296277-Wasserwirtschaftsamt-traunstein-hydrogeologisches-basisgutachten-grundwasserstroemungsverhaeltnisse-im-oettinger-forst.html>) und andererseits auf die Untersuchungen der Gemeinden Kastl und Burgkirchen im Zusammenhang mit der Standortfestlegung für die beiden neuen Brunnen (siehe ANHANG). Zusätzlich wurden veröffentlichte Fachliteraturangaben (siehe nachstehende Übersicht), Angaben zu Grundwasserständen (Gewässerkundlicher Dienst des LfU -> <https://www.gkd.bayern.de/de/> und Geologischen Karten und Schriften -> https://www.lfu.bayern.de/geologie/geo_karten_schriften/gk25/index.htm) verwendet.

Die Ausarbeitung des hydrogeologischen Gutachtens zur Festlegung des Zustromgebietes als Grundlage des Schutzgebietsvorschlages erfolgte gemäß den einschlägigen Leitlinien des (ehemaligen) Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft zur Ermittlung der Einzugsgebiete von Grundwassererschließungen, veröffentlicht als Materialienband Nr. 52 (Dez. 1995).

Bezeichnung der vorhandenen und verwendeten Unterlagen:

BAYER. GEOLOGISCHES LANDESAMT: Geol. Übersichtskarte von Bayern 1: 500.000, München 1996
 BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE: Geologische Karte 1:200.000, Bl. Passau
 BLfW: Die Grundwasserneubildung in Bayern, 5/96
 WASSERWIRTSCHAFTSAMT TRAUNSTEIN: Hydrogeologisches Basisgutachten zu den Grundwasserströmungsverhältnissen im Öttinger Forst, Traunstein, Mai 2009
 HYDROGEO: Bericht vom 15.03.2019 zur Standorterkundung für eine neue Wassergewinnungsanlage mit zwei Brunnen im Öttinger Forst

3 Angaben zur Wasserversorgung

3.1 Versorgungsgebiet, Versorgungszonen und versorgte Einwohner

3.1.1 Gemeinde Burgkirchen

Das Versorgungsgebiet der Wasserversorgungsanlage Burgkirchen umfasst das gesamte Gemeindegebiet einschließlich des Ortsteiles Hirten. Es weist eine Fläche von ca. 46,1 km² auf. Der Anschlussgrad liegt bei etwa 99,9% der Bevölkerung. Insgesamt werden derzeit in der Gemeinde Burgkirchen 10.730 Einwohner zentral versorgt.

Zusätzlich verkauft die Gemeinde Burgkirchen größere Wassermengen an die Nachbarkommunen Emmerting und Mehring sowie an die Industriebetriebe im Chemiepark Gendorf und ZAS (= Zweckverband Abfallverwertung Südostbayern) in Burgkirchen. An die Stadt Burghausen wird derzeit kein Wasser geliefert.

Bei den Wasserabnehmern der Gemeinde Burgkirchen handelt es sich aufgrund der ländlichen Bevölkerungsstruktur überwiegend um private Haushalte sowie um Kleingewerbe und um landwirtschaftliche Betriebe. Es werden derzeit in Burgkirchen und in den mitversorgten Gemeindeteilen von Emmerting und Mehring (Stand 2020 gem. Mehrfachanträge beim AfLEF) 169 landwirtschaftliche Hofstellen mit insgesamt ca. 3.474 Großvieheinheiten mit Wasser versorgt.

3.1.2 Gemeinde Kastl

Das aus den beiden Brunnen versorgte Gebiet umfasste ursprünglich das Gemeindegebiet Kastl. Seit 2004 wird die Gemeinde Tüßling mit den Ortsteilen Heiligenstatt, Alte Bahn, Burgkirchen a. Wald, Mörmosen, Hugo-Ermer Siedlung sowie einige Anwesen und Weiler in der Umgebung vollständig mitversorgt.

Das Gesamtversorgungsgebiet von Kastl und Tüßling weist eine Fläche von ca. 42 km² auf. Der Anschlussgrad liegt bei etwa 97,5% der Bevölkerung. Insgesamt werden derzeit in der Gemeinde Kastl ca. 2.800 und in der Gemeinde Tüßling 3.300 Einwohner zentral versorgt.

Bei den Wasserabnehmern handelt es sich aufgrund der ländlichen Bevölkerungsstruktur überwiegend um private Haushalte sowie um Kleingewerbe und um landwirtschaftliche Betriebe. Es werden etwa 95 landwirtschaftliche Hofstellen mit insgesamt ca. 2.100 Großvieheinheiten mit Wasser versorgt.

3.2 Wassergewinnung und Notversorgung

Die Wasserversorgung der Gemeinde Burgkirchen in der Versorgungszone Burgkirchen erfolgt zukünftig über die neuen Brunnen Kastl 1 und 2 neu im Öttinger Forst sowie die drei Brunnen an der Salzach bei Raitenhaslach, welche im Jahr 1967 in Betrieb genommen wurden. Weitere Gewinnungsanlagen für die Versorgungszone Burgkirchen sind nicht vorhanden, da der Brunnen Forst Kastl aufgelassen werden soll. Notverbünde in die Versorgungszone Burgkirchen bestehen über die Wasserversorgungsanlagen des Zweckverbandes Otting- Pallinger Gruppe und der Stadt Burghausen. Der Verbund mit der Gemeinde Kastl ist hinfällig, da die neuen Brunnen gemeinsam betrieben werden. Mit den bestehenden Notverbünden können infolge nicht ausreichender Drücke nur Teilbereiche der Versorgungszone Burgkirchen versorgt werden.

Die Brunnenanlagen im Öttinger Forst und bei Raitenhaslach dienen auch der Mitversorgung für Emmerting und Mehring. Während die Verwaltungsgemeinschaft Emmerting vollständig versorgt wird, bezieht die Gde. Mehring nur einen Teil ihres Wasserbedarfes von Burgkirchen.

Die Wasserversorgung der Gemeinde Kastl und die Mitversorgung von Tüßling erfolgt zukünftig ausschließlich über die neuen Brunnen Kastl 1 und 2 neu im Öttinger Forst. Weitere Gewinnungsanlagen der Gemeinde sind nicht vorhanden, da die bestehenden Brunnen aufgelassen werden sollen. Ein Notverbund besteht über die Wasserversorgungsanlagen der Stadt Altötting und der Gemeinde Burgkirchen (Br. Raitenhaslach). Mit diesen Notverbünden kann die Gemeinde Kastl aber den Ausfall ihrer Gewinnungsanlage nicht dauerhaft kompensieren, da in einem derartigen Fall auch die Versorgung von Burgkirchen stark eingeschränkt wäre.

Die neuen Brunnen Kastl 1 und 2 neu werden mit einer Pumpe ausgestattet, die jeweils eine Förderleistung von 50 l/sec aufweist. Die Brunnen erschließen Grundwasser mit gespanntem Grundwasserspiegel innerhalb tertiärer Quarzkiese (Südlicher Vollsotter), die unterhalb gut durchlässiger und wasserführender quartärer Terrassenschotter (Niederterrassenkiese und Deckenschotter) folgen. Das obere quartäre und das untere tertiäre Grundwasservorkommen sind aufgrund der Schichtenabfolge hydraulisch nicht vollständig getrennt, so dass beim Förderbetrieb den Brunnen zu je etwa 50% Grundwasser aus dem oberen und 50% aus dem unteren Stockwerk zufließt.

Die von der Fa. Eder Brunnenbau GmbH gebauten Brunnen 1 und 2 befinden sich ca. 2,6 km nordöstlich von Kastl auf Fl. Nr. 70, Gem. Altöttinger Forst, topographische Karte 1: 25.000, Blatt 7742 Altötting. Die Geländehöhe an den Brunnen beträgt ca. 415,5 – 416,5mNN. Die Tiefenangaben der Bodenschichten, des Brunnenausbaues und der Grundwasserstände beziehen sich auf das Niveau des einnivellierten Bohrgeländes.

Brunnen	Baujahr	geplante Pumpenlei- stung (l/sec)	Gelände- höhe (mNN)	Messpunkthöhe mNN	Brunnentiefe m u. GOK	Koordinaten	
						RW	HW
Br. Kastl 1 neu	2020	50,0	415,95	derzeit 415,95	110,0	45 54 672,2	53 41 680,4
Br. Kastl 2 neu	2020	50,0	416,79	derzeit 416,79	110,0	45 54 500,0	53 41 819,8

Tab. 1: Allgemeine Daten zu den neuen Brunnen

3.3 Wasserverbrauch

3.3.1 Jährlicher Verbrauch

Nach den von den Gemeinden Kastl und Burgkirchen erhaltenen Angaben wurden seit dem Jahr 2013 aus allen Gewinnungsanlagen nachfolgende Wassermengen gefördert und in das Leitungsnetz der Wasserversorgungsanlagen der Gde. Kastl, der Gde. Tüßling und der Gde. Burgkirchen mit den Versorgungszonen Burgkirchen und Hirten eingespeist. Den Förder- bzw. Einspeisemengen wurden die Verkaufsmengen gegenübergestellt. Die Differenz ergibt sich infolge der Rohrleitungsverluste. Die Mengenangaben beziehen sich auf m³ pro Kalenderjahr (Gde. Burgkirchen) bzw. pro Abrechnungsjahr (Gde. Kastl und Tüßling, 01.05. – 30.04.).

Betriebsjahr	Jährliche Fördermenge (m ³)	Anteil an der erlaubten Jah- resförderung	Dauer- förderrate (l/sec)	Verbrauchte (*) Wassermenge mit Wasserliefe- rungen (m ³)	Verlust- menge** (m ³)	Verlust (%)
2013	1.268.509	82,4%	40,2	1.158.662	109.847	12,0%
2014	1.279.391	83,1%	40,6	1.139.536	139.855	14,9%
2015	1.266.010	82,2%	40,1	1.176.234	90.526	9,8%
2016	1.270.668	82,5%	40,3	1.176.776	98.946	10,3%
2017	1.284.500	83,4%	40,7	1.184.917	119.583	12,4%
2018	1.299.013	84,4%	41,2	1.200.993	123.020	12,5%
Minimum	1.266.010	82,2%	40,1	1.139.536	90.526	9,8%
Maximum	1.299.013	84,4%	41,2	1.200.993	139.855	14,9%
Schwankung	33.003	2,1%	1,0	61.457	49.329	5,1%
Mittelwert	1.278.015	83,0%	40,5	1.172.853	113.630	11,9%

Tab. 2: Geförderte und verbrauchte Wassermengen 2013 - 2018

(*) Verkaufsmenge in den Versorgungsgebieten Burgkirchen, Kastl und Tüßling einschließlich der verbrauchten, aber nicht registrierten Menge (= 1,5% der abgerechneten Menge) und zusätzlich der Liefermengen
(**) Verlust ermittelt für die Wasserversorgungsanlagen Burgkirchen, Kastl und Tüßling anhand der Netzeinspeisemengen

In parallel gestelltem Antrag zur Grundwasserentnahme wird bedarfsorientiert insgesamt eine Jahresentnahme aus den neuen Brunnen 1 und 2 von **1.550.000m³** beantragt zur Versorgung der Gemeinden Kastl, Tüßling und der Gemeinde Burgkirchen sowie zur Abdeckung der Liefermengen. In dieser Menge sind auch die zulässigen Rohrleitungsverluste und eine zukünftige Bedarfssteigerung enthalten.

3.3.2 Monatlicher Verbrauch

Für die (kalender-)monatlichen Fördermengen (Abb. 1) aus den Brunnen und Quellen der Gemeinden Kastl und Burgkirchen, die in die Versorgungsnetze eingespeist werden, ergibt sich unter Zugrundelegung der Aufzeichnungen von 2013 – 2018 die in nachfolgender Tabelle angegebene Bandbreite.

	Brunnen der Gemeinde Kastl	Brunnen und Quellen der Gde. Burgkirchen	Gesamt
Minimale Monatsentnahme:	21.024	53.536	88.398 m³
Maximale Monatsentnahme:	44.563	94.172	131.457 m³
Mittlere Monatsentnahme:	31.652	74.130	105.782 m³

Der Faktor der maximalen zur mittleren Monatsentnahme beträgt bei Burgkirchen 1,27 und bei Kastl 1,41. Entsprechend den Förderdaten in diesen Jahren wird unter Berücksichtigung der im Entnahmeantrag durchgeführten Bedarfsprognose davon ausgegangen, dass für den angestrebten Erlaubniszeitraum bis zum Jahr 2050 die erforderliche maximale Monatsentnahmemenge bei 53.763m³ (Gde. Kastl und Tüßling) plus 105.000m³ (Gde. Burgkirchen) = 158.763m³ = 61,5 l/sec, aufgerundet bei **65 l/sec** liegt. Dieser Wert wird der Schutzgebietsdimensionierung zugrunde gelegt.

3.3.3 Täglicher Verbrauch

Für die Ermittlung der Schwankungen der Tagesentnahmen liegen für die Versorgungszone Burgkirchen die Förderdaten der Brunnen Forst Kastl und Raitenhaslach aus den Jahren 2006 bis 2008 vor. Danach ergibt sich folgende Bandbreite der Entnahmen:

	Br. Forst Kastl	Br. 1 – 3 R'haslach	Gesamt
Minimale Tagesentnahme:	0 m ³	0 m ³	356 m³
Maximale Tagesentnahme:	3.170 m ³	2.960 m ³	4.370 m³
Mittlere Tagesentnahme:	970 m ³	1.345 m ³	2.310 m³

Die mittlere Tagesentnahme betrug in 2006 – 2008 für beide Gewinnungsgebiete zusammen 2.310 m³, der Brunnen Forst Kastl förderte i. M. 970 m³/d. Die maximale Tagesentnahme aus dem Brunnen Forst Kastl lag in dem ausgewerteten Zeitraum bei 3.170m³. Der Faktor der maximalen Tagesgesamtentnahme zur mittleren Tagesgesamtentnahme **beträgt 1,9**. Für die Gemeinde Kastl wird von einem **Faktor von 2,0** ausgegangen.

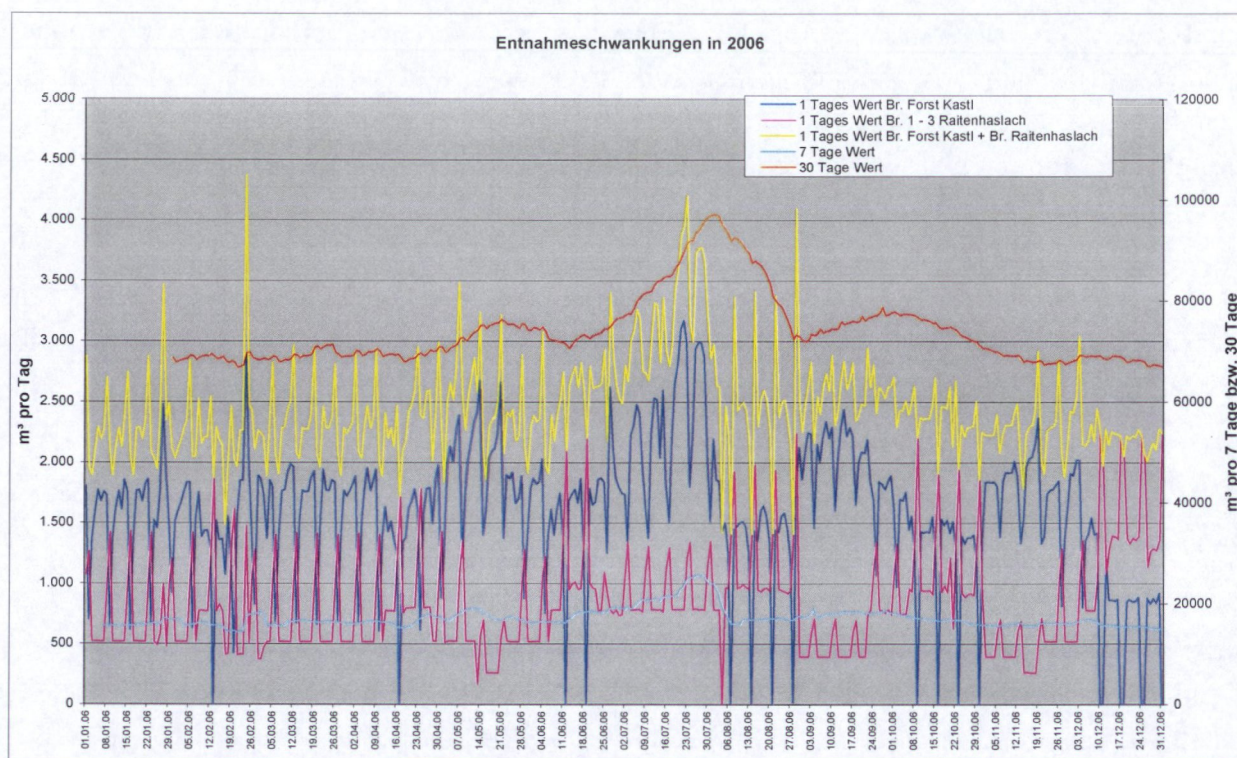


Abb. 1: Tägliche Fördermengen aus den Brunnen der Gde. Burgkirchen in 2006

Im dargestellten Zeitraum 2006 ist eine ungleichmäßige tägliche Förderung mit hohen Tagesschwankungen erkennbar.

In parallel gestelltem Antrag zur Grundwasserentnahmegenehmigung wird bedarfsorientiert eine Tagesentnahme von insgesamt max. **7.500m³** beantragt. Ausgehend von der beantragten Jahresfördermenge beträgt die **mittlere Tagesentnahme 4.250m³**.

3.4 Wasserbeschaffenheit

3.4.1 Physikalisch – chemische Parameter

Am Br. Kastl 1 neu wurden umfassende physikalisch– chemische Untersuchungen nach EÜV und TrinkwV durchgeführt sowie die Altlastenparameter, PSM und PFC bestimmt an Wasserproben, die zu Beginn am 21.04.2020 um 12:00h und kurz vor Beendigung des Leistungspumpversuchs am 27.04.2020 um 08:45h genommen wurden.

Am Br. Kastl 2 neu wurden umfassende physikalisch– chemische Untersuchungen nach EÜV und TrinkwV durchgeführt sowie die Altlastenparameter, PSM und PFC bestimmt an Wasserproben, die zu Beginn am 13.07.2020 um 12:00h und kurz vor Beendigung des Leistungspumpversuchs am 20.07.2020 um 09:15h genommen wurden.

Die Beschaffenheit des Grundwassers wird im Wesentlichen von der geochemischen Zusammensetzung der Grundwasserleitergesteine, den hydrogeologischen Verhältnissen, aber auch in zunehmendem Maße von anthropogenen Einflüssen geprägt. Entsprechend den vorliegenden chemischen Analysen handelt es sich bei dem von den Brunnen erschlossenen und geförderten Grundwasser um ein hydrogenkarbonatisches Wasser, das zu etwa 50% aus den oberen (quartären) und zu etwa 50% aus den unteren (tertiären) Bodenschichten stammt und insofern Mischwassercharakter besitzt.

Das Grundwasser weist hinsichtlich seines Sauerstoffgehaltes von 2,0 - 2,8 mg/l reduzierende Verhältnisse auf, was einen Rückschluss auf eine längere Verweildauer eines größeren Anteils des geförderten Grundwassers im Untergrund zulässt.

Unabgebaute organische Stoffe, halogenierte oder polyzyklische aromatisierte Kohlenwasserstoffe sowie Pflanzenschutzmittel sind nicht nachweisbar. Nitrat ist trotz der reduzierenden Bedingungen in erhöhter Konzentration enthalten (14,9mg/l im Br. 1 und 13,4mg/l im Br. 2). Das ist ein Hinweis, dass beim Pumpbetrieb nitratangereichertes Wasser aus dem oberen Grundwasserteilstockwerk nach unten in den verfilterten Tertiärhorizont gelangt. Sulfat (SO_4^{2-}) liegt mit 16 - 20mg/l in einem niedrigen unauffälligen Bereich. Die Härte des Wassers ist mit 13,8°dH (Karbonathärte) als mittel zu bezeichnen und zeigt den Einfluss der quarzhaltigen Vollsotter, die weniger kalkhaltiges Grundwasser führen als die quartären Kalkschotter. Die Leitparameter hinsichtlich der Beurteilung einer Aufbereitungserfordernis (SAK_{254} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , $\text{Fe}_{\text{gesamt}}$, Mn, DOC, TOC, O_2 , pH-Wert) liegen im Grenzbereich. Bei den Analysen wurden folgende Gehalte an Inhaltsstoffen ermittelt:

Parameter	Einheit	Prüfbericht v. 30.04.2020	Prüfbericht v. 07.05.2020	Prüfbericht v. 24.07.2020	Prüfbericht v. 18.09.2020	Grenzwert n. TrinkwV
Entnahmestelle		Br. 1	Br. 1	Br. 2	Br. 2	
Untersuchungsart		TrinkwV, EÜV, LfU Merkblatt 3.8/1	TrinkwV, EÜV, LfU Merkblatt 3.8/1	TrinkwV, EÜV, LfU Merkblatt 3.8/1	TrinkwV, EÜV, LfU Merkblatt 3.8/1	
Probenahme		21.04.2020 Beginn PV	27.04.2020 Ende PV	13.07.2020 Beginn PV	20.07.2020 Ende PV	
Entnahmetiefe	m	77,0	77,0	77,0	77,0	
Wassertemperatur vor Ort	°C	10,9	10,2	10,9	10,6	25
pH-Wert	-	7,58	7,75	7,72	7,83	6,5 – 9,5
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	535	540	509	526	2500
Trübung	NTU	0,14	0,11	0,03	0,02	
SAK 254nm	m ⁻¹	0,41	0,56	0,74	0,38	
SAK 436nm	m ⁻¹	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Gesamthärte	°dH	13,8	13,8	11,3	11,6	

Parameter	Einheit	Prüfbericht v. 30.04.2020	Prüfbericht v. 07.05.2020	Prüfbericht v. 24.07.2020	Prüfbericht v. 18.09.2020	Grenzwert n. TrinkwV
Entnahmestelle		Br. 1	Br. 1	Br. 2	Br. 2	
Härtebereich		mittel	mittel	mittel	mittel	
Gesamtmineralisation	mg/l	485	479	463	474	
CO ₂ (gelöst)	mg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	---
Sauerstoff (gelöst)	mg/l	2,5	2,8	2,2	2,0	möglichst > 3; nicht < 2
Kationen						
Ammonium	mg/l	0,052	0,050	0,11	0,093	0,5
Calcium	mg/l	62,9	62,6	49,4	52,3	
Magnesium	mg/l	22,0	22,2	18,8	18,9	
Natrium	mg/l	28	26	45,0	43,0	200; relativ hohe Na Gehalte: Hinweis auf Tertiärwasser- anteil
Kalium	mg/l	1,4	1,7	1,1	1,1	12
Anionen						
Chlorid	mg/l	10	10	7,8	9,5	250
Fluorid	mg/l	0,12	0,11	0,19	0,19	1,5
Sulfat	mg/l	20	18	16	18	250
Orthophosphat	mg/l	0,053	< 0,050	< 0,050	< 0,050	
Kieselsäure	mg/l	n.b.	16	n.b.	15	
Bromat	µg/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	10
Cyanid ges.	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05
Nitrat	mg/l	11,6	14,9	7,6	13,4	50
Nitrit	mg/l	0,1	0,026	0,079	0,073	0,5
Summarische Parameter						
AOX	mg/l	n.b.	< 0,010	n.b.	< 0,010	
DOC (gelöster organischer Kohlenstoff)	mg/l	n.b.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	---
TOC (gesamter org. Kohlenstoff)	mg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	---
Oxidierbarkeit	mg/l	n.b.	0,2	n.b.	1,3	5,0
Anorganische Bestandteile						
Antimon	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,005
Arsen	mg/l	< 0,0010	0,0012	0,007	0,0035	0,01
Aluminium	mg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,2
Barium	mg/l	n.b.	0,15	n.b.	0,15	Stufe 1 Wert: 0,3
Beryllium	mg/l	n.b.	< 0,005	n.b.	< 0,005	
Blei	mg/l	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,01
Bor	mg/l	0,042	0,039	0,069	0,063	1,0
Cadmium	mg/l	< 0,0003	< 0,00030	< 0,00030	< 0,00030	0,003
Chrom	mg/l	< 0,002	< 0,002	0,034	< 0,002	0,05
Chrom VI	mg/l	n.b.	< 0,005	n.b.	< 0,005	
Eisen, gesamt	mg/l	0,064	0,050	0,034	0,026	0,2
Eisen (II)	mg/l	0,062	0,044	0,033	0,022	
Eisen (III)	mg/l	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	
Kobalt	mg/l	n.b.	< 0,002	n.b.	< 0,002	

Parameter	Einheit	Prüfbericht v. 30.04.2020	Prüfbericht v. 07.05.2020	Prüfbericht v. 24.07.2020	Prüfbericht v. 18.09.2020	Grenzwert n. TrinkwV
Entnahmestelle		Br. 1	Br. 1	Br. 2	Br. 2	
Kupfer	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2
Molybdän	mg/l	n.b.	< 0,005	n.b.	< 0,005	
Nickel	mg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,02
Mangan, gesamt	mg/l	0,069	0,032	0,043	0,036	0,05
Quecksilber	mg/l	< 0,0001	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,001
Selen	mg/l	< 0,002	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	0,01
Thallium	µg/l	n.b.	< 0,2	n.b.	< 0,2	
Uran	mg/l	0,0012	0,0013	0,0018	0,0014	0,01
Vanadium	mg/l	n.b.	< 0,004	n.b.	< 0,004	
Zink	mg/l	n.b.	< 0,010	n.b.	< 0,010	
Zinn	mg/l	n.b.	< 0,020	n.b.	< 0,020	
Isotope						
Deuterium	‰	n.b.	n.b.	n.b.	-80,9	
Tritium	Bq/l	n.b.	n.b.	n.b.	0,360	
Sauerstoff O16/18	‰	n.b.	n.b.	n.b.	-11,22	
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe						
Vinylchlorid	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5
1,2 Dichlorethan	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Dichlormethan	µg/l	n.b.	< 0,5	n.b.	< 0,5	
Trichlorethen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Tetrachlorethen (Per)	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10
sonstige LHKW	µg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	10,0
LHKW Summe	µg/l	0	0	0	0	10
BTEX Aromaten						
Benzol	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,0
Toluol	µg/l	n.b.	< 0,1	n.b.	< 0,1	
Ethylbenzol	µg/l	n.b.	0,3	n.b.	0,1	
Stryrol	µg/l	n.b.	0,2	n.b.	0,1	
sonstige BTEX	µg/l	n.b.	n.n.	n.b.	n.n.	
BTEX Summe	µg/l	n.b.	0,5	n.b.	0,2	
Chlorbenzole						
	µg/l	n.b.	n.n.	n.b.	n.n.	
Chlorphenole						
	µg/l	n.b.	n.n.	n.b.	n.n.	
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)						
PAK, Summe	µg/l	0	0	0	0	0,1
Polychlorierte Biphenyle (PCB)						
PCB, Summe	µg/l	n.b.	0	n.b.	0	
Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PSM)						
PSM, Summe	µg/l	0	0	n.n.	0	0,5
Per- und polyfluorierte Verbindungen (PFC)						
Perfluorbutansäure (PFBA)	µg/l	< 0,0020	0,0022	0,0018	0,0026	
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	µg/l	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	

Parameter	Einheit	Prüfbericht v. 30.04.2020	Prüfbericht v. 07.05.2020	Prüfbericht v. 24.07.2020	Prüfbericht v. 18.09.2020	Grenzwert n. TrinkwV
Entnahmestelle		Br. 1	Br. 1	Br. 2	Br. 2	
Perfluorheptansäure (PFHpA)	µg/l	0,017	0,020	0,011	0,017	
Perfluorhexansäure (PFHxA)	µg/l	0,0083	0,0094	0,0052	0,0085	
Perfluoroctansäure (PFOA)	µg/l	0,15	0,16	0,10	0,15	
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	
Perfluorpentansäure (PFPeA)	µg/l	0,0024	0,0029	0,0013	0,0024	
Perfluortetradecansäure (PFTeA)	µg/l	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	
Summe PFC	µg/l	0,18	0,19	0,12	0,18	Leitwert (GOW): 0,1
Mikrobiologische Parameter						
Enterokokken	KBE/ 100ml	n.b.	0	0	0	0
Flexibacter	KBE/1ml	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	--
Koloniezahl 20°C	KBE/1ml	n.b.	27	52	6	100
Koloniezahl 36°C	KBE/1ml	n.b.	13	76	13	100
Coliforme Keime	KBE/ 100ml	n.b.	0	0	0	0
E. coli	KBE/ 100ml	n.b.	0	0	0	0
Clostridium perfringens	KBE/ 100ml	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0

Tab. 3: Chemische Analysedaten

n.b. = nicht bestimmt

n.n. = nicht quantifizierbar oder nicht nachweisbar

Aufgrund der PFC Inhaltsstoffe, die über dem Leitwert von 0,1µg/l liegen, wird das geförderte Grundwasser mittels Aktivkohle gefiltert. Vorher wird das Wasser belüftet und enteist, um sicher auszuschließen, dass in der Aktivkohleaufbereitungsanlage Ausfällungen auftreten, die zu Betriebsstörungen führen.

Abgesehen von den Spurenkonzentrationen an PFC Inhaltsstoffen ist das Wasser als sehr hochwertig anzusehen und entspricht vollständig der Trinkwasserverordnung.

Eine eingehendere Bewertung der physikalisch- chemischen Wasserzusammensetzung kann dem Bericht zur Standorterkundung vom 25.03.2019 entnommen werden (siehe ANHANG).

3.4.2 Mikrobiologische Parameter

Die mikrobiologischen Parameter zeigen in beiden Brunnen aufgrund des Einflusses aus den Bohrarbeiten noch leicht erhöhte, aber weit unter dem Grenzwert liegende Koloniezahlen. Grenzwertüberschreitungen waren nicht festzustellen.

3.5 Alternativenbetrachtung

Im Vorfeld der Standortfestlegung für die beiden neuen Brunnen zur zukünftigen Wasserversorgung der Gemeinden Kastl und Burgkirchen wurde im Jahr 2016 eine umfangreiche Alternativenstudie durchgeführt (siehe parallel gestellten Antrag auf Grundwasserentnahme), wie der Wasserbezug der Städte Alt-/ Neuötting, der Gemeinden Kastl und Burgkirchen sowie des Zweckverbandes Inn- Salzach Gruppe, deren Gewinnungsanlagen alle durch die PFC Belastung im Öttinger Forst beeinträchtigt sind, in Zukunft sichergestellt werden kann. Dabei wurden folgende individuelle Lösungen aufgezeigt und bewertet:

		k.B. keine Bewertung								
		Grundwasserdargebot, Ergiebigkeit	Grundwasserqualität	Schützbarkeit des Grundwasservorkommens	Versorgungssicherheit	ortsnahe Vorkommen	naturreines Trinkwasser	Kosten	Machbarkeit, Genehmigungsfähigkeit	Gesamtbewertung
Gde. Burgkirchen										
Variante 1	Erhöhung der Förderleistung	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.
Variante 2.1	Neuerschließung im Quartär									
	a) Alztal	+++	+	--	++	+++	+++	+	-	-
	b) HT Schotter	--	-	-	+	+++	+++	-	--	---
Variante 2.2	Neuerschließung im Tertiär	++	++	+++	+++	+++	+++	--	-	+
Variante 3.1	Aufbereitung Br. 3	+++	+++	+++	+++	+++	---	---	++	+
Variante 3.2	Aufbereitung neuer Brunnen	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.
Variante 4	Fremdbezug									---
Variante 5.1	Zumischung aus Fremdbezug	---								---
Variante 5.2	Zumischung aus eigenen Brunnen	-	+	+	---	+++	+++	++	++	--
Variante 5.3	Zumischung aus neuem Brunnen	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.
Gde. Kastl										
Variante 1	Erhöhung der Förderleistung	nicht relevant								k.B.
Variante 2.1	Neuerschließung im Quartär									
	a) Alztal	+++	+	--	++	+++	+++	+	-	-
	b) HT Schotter	++	--	-	++	+++	+++	+	-	-
Variante 2.2	Neuerschließung im Tertiär	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.
Variante 3	Aufbereitung	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.

Variante 4	Fremdbezug	---								---
Variante 5	Zumischung	---								---
ZV Inn- Salzach										
Variante 1	Erhöhung der Förderleistung	nicht relevant								k.B.
Variante 2.1	Neuerschließung im Quartär	k.B.	---	k.B.	k.B.	k.B.	k.B.	k.B.	---	---
Variante 2.2	Neuerschließung im Tertiär	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.
Variante 3	Aufbereitung	als Einzellösung bereits vorhanden								k.B.
Variante 4	Fremdbezug	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.
Variante 5	Zumischung	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.
Städte Alt-/Neuötting										
Variante 1	Erhöhung der Förderleistung	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.
Variante 2.1	Neuerschließung im Quartär									
	a) Inntal	++	+	-	++	+++	+++	+	++	++
	b) HT Schotter	+	--	-	++	+++	+++	+	-	--
Variante 2.2	Neuerschließung im Tertiär	als Einzellösung bereits vorhanden								k.B.
Variante 3.1	Aufbereitung Br. 1 und 2	+++	+++	+++	+++	+++	---	---	++	+
Variante 3.2	Aufbereitung neuer Brunnen	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.
Variante 4	Fremdbezug	---							---	---
Variante 5.1	Zumischung aus Fremdbezug	---								---
Variante 5.2	Zumischung aus eigenen Brunnen	++	++	++	---	+++	+++	--	+	--
Variante 5.3	Zumischung aus neuem Brunnen	nicht relevant bei Einzellösung								k.B.

Tab. 4/1: Alternativenübersicht für die jeweilige kommunale Wasserversorgung (Einzellösung)

In der Zusammenschau boten sich praktikable Einzellösungen kaum an, vor allem wegen der Kosten im Vergleich zur vorgeschlagenen Gesamtlösung, siehe nachstehende Tabelle 4/2.

		Grundwasserdargebot, Ergiebigkeit	Grundwasserqualität	Schützbarkeit des Grundwasservorkommens	Versorgungssicherheit	ortsnahe Vorkommen	naturreines Trinkwasser	Kosten	Machbarkeit, Genehmigungsfähigkeit	Gesamtbewertung
Variante 1	Erhöhung der Förderleistungen	in Variante 6 enthalten								
Variante 2	Neuerschließungen im Quartär + Mischung + optionale Tertiärwassererschließung bei Bedarf	+	+	+	++	+++	+++	-	+	+
Variante 3	Aufbereitung + optionale Quartärwassererschließung	+++	+++	+++	+++	+++	---	--	++	+
Variante 4	Fremdbezug									---
Variante 5	Zumischung	in Varianten 2 und 6 als Kombinationselement enthalten								
Variante 6	Vernetzung der WVA	++	++	++	++	+++	-	---	-	--

Tab. 4/2: Alternativen für eine gemeinsame Lösung der betroffenen kommunalen Wasserversorgungsanlagen

Die Alternativenuntersuchung ergab insgesamt, dass sich keine idealen Lösungen sowohl bei individueller Betrachtung als auch bei einer gemeinsamen Lösung aufdrängen. Als die sinnvollsten Möglichkeiten zur zukünftigen Sicherung der betroffenen Wasserversorgungsanlagen wurden im Rahmen der Alternativenstudie die Varianten 2 und 3 der Gesamtlösung vorgeschlagen. Aus diversen Gründen und nach langen Verhandlungen der beteiligten Kommunen/ Zweckverbandes war es aber dann nicht möglich, diese gemeinsame Lösung zu beschließen und umzusetzen.

Aus diesen Gründen und schlussfolgernd aus den Variantenvorschlägen der Alternativenstudie wurde von den Gemeinden Kastl und Burgkirchen eine Kooperationslösung gewählt mit der Einrichtung eines neuen gemeinsamen Brunnenstandortes im Öttinger Forst und nachgeschalteter Aktivkohleaufbereitung. Bei dieser Lösung war

- eine schnelle Umsetzbarkeit gewährleistet, da bereits umfangreiche Voruntersuchungen zur Verfügung standen,
- die Betroffenheit von Eigentumsrechten bei einer Schutzgebietsausweisung auf ein Mindestmaß reduziert, weil das relevante schutzbedürftige Einzugsgebiet, welches als Wasserschutzgebiet auszuweisen ist, im Bereich des Öttinger Forstes und innerhalb des bestehenden Wasserschutzgebietes, Gebietskennzahl 2210774200147 liegt und
- die kostenmäßige Verhältnismäßigkeit gewahrt bleibt.

4 Allgemeine Angaben

4.1 Geographische und morphologische Situation

Das neue Gewinnungsgebiet liegt im nordwestlichen Bereich des Öttinger Forstes, einem etwa 3.300 ha umfassenden Waldgebiet westlich des Alztales. Am Südrand des Forstes befinden sich die großen Industriestandorte des Chemieparks Gendorf. Die neuen Brunnen befinden sich auf der weiten Niederterrassenebene, die im Norden an einem Geländesprung ca. 35m steil zum Inn-tal abfällt. Die topographische Höhe beträgt im Gewinnungsgebiet etwa 416 - 417mNN. Im Westen und Südwesten stoßen die Niederterrassenschotter an einer markanten, ca. 20m hohen Geländestufe an die älteren Hochterrassenschotter.

4.2 Landnutzung und Besiedlung

Forstwirtschaftliche und landwirtschaftliche Nutzung

Die Brunnen liegen inmitten des ausgedehnten Öttinger Forstes. Der Baumbestand wird überwiegend von Fichte geprägt. Die Forstflächen sind teilweise in staatlichem, teilweise in privatem Besitz. Es findet eine relativ intensive forstwirtschaftliche Nutzung mit Kahlschlägen statt. Grün- und Ackerlandnutzung wird erst im weiteren Brunneneinzugsgebiet auf der Hochterrassenfläche südlich und südwestlich von Kastl betrieben.

Besiedelung und Abwasser

Die Anwesen der Ortschaft Kastl und das Gewerbegebiet Kastl – Ost befinden sich ca. 2,5km südwestlich des Brunnenstandortes. Die Abwasserentsorgung erfolgt über eine zentrale Sammel-entwässerungsanlage im Trennsystem. Die Abwässer werden der Kläranlage der Stadt Altötting zugeführt. Die ansonsten vorhandenen zusammenhängenden Ortschaften Alt- und Neuötting, Burgkirchen, Emmerting und Gendorf liegen außerhalb des relevanten Untersuchungsgebietes bzw. des anzunehmenden Grundwassereinzugsgebietes.

Industrielle und gewerbliche Nutzungen

Im näheren, sich zunächst nach Süden und dann nach Südwesten erstreckenden Einzugsgebiet werden keine Flächen industriell oder gewerblich genutzt. Industrielle und gewerbliche Nutzungen finden am Südrand des Öttinger Forstes im Ortsteil Gendorf der Gemeinde Burgkirchen und am östlichen Ortsrand von Kastl statt. Ein Mischgebiet befindet sich an der Bahnlinie zwischen Kastl und Bahnhof Kastl.



Abb. 2: Direkte Brunnenumgebungs- und Nutzungssituation auf Luftbild

Verkehrswege

Die Brunnenstandorte liegen an einem gekiesten Forstweg, der für den öffentlichen Verkehr gesperrt ist. Eine Anzahl von weiteren Forstwegen durchzieht das nähere und weitere Untersuchungsgebiet. Die Staatsstraße 2108, die Alt-/ Neuötting mit Burghausen verbindet, quert in einer Entfernung von etwa 0,5 km nordöstlich der geplanten Brunnenstandorte den Öttinger Forst von Nordwesten nach Südosten. Die Straße liegt damit außerhalb des Brunnenzustromgebietes.

Die Eisenbahnlinie Mühldorf – Altötting – Burghausen quert in einer Entfernung von etwa 2.500m den weiteren Anstrombereich der neuen Brunnen. Neben Personentransport wird die Bahnstrecke auch für den Güterverkehr, insbesondere zu den Industriestandorten der chemischen Industrie bei Burghausen und Burgkirchen genutzt. Ab dem Bahnhof Kastl wurden die Gleisanlagen für den Gütertransport ins Werkgelände des Chemieparks Gendorf erweitert.

Sand- und Kiesabbau

Mit Ausnahme kleinerer Kiesentnahmen, die im Bereich des Öttinger Forstes für den forstwirtschaftlichen Wegebau angelegt wurden, ist im relevanten Brunnenumfeld kein Abbau von Kie-

sen, Sanden etc. bekannt. Der nächstgelegene gewerbliche Kiesabbaubetrieb liegt nordwestlich von Emmerting am Rande des Öttinger Forstes. Alte, aufgelassene Kiesgruben sind nicht bekannt.

Im Regionalplan für die Region 18 sind im weiteren Umfeld der Brunnenanlage keine Vorrang- oder Vorbehaltsflächen für die Gewinnung von Kies, Steinen, Erden ausgewiesen.

Altlasten und Deponien

Im weiteren Untersuchungsgebiet ist eine Anzahl von Altlasten und Altlastenverdachtsflächen bekannt. Die Flächen sind im Altlastenkataster des Landratsamtes Altötting erfasst. Dem Brunnenstandort am nächsten liegt die aufgelassene Altdeponie **Jägerhäusl**, ca. 700m südsüdwestlich des Brunnens Kastl 1 neu. Nach der historischen Recherche wurde die ehemalige Kies- und Sandgrube von den Städten Altötting und Neuötting im Zeitraum von 1963 bis 1967 zur Ablagerung von Hausmüll, Bohrschlamm und Sondermüll genutzt. Über die jeweiligen Anteile sowie die Herkunft der Abfälle existieren keine Kenntnisse. Nach alten Aufzeichnungen sollte die Grubensohle durch eingelassene Bohrschlämme weitgehend abgedichtet sein, was aber bei Untergrundsondierungen nicht bestätigt werden konnte. Im Zuge der Stilllegung sollte zudem Tonmaterial von ca. 0,20m Mächtigkeit sowie eine Rekultivierungserde von ca. 0,30m Mächtigkeit aufgetragen worden sein, was aber bei Erkundungen zur orientierenden Untersuchung nicht bzw. nicht durchgängig feststellbar war.

Derzeit stellt sich die Geländeoberfläche als stark bewegt dar, mit offensichtlichen Setzungsmulden, kleinen Hügeln und aufgestellten Wurzelstellern. Der Randbereich der Grube ist an Grabenabbrüche zum benachbarten gewachsenen Waldboden sowie an den Unterschieden in der Kraut-Vegetation im Vergleich zur benachbarten Waldbodendeckung deutlich zu erkennen. Die Ausdehnung der Verfüllfläche beträgt danach ca. 40 x 50m. Die Untersuchungen zur Feststellung, ob ein Altlastenverdacht vorliegt, erbrachten eine Auffüllmächtigkeit von max. 6,3m. Somit ergäbe sich ein maximales Verfüllvolumen von 12.500 m³.

Zusammenfassend hat das Ingenieurbüro Rupp Bodenschutz GmbH festgestellt, dass auf der Untersuchungsfläche stellenweise Untergrundkontaminationen des Bodenmaterials durch As, Pb, Crges und PAK vorhanden sind. Es handelt sich hierbei um Überschreitungen der Hilfswerte 1, für PAK auch des Hilfswertes 2 (s. Merkblatt Nr. 3.8/1 des LfU vom 31.10.2001). Die Mobilität dieser Stoffe wird als gering bewertet. Unter Gesamtbetrachtung der Schadstoffeigenschaften und der Untergrundverhältnisse wird vom Untersuchungsbüro prognostiziert, dass eine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser über den Pfad Boden - Grundwasser **nicht** zu besorgen ist. Auf Grund der Ergebnisse der 'Orientierenden Untersuchung' hat sich der Verdacht auf schädlichen Bodenveränderungen oder Altlast im Sinne des BBodSchV auf der untersuchten Fläche nicht erhärtet. Eine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser ist demnach nicht gegeben. Weitere Maßnahmen zur Gefahrenerkundung sind nach Ansicht des untersuchenden Büros nicht begründet.

Das Wasserwirtschaftsamt Traunstein und das Landratsamt Altötting haben sich der Bewertung angeschlossen. Die Fläche konnte nach Angaben des Landratsamtes Altötting aus dem Altlastenverdacht entlassen werden. Die jetzt in unmittelbarer Nähe zur ehemaligen Verdachtsfläche ausgeführte Grundwassermessstellenbohrung GWM 2 hat in dem dort erkundeten höheren Grundwasservorkommen Gehalte an Toluol und Tetrachlorethen (Per), allerdings in sehr niedriger Konzentration, festgestellt. Ein Zusammenhang mit der Verdachtsfläche ist wahrscheinlich.

Ob sonstige Altablagerungen im Zustromgebiet der geplanten Brunnen vorhanden sind, die lediglich noch nicht bekannt geworden sind, kann nicht vollständig ausgeschlossen werden. Mit Ausnahme der bei einigen Probennahmen lediglich in geringsten Spuren bzw. an der Nachweisgrenze festgestellten Gehalte an Toluol und z.T. an Styrol sowie Ethylbenzol wurden keine Inhaltsstoffe, die auf derartige Flächen hinweisen würden, bei den Wasseranalysen in den beiden Versuchsbohrungen VB 1 und VB 2 sowie in den Brunnen festgestellt.

4.3 Quellen, Grundwassermessstellen und weitere Wasserfassungen im Untersuchungsgebiet

Im weiteren Umkreis der Brunnenstandorte befindet sich innerhalb des Öttinger Forstes eine Anzahl von Trinkwassererschließungen für die öffentliche Wasserversorgung:

- Der Zweckverband Inn- Salzach betreibt am nördlichen Rand des Öttinger Forstes auf dem Gebiet der Stadt Neuötting, Gemarkung Alzgern zwei Tiefbrunnen (Br. I und II). Die Entnahme wurde durch Bewilligung des Landratsamtes Altötting wasserrechtlich genehmigt und auf eine Leistung von 60l/s und eine Gesamtjahresentnahme von 480.000m³/a begrenzt.
- Die Gemeinde Kastl betreibt bisher ca. 1.7km südwestlich zwei Tiefbrunnen im Öttinger Forst, die neben der Gemeinde Kastl auch die Gemeinde Tüßling mit Trinkwasser versorgen. Mit Bescheiden des Landratsamtes Altötting wurde für die Brunnen I und II eine gemeinsame Entnahmemenge von 550.000m³/a, 2600m³/d und 33 l/s bewilligt.
- Aus den beiden Tiefbrunnen der Stadt Neuötting im Öttinger Forst werden die Stadtgebiete Neuötting und Altötting sowie die Gemeinde Winhöring versorgt. Die Entnahme wurde auf eine momentane Leistung von 80 l/s und eine Jahresentnahme von 800.000 m³/a am Brunnen 1 begrenzt. Am Brunnen 2 darf mit einer Momentanleistung der Pumpen von 120 l/s entnommen werden. Insgesamt wurde zusätzlich für beide Brunnen eine gemeinsame maximale Tageentnahme von 10.000 m³ und eine Jahresentnahme von 1.400.000 m³ festgelegt.

Vom Wasserwirtschaftsamt Traunstein wurden im Rahmen einer großräumig angelegten hydrogeologischen Studie auf einer Fläche von ca. 160 km² in einem Gebiet, das sich nördlich von Burgkirchen zwischen Mörnbach im Westen und der Salzach im Osten erstreckt, mehr als 110 Grundwasseraufschlüsse (Brunnen, Quellen und Grundwassermessstellen) erhoben. Dieses Messnetz wurde vom WWA Traunstein durch den Bau vier weiterer Grundwassermessstellen

(GWM 107 – 110) und die Einrichtung von 18 Oberflächengewässermessstellen ergänzt und verdichtet. Das Messnetz erlaubt die regionale Beobachtung der hydraulischen Potentialverteilung und der Verteilung von perfluorierten Tensiden im Grundwasser. Im Rahmen der Untersuchungen für den neuen Brunnenstandort wurden zur Erfassung des oberen (quartären) Grundwasserteilstockwerkes die Grundwassermessstellen GWM 1, 2 und 4 errichtet. Mit dem Versuchsbrunnen VB 2 kann der Wasserstand des unteren (tertiären) Grundwasserteilstockwerkes gemessen werden. Die vom Brunnen 1 überbohrt Messstelle VB 1 verfilterte das obere und das untere Grundwasserteilstockwerk und wies damit einen Mischwasserspiegel auf.

Für die neuen Brunnen kann mit den vorhandenen Messstellen und den Kenntnissen zur großräumigen Potentialverteilung der Grundwasseroberfläche eine gute Abgrenzung des Einzugsgebietes sowie eine Bemessung des erforderlichen Schutzgebietes vorgenommen werden. Zudem ist eine Gefährdungsabschätzung des Altlastenstandortes Jägerhäusl möglich.

Im Wesentlichen können folgende Grundwasseraufschlüsse (Pegel und Brunnen) für die Bestimmung des Einzugsgebietes der neuen Brunnen herangezogen werden:

Bezeichnung	Ausbau	Tiefe	erschlossener Gw Horizont	GOK (mNN)	Filterstrecke (m u. GOK)	Wasserspiegel am
Br. Kastl 1 neu	V2a DN 500	110m	Hochterrasse u. Deckenschotter/ Südlicher Vollschotter	415,95	55,00 – 75,00 80,00 – 105,00	32,81m u. GOK 383,14mNN 29.07.2020
Versuchsbrunnen VB 2	PVC DN 175	108m	Südlicher Vollschotter	416,83	55,00 – 75,00 80,00 – 105,00	33,92m u. GOK 382,91mNN 13.03.2019
Br. 1 Kastl, Gde. Kastl	Stahl DN 400	72,5m	Hochterrasse u. Deckenschotter/ Südlicher Vollschotter	422,11	28,00 – 33,00 40,00 – 50,00 54,00 – 59,00 60,00 – 67,50	32,71m u. GOK 389,40mNN 15.02.2009
Br. Forst Kastl, Gde. Burgkirchen	Stahl DN 400	71,8m	Hochterrasse u. Deckenschotter/ Südlicher Vollschotter	420,46	32,80 – 38,80 44,80 – 47,80 50,80 – 56,80 59,80 – 65,80	33,76m u. GOK 386,70mNN 15.02.2009
GWM 15	k.A.	25,8m	Hochterrasse	431,55	k.A.	23,04m u. GOK 408,51mNN 15.02.2009
GWM 24 (=Br. Jägerhäusl)	k.A.	k.A.	Hochterrasse/ Deckenschotter	419,65	k.A.	33,15m u. GOK 386,67 mNN 15.02.2009
GWM 93 (=EBB)	PVC DN 150	42,0	Niederterrasse/ Hochterrasse	422,53	30,00 – 42,00	32,29m u. GOK 390,24 mNN 15.02.2009
GWM 94 (=EBA)	PVC DN 150	25,2	Niederterrasse/ Hochterrasse/ Deckenschotter	425,37	18,20 – 25,20	21,78m u. GOK 403,59 mNN 15.02.2009

Bezeichnung	Ausbau	Tiefe	erschlossener Gw Horizont	GOK (mNN)	Filterstrecke (m u. GOK)	Wasserspiegel am
GWM 96	k.A.	k.A.	Hochterrasse	k.A.	k.A.	m u. GOK 405,90 mNN 25.06.2007
GWM 107	PVC DN 125	100m	Hochterrassen- schotter und De- ckenschotter/ Südl. Vollsotter	414,6	32,00 – 100,00	33,27m u. GOK 381,33mNN 15.02.2009
GWM 108	PVC DN 125	44,0m	Hochterrassen- schotter und De- ckenschotter	416,54	31,00 – 44,00	31,95m u. GOK 384,59mNN 15.02.2009
GWM 110	PVC DN 125	46,0m	Hochterrassen- schotter und De- ckenschotter	416,80	28,00 – 46,00	28,38m u. GOK 388,42mNN 15.02.2009
PIH	PVC DN 125	37,0m	Hochterrassen- schotter und De- ckenschotter	424,1	28,00 – 37,00	30,90m u. GOK 393,20mNN 11.10.2013
P1T	PVC DN 125	71,0m	Südl. Vollsotter	424,1	50,00 – 69,00	31,21m u. GOK 392,89mNN 11.10.2013
GWM 1	PVC DN 125	39,0m	Hochterrassen- schotter und De- ckenschotter	418,4	29,00 – 39,00	35,65m u. GOK 382,75mNN 13.12.2018
GWM 2	PVC DN 125	30,0m	Hochterrassen- schotter	418,2	25,00 – 30,00	27,00m u. GOK 391,19mNN 13.12.2018
GMW 4	PVC DN 125	32,5m	Hochterrassen- schotter und De- ckenschotter	420,95	22,50 – 32,50	24,82m u. GOK 396,13mNN 13.12.2018

Tab. 5: Brunnen und Grundwassermessstellen in der Umgebung

k.A.: keine Angaben vorhanden

4.4 Oberflächengewässer im Untersuchungsgebiet, Vorflutverhältnisse

Die Lage und der Verlauf der Oberflächengewässer kann der **Anlage 1** entnommen werden. Der Inn stellt den großräumigen Vorfluter für das in der quartären Talfüllung abströmende Grundwasser dar. Das relevante Einzugsgebiet der Brunnen 1 und 2 neu wird nur unterirdisch entwässert. Ein oberirdisches Gewässernetz ist nicht vorhanden.

4.5 Klima, Grundwasserneubildung

Klimatisch zählt das Untersuchungsgebiet zum Bereich des Niederbayerischen Hügellandes mit mittleren Jahrestemperaturen zwischen 8 und 9 °C. Es wird zum kontinentalen Klimabereich gerechnet, bei dem die Sommerniederschläge gegenüber den Winterniederschlägen vorherrschen. Der Gebietsniederschlag beläuft sich nach Auswertung der Niederschlagsmessstationen Tüßling,

Gendorf und Haiming auf im Mittel 920mm/a mit einem langjährigen Schwankungsbereich zwischen 580mm/a und 1.150mm/a.

Von den Niederschlägen verdunstet infolge der Evapotranspiration der Pflanzen ein erheblicher Anteil. Die Rate beträgt auf Grünland etwa $\frac{2}{3}$ des Niederschlages. Wegen der großen Vegetationsoberfläche wird dagegen im Wald etwa 70% an die Atmosphäre wieder zurückgegeben (Wasser, das auf Bäume fällt, verdunstet z. T. bereits auf der Kronen- und Stammoberfläche, das ist die sog. Interzeption. In einem Fichtenwald gelangen – je nach Stärke der Niederschläge – lediglich 40% bis 70% des Regens zum Waldboden).

Da auf den Schotterflächen praktisch kein Oberflächenabfluss stattfindet, muss der nach Abzug der Verdunstung verbleibende Niederschlag versickern. Setzt man den Abfluss mit knapp 30% an ergibt sich für die Grundwassererneuerung im Jahresmittel ein Wert von 250mm, entsprechend einer Flächenspende von ca. 8 l/sec·km². In Bereichen mit höher durchlässigen Schichten, z.B. im Verbreitungsgebiet der holozänen Schotter im Inntal kann der Wert 10 l/sec·km² erreichen, in Gegenden mit mächtigerer Lößlehmlüberdeckung, d.h. auf den Hochterrassenschotterflächen westlich von Kastl dagegen auf 6 – 6,5 l/sec·km² zurückgehen¹.

Für die Ermittlung des quantitativen Einzugsgebietes und das im langjährigen Jahresdurchschnitt nutzbaren Grundwasserdargebots wird von einer Neubildungsrate von **8 l/sec·km²** für den quartären Anteil ausgegangen. Dieser Wert wurde auch im Gutachten des Wasserwirtschaftsamtes Traunstein verwendet. Für den unteren, von den Brunnen verfilterten tertiären Teilgrundwasserleiter wird aufgrund der vorhandenen semipermeablen Trennschichten im Übergangsbereich zu den Vollschothern von einer geringeren Grundwasserneubildung in Höhe von **4 l/sec·km²** ausgegangen.

Bei einer geringeren Grundwasserneubildungsrate lt. den aktuellen Angaben des LfU würde sich eine deutliche Ausweitung des Bilanzdeckungsgebietes nach Westen ergeben². Eine planerische Darstellung ist dazu allerdings nicht mehr möglich, da die Grundwasserströmungssituation weiter westlich von Kastl im Detail nicht bekannt ist.

¹ Die vom LfU aktuell für dieses Gebiet für den Betrachtungszeitraum 1951 – 2018 bzw. von 2009 – 2018 angegebenen Grundwasserneubildungsraten von 145 mm = 4,6 l/sec · km² bzw. 90mm = 2,9 l/sec · km² (lt. freundlicher Mitteilung des WWA, Email vom 18.02.2021) erscheinen nicht plausibel. Die in diesem Gebiet dokumentierten sehr geringen Grundwasserschwankungen bei gleichzeitig intensiver Nutzung durch eine ganze Reihe von öffentlichen und privaten Grundwasserentnahmeanlagen belegen ein hohes Grundwasserdargebot. Dieser Wasserbedarf kann nur bei entsprechend hoher Grundwasserneubildung gedeckt werden ohne dass erhebliche Auswirkungen auf die Grundwasserstände sichtbar werden. Die den Annahmen des LfU zugrunde gelegten hohen Verdunstungsraten bei Nadelwaldbedeckung mögen zwar zutreffen, nicht berücksichtigt ist dabei jedoch möglicherweise der Effekt, dass auf der Blattoberfläche von Nadelbäumen bei hoher Luftfeuchtigkeit bzw. bei Nebellagen Wasser kondensiert, welches dann – ohne dass ein Niederschlagsereignis vorliegt – von den Bäumen abtropft und zur Bodenbefeuchtung und zur Grundwasserneubildung beiträgt.

² Auch bei den niedrigeren, vom LfU angenommenen langjährigen Grundwasserneubildungsraten von 4,6 bzw. 2,9 l/sec · km² würde sich durch das sich nach Westen erstreckende Einzugsgebiet eine Bilanzdeckung ergeben, allerdings erst bei Erreichen einer Flächengröße des Einzugsgebietes von 10 bzw. 16 km².

5 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

5.1 Überblick

Das neue Wassergewinnungsgebiet der Gemeinden Kastl und Burgkirchen liegt im Bereich eines ausgedehnten, sich zwischen Inn und Alz erstreckenden würmeiszeitlichen Niederterrassenschotterfeldes. Im Westen und Südwesten schließen sich morphologisch die Hochterrassen der Rißeiszeit an, im Norden und Osten die in jüngster geologischer Zeit gebildeten Kiese und Hochflutablagerungen des Inn und der Alz. Die würmeiszeitlichen Niederterrassenschotter werden im Bereich des Öttinger Forstes in den tieferen Horizonten von den Kiesen der Rißeiszeit oder stellenweise von den Schotterresten noch älterer Vereisungsphasen (Deckenschotter) unterlagert.

Das Auflager der quartären Kiessande bilden die tertiären Molassesedimente, die hier in Form der sog. Südlichen Vollsotter vorliegen und eine relativ hohe Schichtmächtigkeit aufweisen. Nach den vorhandenen Bodenaufschlüssen sind im Übergang der quartären zu den tertiären Kiessedimenten unterschiedlich ausgeprägte und wechselnd mächtige Feinsand- und Schlufflagen mehr oder weniger flächig verbreitet, eingeschaltet.

Den oberen Grundwasserleiter bilden im Öttinger Forst die quartären (eiszeitlichen) Schotterablagerungen und zwar vermutlich bereits die älteren Hochterrassenkiese, welche die oberflächennahen Niederterrassenschotter unterlagern. In tieferen Horizonten können stellenweise auch noch ältere eiszeitliche Schotter (sog. Deckenschotter) auftreten. Die den Aquifer aufbauenden Kiese dieses oberen Grundwasserteilstockwerkes wurden im Verlaufe der vorwürmeiszeitlichen Vorlandvereisungen in der Riss- und Mindeleiszeit von den abfließenden Gletscherschmelzwässern herantransportiert und abgelagert. Örtlich sind die Kiese zu Nagelfluh verbacken, was auf ein hohes Bildungsalter schließen lässt.

Unterhalb des quartären Grundwasserleiters folgt ein in den tertiären Vollsottern enthaltenes tieferes Grundwasservorkommen (unteres Grundwasserteilstockwerk). Aus lithologischer Sicht handelt es sich bei den beiden Grundwasserleitern um einen relativ einheitlichen Aquifer, allerdings liegt die Durchlässigkeit der tertiären Kiesabfolge nach den in den Brunnen durchgeführten Pumpversuchen um etwa eine Zehnerpotenz unter der Durchlässigkeit des quartären Grundwasserleiters.

Nach den Untergrundaufschlüssen in der weiteren Umgebung besteht zwischen dem quartären und dem tertiären Grundwasserleiter mit den sandigen und schluffigen Zwischenlagen zwar keine hydraulisch vollwirksame Stockwerkstrennung, die semipermeablen Trennschichten bewirken aber dennoch teilgespannte und stellenweise gespannte Grundwasserverhältnisse im Tertiärstockwerk, wie die hydraulischen Versuche (Pumpversuche, Flowmeter Messungen etc.) und die chemischen Beprobungen an den neuen Brunnen gezeigt haben. Großräumig findet ein Grundwasseraustausch von oben aus dem quartären Grundwasserteilstockwerk nach unten in die tertiäre

ren Grundwasserhorizonte statt, nachdem der Potentialdruck im quartären Stockwerk um wenige cm bis dm über dem Potentialdruck des tertiären Stockwerkes liegt. Nachdem die Brunnen das untere Grundwasserteilstockwerk verfiltern, kann das quartäre Stockwerk als an den Entnahmehorizont angekoppeltes Grundwasserstockwerk bezeichnet werden.

Die geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet sind der geologischen Karte der **Anlage 4** sowie den geologischen Profilschnitten der **Anlagen 5** zu entnehmen.

5.2 Schichtenaufbau des Untergrundes und Lagerungsverhältnisse

Die Bohrungen für die Brunnen bzw. die vorab durchgeführten Erkundungsbohrungen VB 1 und VB 2, die zu einer Messstelle und zu einem Versuchsbrunnen (VB 2) ausgebaut wurden, erschließen eine Abfolge von Kieslagen mit unterschiedlich ausgebildeten Beimengungen sowie einzelnen schluffigen bzw. sandigen Zwischenlagen, die im Teufenbereich von 41,5m bis 50,0m u. GOK verstärkt auftreten. Gemäß den Ergebnissen der geophysikalischen Bohrlochuntersuchungen (Gamma Strahlungsmessung) in VB 2 reichen die sandig- schluffigen Zwischenschichten sogar bis in eine Tiefe von 60,8m. Aufgrund der ähnlichen Materialeigenschaften war eine Unterscheidung zwischen den an den Bohrstandorten anstehenden Quartärkiesen und den unterlagernden tertiären Vollschootern nur bedingt möglich. Die sandigen und schluffigen Sedimentzwischenlagen im Bereich von 41,5 - 50,0m u. GOK, die auch mit einem erhöhten Quarz- und Glimmeranteil einhergehen, lassen aber den Übergang vom Quartär zu den tertiären Schichten in dieser Tiefe vermuten. Ähnliche Verhältnisse sind auch im Bereich der bestehenden Brunnen 1 und 2 der Gemeinde Kastl und des Brunnen Forst Kastl der Gemeinde Burgkirchen dokumentiert.

Am Brunnenstandort Br. 1 neu und Br. 2 neu stehen bis zu einer Tiefe von ca. 306mNN bzw. 309,6mNN, entsprechend 107,2m (Br. 2) und 110m (Br. 1) unter Gelände die kiesigen Sedimente der Quartär- und Tertiärabfolge an, in die einzelne Sand- und Schlufflinsen eingelagert sind. Die in den alten Kastler Brunnen vorhandene Nagelfluheinschaltung bei ca. 400 mNN, entsprechend ca. 22m unter Gelände kann darauf hindeuten, dass ab hier altpleistozäne (Decken-)Schooter den Untergrund aufbauen.

An der Basis der tertiären Kiese folgen am neuen Brunnenstandort mergelige Schichten bis zur Brunnenendtiefe bei 112m (Br. 1) bzw. bei 110m (Br. 2). Auch im weiteren Umfeld der Brunnen ist die Gesteinsausbildung der unmittelbar unter den Tertiär- und Quartärkiesen anstehenden Molassesedimente feinkörnig, wie die Bohrprofile des Br. Burgkirchen und der Grundwassermessstelle GWM 109 belegen. In weiterer Entfernung nach Norden bei den Brunnen Alzgern und nach Westen bei GWM 94, scheinen die tertiären Vollschooterlagen aber lokal zu fehlen, so dass hier sandige Tertiärtone direkt das Auflager für die Quartärsedimente bilden.

Die tertiäre Schichtgrenze weist als ehemalige Landoberfläche ein Erosionsrelief auf. Nach den vorhandenen Daten einer größeren Anzahl von Bohrungen kann die Schichtgrenze der Tertiär- zu den Quartärsedimenten im größten Teil des Öttinger Forstes in einer Höhenlage von ca. 355 bis 375 mNN angenommen werden. Eine Ausnahme liegt westlich und südwestlich der alten Brunnen Kastl vor, wo die stauende Tertiäroberfläche auf ein Niveau von ca. 400m NN ansteigt.

5.3 Grundwasserleiter und Grundwassermächtigkeit

Der von den Brunnen verfilterte und mitteldurchlässige tertiäre Südliche Vollsotter ist überwiegend als stark sandiger Fein- bis Mittelkies mit mehr oder weniger mächtigen Sandlagen ausgebildet und steht an den Brunnenstandorten ab etwa 50m unter GOK an. Die Grundwassermächtigkeit H des teilgespannten Grundwasserleiters beträgt nach dem Brunnenprofil des Br. 1 bei Niedrigwasser etwa 76,7m bei Br. 1 und bei Br. 2 ca. 72,6m (**Anlagen 3/1 und 3/2**).

5.4 Wasserstandshöhen und Wasserspiegelschwankungen

Der Wasserspiegel im Brunnen Kastl 1 neu lag bei der Stichtagsmessung am 29.07.2020 bei 32,81m unter Messpunkt (= Geländeoberkante). Sofern die Grundwasserhöhe auf ein einheitliches Höhenniveau bezogen wird, ergibt sich ein Wasserstand von 383,14 mNN. Nach den langjährigen Wasserstandsmessungen im weiter südlich gelegenen Brunnen Forst Kastl der Gemeinde Burgkirchen sind im Messzeitraum von 1991 bis 2018 Grundwasserschwankungen von 1,91m registriert worden, wenn man den Zeitraum 01.11.2014 – 01.11.2016 mit unplausiblen Werten außer Acht lässt (Abb. 3). Die maximalen Spiegeldifferenzen zwischen Niedrig- und Hochwasser werden deshalb mit 2,0m bis maximal 2,5m veranschlagt. Der Grundwasserstand, der am 29.07.2020 gemessen wurde entspricht einem niedrigen Mittelwasserstand.

Der Grundwassergang zeigt über den langen Beobachtungszeitraum einen sehr ruhigen und konstanten Verlauf mit einer Schwankungsbreite von etwa 1m über mehrere Monate bis ein halbes Jahr. Dies ist begründet in der Tatsache, dass das Grundwasser innerhalb eines sehr großräumigen und relativ gut durchlässigen Grundwasserleiters mit hohem Speichervermögen abströmt, wo die Grundwasserneubildung auch bei hohen Erneuerungsraten nur langsam und in geringem Maße Wasserstandsanstiege verursacht bzw. in Trockenperioden nur eine langsame Speicherentleerung erfolgt.

Die Wasserspiegelschwankungen im Brunnen Forst Kastl sind für den Zeitraum zwischen 1991 bis 2018 in nachfolgender Tabelle 6 aufgelistet und in der Abbildung 3 graphisch dargestellt.

Grundwasser- beobachtungs- stelle	Beobachtungs- zeitraum	Niedrigstwasser am (mNN)	Mittelwasser (mNN)	Höchstwasser am (mNN)	Max. Wasser- spiegelschwan- kung (m)
Langjährige Messwerte:					
Brunnen Forst Kastl	Jan. 91 – Dez. 18	Jan 2005 / 386,34	387,07	Jun 2013 / 388,25	1,91
Brunnen Berg- mann	03.11.2008 – 05.08.2020	17.11.2012 / 382,08	382,50	28.06.2013 / 383,46	1,38

Tab. 6: Extrema der Wasserspiegelhöhen

Zur Bestimmung, ob im Brunnenzustrombereich eine Varianz der Grundwasserströmungsrichtung und des Grundwasserspiegelgefälles vorhanden und für die Einzugsgebietsabgrenzung zu berücksichtigen ist, wurden die von der Gemeinde Kastl und vom Wasserwirtschaftsamt durchgeführten Stichtagsmessungen ausgewertet (Abb. 4/1 und 4/2 sowie Tab. 6/1, 6/2). Es ist ein sehr ruhiger und zudem sehr synchroner Ganglinienverlauf festzustellen, was nur geringe Änderungen der großräumigen Fließrichtung und des Grundwassergefälles erwarten lässt.

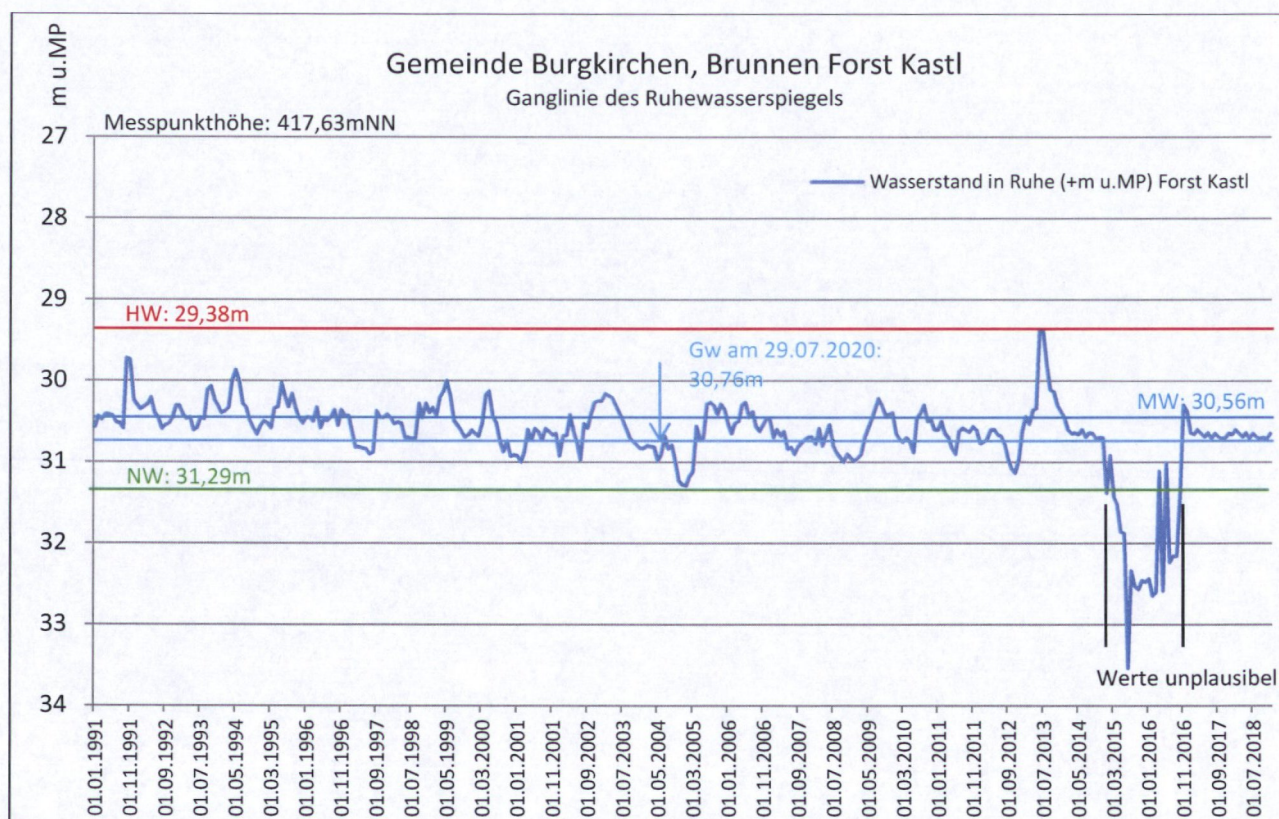


Abb. 3: Verlauf der Brunnenwasserstände von Jan. 1991 – Dez. 2018

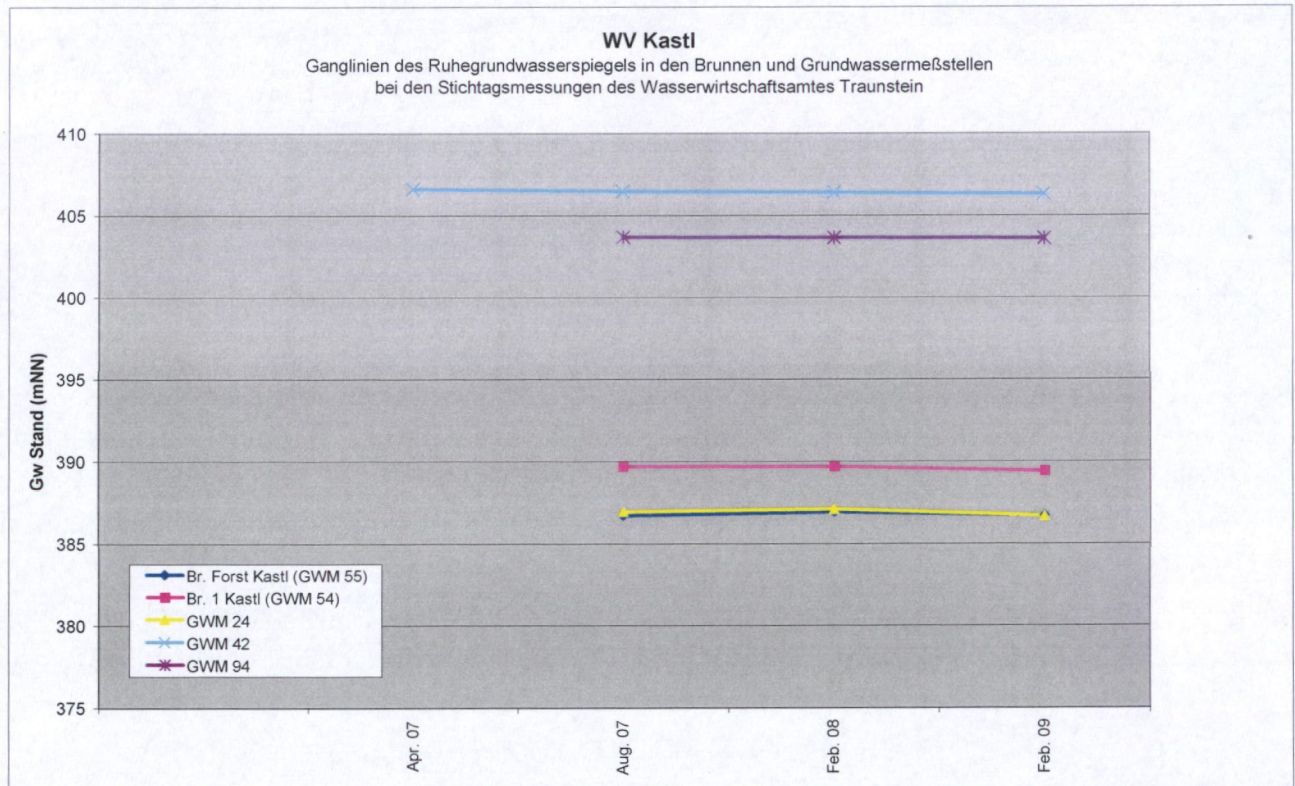


Abb. 4/1: Verlauf der Grundwasserstände bei den Stichtagsmessungen des WWA Traunstein

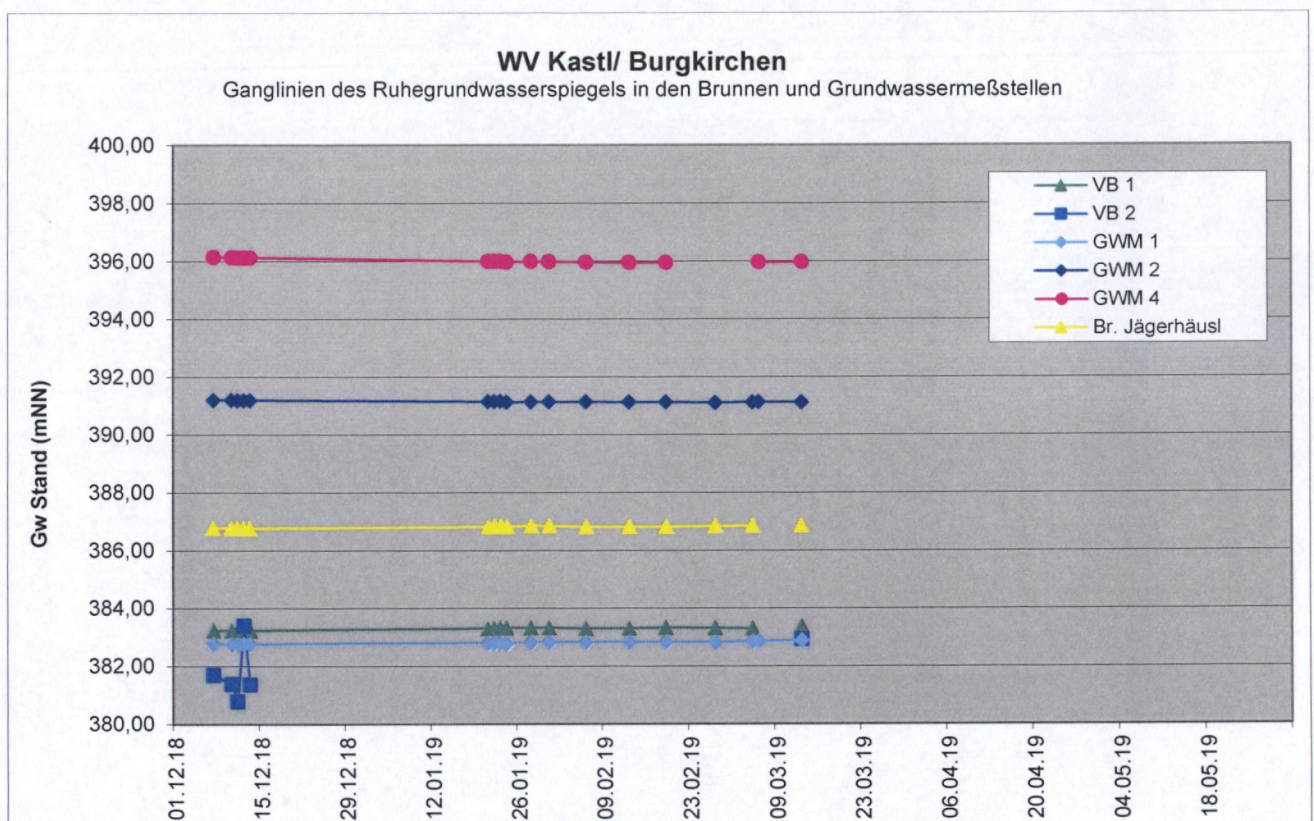


Abb. 4/2: Verlauf der Grundwasserstände bei den Stichtagsmessungen der Gemeinde Kastl

In den nachstehenden Tabellen 7/1 und 7/2 sind die bei den Stichtagsmessungen festgestellten Grundwasserstände aufgelistet, soweit sie in Brunnen und Grundwassermessstellen gemessen wurden, die für die Festlegung des Einzugsgebietes der neuen Brunnen Kastl maßgeblich sind.

	Br. Kastl 1 alt = GWM 54	Br. Forst Kastl = GWM 55	Br. Kastl 1 neu bzw. VB 1	Br. Kastl 2 neu bzw. VB 2	GWM 93	GWM 94
GOK (m ü. NN)	422,11	419,75	415,95	416,79	422,53	425,37
MP OK (m ü. NN)	420,0	417,63	415,95	416,79	423,33	426,18
Tiefe (m u. GOK)	72,50	71,8	110,0	110,0	42,00	25,20
Ende April 07	386,22	---			---	---
Mitte August 07	389,68	386,72			390,31	403,68
Ende Februar 08	389,66	386,92			390,61	403,63
Anf. Februar 09	389,40	386,70			390,24	403,59
07.12.2018			383,22	381,68		
10.12.2018			383,22	381,37		
11.12.2018			383,22	380,76		
12.12.2018			383,22	383,38		
13.12.2018			383,22	381,35		
21.01.2019			383,29			
22.01.2019			383,30			
23.01.2019			383,31			
24.01.2019			383,31			
28.01.2019			383,31			
31.01.2019			383,31			
06.02.2019			383,29			
13.02.2019			383,29			
19.02.2019			383,31			
27.02.2019			383,30			
05.03.2019			383,28			
06.03.2019						
13.03.2019	in Betrieb	386,86	383,36	382,91		
29.07.2020	in Betrieb	386,87	383,14	382,74	390,29	403,67
OK Stauer m u. GOK m ü. NN	69,8 352,30	66,7 353,05	110,0 305,95	107,20 309,59	---	25,50 399,87
maximaler Wasserstand m u. GOK m ü. NN	32,43 389,68	32,83 386,92	32,59 383,36	33,41 383,38	31,92 390,61	21,69 403,68
mittlerer Wasserstand m u. GOK m ü. NN	33,37 388,74	32,94 386,81	32,67 383,28	34,76 382,03	32,17 390,36	21,73 403,64
minimaler Wasserstand m u. GOK m ü. NN	35,89 386,22	33,05 386,70	32,73 383,22	36,03 380,76	32,29 390,24	21,78 403,59
durchschnittliche Grundwassermäch- tigkeit (m)	36,45	33,76	77,3	72,4	---	3,77

Tab. 7/1: Grundwasserstandhöhen bei den Stichtagsmessungen

	GWM 107	GWM 108	GWM 110	GWM 1	GWM 2	GWM 4
GOK (m ü. NN)	414,6	416,54	416,8	418,4	418,2	420,95
MP OK (m ü. NN)	415,25	417,29	417,62	419,51	419,19	421,93
Tiefe (m u. GOK)	100,0	44,0	46,0	39,0	30,0	32,5
Ende April 07						
Mitte August 07						
Ende Februar 08						
Anf. Februar 09	381,33	384,59	388,42			
07.12.2018				382,76	391,20	396,15
10.12.2018				382,75	391,20	396,14
11.12.2018				382,75	391,19	396,13
12.12.2018				382,75	391,19	396,13
13.12.2018				382,75	391,19	396,13
21.01.2019				382,79	391,14	395,99
22.01.2019				382,79	391,14	396,00
23.01.2019				382,80	391,15	396,00
24.01.2019				382,77	391,12	395,97
28.01.2019				382,81	391,13	395,99
31.01.2019				382,81	391,13	395,98
06.02.2019				382,81	391,13	395,96
13.02.2019				382,82	391,12	395,95
19.02.2019				382,82	391,12	395,95
27.02.2019				382,81	391,10	
05.03.2019				382,83	391,11	
06.03.2019				382,84	391,12	395,96
13.03.2019		384,77	388,68	382,86	391,11	395,96
29.07.2020	381,33	384,61	388,36	382,73	390,98	395,19
OK Stauer m u. GOK	99,40	43,6	< 46,0	39,50	29,90	32,50
m ü. NN	315,20	372,94	< 370,80	378,90	388,30	388,45
maximaler Wasserstand m u. GOK	33,27	31,77	28,12	35,54	27,00	24,80
m ü. NN	381,33	384,77	388,68	382,86	391,20	396,15
mittlerer Wasserstand m u. GOK	33,27	31,89	28,31	35,61	27,06	24,97
m ü. NN	381,33	384,65	388,49	382,79	391,14	395,98
minimaler Wasserstand m u. GOK	33,27	31,95	28,44	35,67	27,22	25,76
m ü. NN	381,33	384,59	388,36	382,73	390,98	395,19
durchschnittliche Grundwassermäch- tigkeit (m)	66,13	11,7	> 17,7	3,89	2,84	7,53

Tab. 7/2: Grundwasserstandhöhen bei den Stichtagsmessungen

5.5 Grundwasserüberdeckung und Flurabstand

Bei den von den Brunnen verfilterten und für die Trinkwassergewinnung erschlossenen tertiären Vollsotterablagerungen handelt es sich um einen Aquifer mit teilgespanntem Grundwasserspiegel (unteres Grundwasserteilstockwerk), die ab etwa 50m Grundwasser führen und dessen Druckwasserspiegel bei Hochwasserverhältnissen auf ein Niveau von ca. 32m unter Gelände an-

steigt. Die überlagernden quartären Kiese enthalten ungespanntes Grundwasser des sog. oberen Grundwasserteilstockwerkes, das bei hohen Ständen ebenfalls bei etwa 32m u. Gel. ansteht.

Die dem genutzten tertiären Aquifer aufliegende Grundwasserüberdeckung besteht somit ab der Geländeoberfläche aus den sandigen Niederterrassenkiesen und ab etwa 20 - 22m aus den älteren Hochterrassenschottern, welche einzelne dünne Nagelfluheinschaltungen sowie Sand- und Schlufflagen aufweisen. In einem Tiefenniveau von ca. 42 – 50m, gemäß den geophysikalischen Ergebnissen teilweise bis 60m, üben sandig- schluffige Zwischenlagen eine Deckschichtenfunktion aus für das in den darunter liegenden Tertiärkiesen abströmende Grundwasser.

Ab einer Linie GWM 4 - Brunnen 1 und 2 (alt) der Gemeinde Kastl – Grundwassermessstellen P1H/T nimmt der Flurabstand des Grundwassers deutlich ab. Hier paust sich die Hochlage der stauenden Tertiärmergel unmittelbar auf das Grundwassergeschehen durch. Der Flurabstand liegt an GWM 94 bei etwa 20m und zeigt kiesig- sandigen Deckschichtenaufbau.

Weiter westlich mit dem Ansteigen der Geländeoberfläche an der Terrassenkante zu den über Tage anstehenden Hochterrassenschottern ergibt sich wieder ein Grundwasserflurabstand von ca. 30m bis zu 37m. Die dort durchgeführten Rammkernsondierungen belegen eine mehrere Meter mächtige, gut schützende Lößlehmdecke auf den quartären Hochterrassenkiesen (**Anlage 8/9**). Die Deckschichtenmächtigkeit für das obere Grundwasserteilstockwerk in den quartären Kiesen korreliert im Einzugsgebiet der Brunnen mit dem Flurabstand des oberen ungespannten Grundwasservorkommens.

Für die Bewertung der Belastungsempfindlichkeit des Grundwassers sind die Eigenschaften der den Aquifer überdeckenden Böden sowie ihre Mächtigkeiten maßgeblich. Danach muss im nahen Einzugsgebiet der Brunnen von einer mittleren bis hohen Belastungsempfindlichkeit für das Grundwasser des oberen Grundwasserteilstockwerkes ausgegangen werden. Die anstehenden Bodenschichten ermöglichen hier eine schnelle Durchsickerung der Deckschichten und damit auch schnelle Einträge von Schadstoffen. Im weiteren Einzugsgebiet nimmt mit dem Anstieg zur Hochterrassenebene die Belastungsempfindlichkeit für das quartäre Grundwasser ab.

Für das verfilterte untere Grundwasserteilstockwerk bewirken die sandig- schluffigen Zwischenschichten einen erhöhten Schutz, trotz ihrer semipermeablen Ausbildung und ihrer vermutlich nicht flächendeckenden Verbreitung. Dies wird belegt durch den unterschiedlichen Chemismus in den beiden Teilstockwerken (siehe Anhang, Bericht zur Standorterkundung).

5.6 Grundwasserströmungsverhältnisse

Die Bestimmung der großräumigen Fließrichtung des Grundwasservorkommens im Öttinger Forst kann anhand einer großen Anzahl von Grundwassermessstellen und Brunnen erfolgen. Vom Wasserwirtschaftsamt Traunstein wurden dazu vier Messkampagnen durchgeführt, die den

Öttinger Forst abdecken. Die Grundwassersituation für den Zeitpunkt Anfang Februar 2009 ist auf **Anlage 6/1** dargestellt. Die damals für die Fließrichtung verwendeten Wasserstände sind zum Teil Mischwasserspiegel des quartären und tertiären Grundwasserteilstockwerkes, da die vorhandenen tieferen Messstellen und Brunnen, ebenso wie die inzwischen vom Brunnen 1 neu überbohrte Versuchsbohrung VB 1 Kastl beide Stockwerke verfiltern. Aufgrund der aktuellen Erkenntnisse ergeben sich daraus aber keine verfälschten Ergebnisse, da der Druckwasserspiegel des halbgespannten unteren Grundwasserteilstockwerkes nur um wenige cm (maximal 10 - 15cm) vom oberen, ungespannten quartären Grundwasserteilstockwerk abweicht.

Zur genauen Bestimmung der Fließrichtung wurden im Zuge der Standortfestlegung der Brunnen die Messstellen GWM 1 und GWM 4 neu erstellt und im belastungsempfindlicheren oberen (quartären) Grundwasserteilstockwerk mit Filter- und Aufsatzrohren ausgebaut. Zusätzlich können die vorhandenen Messstellen Br. Jägerhaus (= GWM 24), GWM 107, 108, GWM 110 und P1H verwendet werden. Die Messstelle GWM 2, die an der ehemaligen Altlastenverdachtsfläche Jägerhäusl angeordnet wurde, erfasst einen höheren Grundwasserspiegel eines lokal vorhandenen schwebenden Grundwasserstockwerkes und wurde deshalb für die Fließrichtungsbestimmung nicht herangezogen. Entsprechend den Isohypsenkonstruktionen auf **Anlagen 6/2** und **6/3** zeigt sich unter Einbeziehung aller Wasserspiegel, dass die Brunnenstandorte aus südlicher bis südwestlicher Richtung angeströmt werden. Das Grundwassergefälle weist von den neuen Brunnen nach Süden zunächst ein relativ geringes Gefälle von 3,3 – 3,5‰ auf. In Richtung zu den Brunnen 1 und 2 Kastl (alt) dreht die Fließrichtung nach Westen bei gleichzeitiger Gefälleversteilung auf etwa 1,1‰.

6 Hydrogeologische Kennwerte

6.1 Pumpversuche

Pumpversuch im Brunnen Kastl 1 neu

Der Leistungspumpversuch im Brunnen Kastl 1 neu wurde in der Zeit vom Dienstag 21.04., 10⁰⁰ bis Montag 27.04.2020, 11⁰⁰ über eine Zeitdauer von 145 Stunden gefahren. Zur Zeit des Pumpversuches lagen mittlere Wasserstände im Wassergewinnungsgebiet vor.

Zu Beginn des Pumpversuches lag der Ruhewasserspiegel bei 32,84m u. MP (Messpunkt = OK eingemessenes Gelände). Dies entspricht einer Grundwassermächtigkeit H von 77,15m. Die Aquifermächtigkeit der verfilterten Tertiärkiese beträgt anhand des Bodenprofiles 60m. Die Messungen des Wasserspiegels erfolgten in den beiden Peilrohren DN 50 zum einen mit Datenlogger und zum anderen als Kontrolle zusätzlich per Hand mit dem Lichtlot.

Vor, während und nach dem Pumpversuch wurde der Wasserstand im Brunnen 1 und im ca. 200m entfernten Versuchsbrunnen VB 2 (= Standort des Brunnens Kastl 2 neu) kontinuierlich

gemessen. Die Wasserstände in den Messstellen GWM 1 und GWM 2 wurden mehrmals am Tag mit dem Lichtlot gemessen.

Es wurden vier Leistungsstufen mit 20, 40, 60 und 50 l/sec gefahren, wobei die Pumpstufen I – III jeweils über 24 Stunden und die Pumpstufe IV bis zum Pumpversuchsende betrieben wurden. In jeder Leistungsphase wurde ein Beharrungszustand erreicht.

Der Wiederanstieg des Grundwasserspiegels erfolgte nach Abschalten der Pumpe sehr schnell, d.h. innerhalb weniger Minuten bis fast zum Ausgangswasserspiegel. Nach etwa einer halben Stunde ging der Anstieg in einen asymptotischen Kurvenverlauf über. Der Wiederanstieg wurde über einen Zeitraum von 24 Stunden beobachtet. Nach 1 Stunde war praktisch kein Anstieg des Wasserspiegels mehr messbar und der Wasserspiegel lag im Niveau des ursprünglichen Ruhewasserstandes.

Während des Pumpversuches wurde der Versuchsbrunnen VB 2 kontinuierlich und die Grundwassermessstellen GWM 1 und GWM 2 mehrmals täglich gemessen. Während des 6-tägigen Pumpversuches sank in VB 2 der Grundwasserspiegel entsprechend der Entnahmeleistung von Brunnen 1 mit geringer Zeitverzögerung ab, allerdings nur um wenige Zentimeter. Bei der Entnahmeleistung von 50 l/s wurde in VB 2 ein Absenkbetrag von 0,12m registriert. Die Messstellen GWM 1 und 2 reagierten nicht auf den Grundwasserentnahmebetrieb.

Der Verlauf der Grundwasserspiegel beim Pumpversuch und der schnelle Wiederanstieg weisen darauf hin, dass vom Brunnen 1 ein teilgespannter bis gespannter Grundwasserleiter verfiltert wurde. Das bestätigt die Ergebnisse der Voruntersuchungen, dass am Standort zwei Grundwasserteilstockwerke ausgebildet sind.

Förderleistung (Q)	Pumpdauer in Stunden	Absenkung (s_1) in m unter Ru- hegrundwasser	Beharrung erreicht + praktisch erreicht (+) nicht erreicht (-)
Ruhewasserspiegel			
Stufe I : 20,0 l/s	24	3,16	+
Stufe II : 40,0 l/s	24	8,48	+
Stufe III : 60,0 l/s	24	13,73	+
Stufe IV : 50,0 l/s	73	11,30	+

Tab. 8: Pumpversuchsdaten Br. 1

MP: OK Gelände = 415,95mNN

Nach den geophysikalischen Untersuchungen (Flow- Meter) ist davon auszugehen, dass die Durchlässigkeit der Tertiärschichten uneinheitlich ist und nach unten abnimmt. Die höchsten Zuflussraten wurden wie auch bereits im Versuchsbrunnen VB 2 festgestellt, im Tiefenbereich von 55,0 – 75,0m gemessen. Die obere produktive Filterstrecke liefert somit bereits 87% des Gesamtzuflusses. Berücksichtigt man diese Tatsache bei der Pumpversuchsauswertung ergeben sich mit den gemessenen Absenkbeträgen nach DUPUIT- THIEM (Auswertung ohne Beobachtungsmessstelle) folgende (wirksame) k_f Werte für die verfilterten tertiären Vollschorter:

	Pumpstufe I	Pumpstufe II	Pumpstufe III	Pumpstufe IV
Dauer des Pumpversuches	21.04. – 27.04.2020; 145 Std.			
Ruhewasserspiegel am 21.04.20 unter GOK = MP (OK Gelände:415,95mNN)	32,84m			
wirksame Grundwassermächtigkeit H (von 32,84 – 75m)	42,16m			
wirksame Aquifermächtigkeit m (von 50,0 – 75,0m)	25,00m			
Entnahmemenge Q	0,020 m ³ /sec	0,040 m ³ /sec	0,060 m ³ /sec	0,050 m ³ /sec
Absenkung s bei Q	3,16m	8,48m	13,73m	11,30m
abgesenkte wirksame Grundwassermächtigkeit h bei Q	39,00m	33,68m	28,43m	30,86
Bohrdurchmesser D	0,85m			
errechneter wirksamer Durchlässigkeitsbeiwert k_f n. DUPUIT-THIEM	$2,4 \cdot 10^{-4}$ m/s	$2,0 \cdot 10^{-4}$ m/s	$2,0 \cdot 10^{-4}$ m/s	$2,0 \cdot 10^{-4}$ m/s
Mittlerer wirksamer Durchlässigkeitsbeiwert k_f	$2,1 \cdot 10^{-4}$ m/s			
Reichweite der Absenkung n. SICHARDT	145 m	362 m	585m	475m
Transmissivität T	0,0053m ² /s			
Porosität n_f	0,18			

Tab. 9: Pumpversuchsauswertung Br. 1 unter Berücksichtigung der wirksamen Zuflusszonen aus den geophysikalischen Messungen

Die unter Berücksichtigung der tertiären Hauptzuflusszonen ermittelte mittlere Durchlässigkeit liegt danach für den produktiven Teil der erschlossenen Tertiärschotter im Br. 1 bei $k_f = 2,1 \cdot 10^{-4}$ m/sec.

Gemeinsamer Pumpversuch im Brunnen Kastl 2neu und Kastl 1neu

Der gemeinsame Leistungspumpversuch in den Brunnen Kastl 1 und 2 neu wurde in der Zeit vom Montag 13.07., 10⁰⁰ bis Montag 20.07.2020, 10⁰⁰ über eine Zeitdauer von 168 Stunden durchgeführt. Zur Zeit des Pumpversuches lagen mittlere Wasserstände im Wassergewinnungsgebiet vor.

Zu Beginn des Pumpversuches lag der Ruhewasserspiegel im Brunnen 2 bei 34,24m u. MP (Messpunkt = OK eingemessenes Gelände), im Brunnen 1 bei 32,72m. Dies entspricht beim Brunnen 2 einer Grundwassermächtigkeit H von 72,45m. Die Aquifermächtigkeit der verfilterten Tertiärkiese beträgt anhand des Bodenprofils 57,90m. Die Messungen des Wasserspiegels erfolgten im Br. 2 in den beiden Peilrohren DN 50 zum einen mit Datenlogger und zum anderen als Kontrolle zusätzlich per Hand mit dem Lichtlot.

Vor, während und nach dem Pumpversuch wurde der Wasserstand im Brunnen 2 und im ca. 200m entfernten Brunnen Kastl 1 neu sowie in der Messstelle VB 2 kontinuierlich gemessen. Die Wasserstände in den Messstellen GWM 1 und GWM 2 wurden mehrmals am Tag mit dem Lichtlot gemessen.

Der Pumpversuch wurde zunächst im Brunnen 2 begonnen, wobei in vier Leistungsstufen mit 20, 40, 60 und 50 l/sec gepumpt wurde. Die Pumpstufen wurden jeweils über 24 Stunden betrieben. Am 17.07.20 wurde um 10⁰⁰, d.h. nach einer Laufzeit des Pumpversuches von 96 Stunden der Br. 1 mit einer Leistung von 50 l/s zugeschaltet. Der gemeinsame Pumpversuch mit einer Pumpleistung von 2 x 50 l/s wurde dann bis zum Pumpversuchsende am Montag 20.07.2020, 10⁰⁰ über eine Zeitdauer von 72 Stunden betrieben. In jeder Leistungsphase wurde ein Beharrungszustand erreicht.

Der Wiederanstieg des Grundwasserspiegels erfolgte nach Abschalten der Pumpe sehr schnell, d.h. innerhalb weniger Minuten bis fast zum Ausgangswasserspiegel. Nach etwa einer halben Stunde ging der Anstieg in einen asymptotischen Kurvenverlauf über. Der Wiederanstieg wurde über einen Zeitraum von 24 Stunden beobachtet. Nach 1 Stunde war praktisch kein Anstieg des Wasserspiegels mehr messbar und der Wasserspiegel lag im Niveau des ursprünglichen Ruhewasserstandes.

Während des gemeinsamen Pumpversuches wurde der Versuchsbrunnen VB 2 kontinuierlich und die Grundwassermessstellen GWM 1 und GWM 2 mehrmals täglich gemessen. Während des 7-tägigen Pumpversuches sank in VB 2 der Grundwasserspiegel entsprechend der Entnahmelistung von Brunnen 2 mit geringer Zeitverzögerung ab. Am Ende des Pumpversuches mit einer Entnahme von 2 x 50 l/s lag der Wasserspiegel in VB 2, obwohl nur 9,60m von Br. 2 entfernt, bei 1,57m unter Ausgangswasserspiegel. Die Messstellen GWM 1 und 2 reagierten nicht auf den Grundwasserentnahmebetrieb. Die Zuschaltung des Br. 1 mit einer Förderleistung von 50 l/s wirkte sich im Brunnen 2 nur geringfügig mit einem zusätzlichen Absenkbetrag von ca. 20 - 25cm aus

Der Verlauf der Grundwasserspiegel beim Pumpversuch und der schnelle Wiederanstieg weisen darauf hin, dass vom Brunnen 2 ein teilgespannter bis gespannter Grundwasserleiter verfiltert wurde.

Förderleistung (Q)	Pumpdauer in Stunden	Absenkung im Br. 2 (s ₁) in m unter Ruhewasser	Absenkung im Br. 1 (s ₂) in m unter Ruhewasser	Beharrung erreicht + praktisch erreicht (+) nicht erreicht (-)
Ruhewasserspiegel in Br. 2		0,00	0,00	
Stufe I : 20,0 l/s	24	2,40	0,09	+
Stufe II : 40,0 l/s	24	6,71	0,15	+
Stufe III : 60,0 l/s	24	12,05	0,20	+
Stufe IV : 50,0 l/s	24	10,24	0,21	+
Zuschaltung Br. 1: 50 l/s				
Stufe IV : 50,0 + 50,0 l/s	72	10,53	9,68	+

Tab. 10/1: Pumpversuchsdaten Br. 2

MP: OK Gelände = 416,79mNN

Nach den geophysikalischen Untersuchungen (Flow- Meter) ist davon auszugehen, dass die Durchlässigkeit der Tertiärschichten uneinheitlich ist und nach unten abnimmt. Die höchsten Zuflussraten wurden im Tiefenbereich von 55,0 – 75,0m gemessen. Berücksichtigt man diese Tatsache bei der Pumpversuchsauswertung ergeben sich mit den gemessenen Absenkbeträgen nach DUPUIT- THIEM (Auswertung mit der Beobachtungsmessstelle VB 2) folgende (wirksame) k_f Werte für die verfilterten tertiären Vollsotter:

	Pumpstufe I	Pumpstufe II	Pumpstufe III	Pumpstufe IV
Dauer des Pumpversuches	13.07. – 17.07.2020; 96 Std.			
Ruhewasserspiegel am 13.07.20 unter OK GOK = MP (OK Gelände: 416,79mNN)	34,24m			
wirksame Grundwassermächtigkeit H (von 34,24 – 75m)	40,76m			
wirksame Aquifermächtigkeit m (von 50,0 – 75,0m)	25,00m			
Entnahmemenge Q	0,020 m ³ /sec	0,040 m ³ /sec	0,060 m ³ /sec	0,050 m ³ /sec
Absenkung s in Br. 2 bei Q	2,40m	6,71m	12,05m	10,24m
Absenkung s in VB 2 bei Q	0,61m	1,19m	1,70m	1,44m
abgesenkte wirksame Grundwassermächtigkeit h in Br. 2 bei Q	38,36m	34,05m	28,71m	30,52m
Abstand Br. 2 – VB 2	9,60m			
wirksamer Bohrdurchmesser D	0,85m			
errechneter Durchlässigkeitsbeiwert k_f n. DUPUIT-THIEM	$2,2 \cdot 10^{-4}$ m/s	$1,4 \cdot 10^{-4}$ m/s	$1,2 \cdot 10^{-4}$ m/s	$1,1 \cdot 10^{-4}$ m/s
Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert k_f	$1,5 \cdot 10^{-4}$ m/s			
Reichweite der Absenkung n. SICHARDT	88 m	246 m	442m	376m
Transmissivität T	0,0038m ² /s			
Porosität n_f	0,18			

Tab.10/2: Pumpversuchsauswertung Br. 2

Die unter Berücksichtigung der tertiären Hauptzuflusszonen ermittelte mittlere Durchlässigkeit liegt danach für den produktiven Teil der erschlossenen Tertiärschotter im Br. 2 bei $k_f = 1,5 \cdot 10^{-4}$ m/sec.

6.2 Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f - Werte)

Die Leistungspumpversuche in den Brunnen ergeben eine mittlere Durchlässigkeit der erschlossenen tertiären Kiese zwischen $k_f = 1,5$ bis $2,1 \cdot 10^{-4}$ m/s. Für die nachfolgenden Berechnungen zu den Einzugsgebietskenndaten und für die Fließzeitermittlungen wird ein durchschnittlicher Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 2,1 \cdot 10^{-4}$ m/s für die tertiären Vollsotter angesetzt. Der Wert stimmt gut überein mit den Ergebnissen aus der Versuchsbohrung VB 2 und den bisherigen geohydraulischen Ansätzen.

Die Durchlässigkeit der grundwasserführenden quartären Kiese des oberen Grundwasserteilstockwerkes kann aufgrund der Kornzusammensetzung und ihres geringeren Sandgehaltes mit einem höheren Wert angenommen werden. Erfahrungsgemäß weisen sie mit einem durchschnittlichen Wert von $k_f = 5 \cdot 10^{-3}$ m/s eine gute bis sehr gute Permeabilität auf.

6.3 Abstandsgeschwindigkeit

Für das obere quartäre Grundwasserteilstockwerk errechnet sich eine mittlere Abstandsgeschwindigkeit v_a im weiteren Brunnenzustrom, d.h. außerhalb des Wirkungsbereiches des Absenkttrichters bei einer angesetzten effektiven Porosität von $n_f = 22$ %, einem k_f – Wert von 0,005 m/sec und einem mittleren natürlichen Grundwasserspiegelgefälle von $I_{nat} = 3,4$ ‰ nach der Formel

$$v_a = \frac{k_f \cdot I_{nat}}{n_f} \text{ m/sec}$$

mit einem Wert von etwa **6,7m/d**. Im nahem Zustrom der Fassungsanlage ergeben sich infolge des durch den Absenkbetrieb erzeugten Trichters höhere Abstandsgeschwindigkeiten.

Für das untere tertiäre Grundwasserteilstockwerk mit dichter gelagerten Kiessanden errechnet sich die mittlere Abstandsgeschwindigkeit v_a im weiteren Brunnenzustrom bei einer angesetzten effektiven Porosität von $n_f = 18$ %, einem k_f – Wert von 0,00021 m/sec und einem mittleren natürlichen Grundwasserspiegelgefälle von $I_{nat} = 3,4$ ‰ mit einem Wert von etwa **0,35m/d**.

7 Anstrombereich und Einzugsgebiet der Brunnen

7.1 Anstrombereich im genutzten Grundwasserleiter

Kernbereich eines Grundwassereinzugsgebietes ist der fassungsnahe Anstrombereich, der bei Brunnen durch die Wasserentnahme aktiviert und gesteuert wird. Der unmittelbare Anstrombereich der beiden Brunnen besitzt unter Annahme isotroper und homogener Verhältnisse in Brunnennähe eine relativ einfache, elliptische Geometrie, die durch die geohydraulischen Parameter der Unteren Kulmination (x_u) und der Entnahmebreite (B) näherungsweise definiert wird.

In der Realität ist aber ein Grundwasserleiter mehr oder minder inhomogen und anisotrop, so dass die tatsächlichen Strömungspfade eines Wasserteilchens von der generellen Fließrichtung abgelenkt werden (Dispersion). Das natürliche Potentialfeld weist zudem ein Relief auf, das mit angemessenen Mitteln nicht erfassbar ist. Diesen Effekten, die mit wachsender Entfernung nach Oberstrom akkumulieren, kann mit einer Aufweitung des theoretischen Anstrombereiches Rechnung getragen werden. Für die quartären Schotter des oberen Grundwasserteilstockwerkes kann erfahrungsgemäß ein Öffnungswinkel von beidseitig etwa $7^\circ/2 = 3,5^\circ$ angesetzt werden.

Die Abgrenzung des belastungsempfindlicheren Brunneneinzugsgebietes im oberen (quartären) Grundwasserteilstockwerk kann anhand der gemessenen Grundwasserfließsituation vorgenommen werden. Aufgrund der halbdurchlässigen Trennschichten ist es dazu sinnvoll – obwohl die