

**Hydrogeologisches Gutachten
zur Ermittlung des Grundwassereinzugsgebietes
für den Brunnen I Burghart des
Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe**

Verfasser: Dipl.-Geol. Iris Mulitze-Baur

Projektnummer: I1364.A/I1153.A

Erstellt: Dezember 2023

Auftraggeber: Wasserzweckverband Rottenburger Gruppe

Am Wasserwerk 1
84056 Rottenburg a.d. Laaber
Tel. 08781/9413 0
Fax 08781/9413 30
info@rottenburger-gruppe.de

Bearbeitung: IGwU Ingenieurbüro für
Grundwasser und Umweltfragen GmbH

Bahnhofstraße 22
85570 Markt Schwaben
Tel. 08121/45937
Fax 08121/45923
igwu.gmbh@t-online.de
www.igwu-gmbh.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
2	Naturraumverhältnisse	7
2.1	Morphologischer und hydrographischer Überblick	7
2.2	Meteorologische Verhältnisse.....	7
2.3	Geologische Verhältnisse.....	10
2.4	Hydrogeologischer Überblick	15
3	Wasserrechtliche Situation und Ermittlung des Wasserbedarfs.....	17
3.1	Wasserrechtliche Situation Brunnen Burghart.....	17
3.2	Ermittlung des Wasserbedarfs, wasserrechtliche Genehmigungen	18
4	Beschreibung des Gewinnungsgebietes Burghart.....	25
4.1	Allgemeine und technische Beschreibung des Brunnen I Burghart.....	25
4.2	Grundwassermessstellen und Brunnen im näheren Einzugsgebiet des Brunnen I Burghart.....	27
4.3	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet	27
4.3.1	Lage der grundwasserführenden Schichten	27
4.3.2	Auswertung des Pumpversuches am Brunnen I Burghart	31
4.3.3	Ermittlung der Grundwasserströmungsverhältnisse	34
5	Ermittlung und Bewertung des Grundwassereinzugsgebiets.....	35
5.1	Ermittlung des Grundwassereinzugsgebiets des Brunnen I Burghart.....	35
5.2	Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung	37
5.3	Ermittlung des Grundwasserdargebots	41
5.4	Allgemeine Beurteilung der Flächennutzung im Einzugsgebiet	41
6	Beurteilung der hydrochemischen Zusammensetzung des Wassers am Standort des Brunnen I Burghart.....	42
6.1	Allgemeine chemisch-technische und mikrobiologische Beurteilung des Wassers aus dem Brunnen I Burghart und aus den Vorfeldmessstellen	43
6.2	Beurteilung der Nitrat- und Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im näheren Anstrombereich des Brunnen I Burghart	46
6.3	Beurteilung isotopenhydrologischer Untersuchungen	53
	Literaturverzeichnis	58

Tabellenverzeichnis:

- Tabelle 1: Stratigraphische Übersicht der oberen Süßwassermolasse im Untersuchungsgebiet (verändert aus UNGER 1989)
- Tabelle 2: Jährliche Entnahmemengen aus den Gewinnungsgebieten des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe im Zeitraum von 2002 bis 2022
- Tabelle 3: Jährliche Entnahmemengen aus den Gewinnungsgebieten des WZV Rottenburger Gruppe, Fremdbezug, verkaufte Wassermengen, Eigenverbrauch sowie Verluste (nach Merkblatt 1.8/2, Anlage 2, des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT 2018) im Versorgungsgebiet des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe im Zeitraum von 2002 bis 2022
- Tabelle 4: Wasserrechtlich genehmigte Ableitungs- und Entnahmemengen aus den Wassergewinnungsanlagen des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe
- Tabelle 5: Zusammengefasste hydrogeologische und ausbautechnische Daten zum Brunnen I Burghart
- Tabelle 6: Angaben zur Lage der Brunnen, der Erkundungsbohrung und der Grundwassermessstellen sowie zur Lage der grundwasserführenden Schichten im näheren Untersuchungsgebiet
- Tabelle 7: Daten zum Leistungspumpversuch am Brunnen I Burghart
- Tabelle 8: Stationäre Auswertung des Leistungspumpversuchs am Brunnen I Burghart nach DAHLHAUS
- Tabelle 9: Stationäre Auswertung des Pumpversuchs nach DUPUIT-THIEM für gespannte Verhältnisse am Brunnen I Burghart
- Tabelle 10: Wasserspiegelmessungen am 11.01.2017
- Tabelle 11: Ermittlung des Zustrombereichs zum Brunnen I Burghart
- Tabelle 12: Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung und Verweilzeit in den Deckschichten, ermittelt aus den Bohrprofilen von Brunnen und Grundwassermessstellen im näheren Umfeld des Brunnen I Burghart des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe
- Tabelle 13: Hydrochemische Zusammensetzung des Rohwassers aus dem Brunnen I Burghart sowie aus den Vorfeldmessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig
- Tabelle 14: Nitratkonzentration in mg/l in den einzelnen Grundwasserhorizonten in der Nördlichen Vollsotter-Abfolge an Grundwasseraufschlüssen im Untersuchungsgebiet (aus verschiedenen Probenahmen 2013-2023)
- Tabelle 15: Atrazinkonzentration [$\mu\text{g/l}$] in den einzelnen Grundwasserhorizonten in der Nördlichen Vollsotter-Abfolge an Grundwasseraufschlüssen im Untersuchungsgebiet (aus verschiedenen Probenahmen 2013-2023)

Tabelle 16: Desethylatrazinkonzentration [$\mu\text{g/l}$] in den einzelnen Grundwasserhorizonten in der Nördlichen Vollsotter-Abfolge an Grundwasseraufschlüssen im Untersuchungsgebiet (aus verschiedenen Probenahmen 2013-2023)

Tabelle 17: Ergebnisse der Isotopenbestimmungen im Wasser aus dem Brunnen I Burghart und der Versuchsbohrung VB zum Brunnen I Burghart

Anlagenverzeichnis:

- Anlage 1: Übersichtsplan mit Lage des Brunnen I Burghart
- Anlage 2a: Ausschnitt aus den digitalen geologischen Karten 1:25.000 Blatt 7337 Pfeffenhausen und Blatt 7338 Hohenthann (BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT 2018)
- Anlage 2b: Sedimentationsraum der Lithozone L1 (aus UNGER 1989)
- Anlage 2c: Sedimentationsraum der Lithozone L2 (aus UNGER 1989)
- Anlage 2d: Sedimentationsraum der Lithozone L3 (aus UNGER 1989)
- Anlage 2e: Sedimentationsraum der Lithozone L4 (aus UNGER 1989)
- Anlage 3a: Ausschnitt aus der Hydrogeologischen Karte 1:100.000, Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 13 Landshut (BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT 2007)
- Anlage 3b: Ausschnitt aus den Hydrogeologischen Karten 1:50.000 Blatt L 7336 Mainburg und Blatt L7338 Rottenburg a. d. Laaber, Blatt 1: Grundwassergleichen (BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT 2008)
- Anlage 3c: Ausschnitt aus der dHK 100 des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT, Stand 19.12.2023
- Anlage 4a: Lage des Brunnen I Burghart sowie weiterer Brunnen und Grundwassermessstellen
- Anlage 4b: Schichtenverzeichnisse und Ausbaupläne von Brunnen und Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet
- Anlage 5: Hydrogeologische Profilschnitte
- Anlage 6: Schematisches Blockbild zur Schichtfolge im Anstrombereich des Brunnen I Burghart
- Anlage 7a: Geophysikalische Bohrlochmessungen in der Grundwassermessstelle GwM 1 Dürnwind
- Anlage 7b: Geophysikalische Bohrlochmessungen in der Grundwassermessstelle GwM 2 Steig
- Anlage 8a: Grundwasserhöhengleichen in der Umgebung des Brunnen I Burghart, basierend auf den Ergebnissen der Stichtagsmessung vom 11.01.2017

- Anlage 8b: Grundwasserhöhenlinien nach der dHK 100 des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT, Fassung vom 19.12.2023, mit Ergebnissen der Stichtagsmessung vom 11.01.2017
- Anlage 9: Darstellung des Grundwassereinzugsgebiets des Brunnen I Burghart mit Darstellung der Bilanzdeckungsfläche
- Anlage 10a: Ausschnitt aus den Hydrogeologischen Karten im Maßstab 1:50.000 Blatt L 7336 Mainburg und Blatt L7338 Rottenburg a. d. Laaber, Blatt 2: Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (Bayer. Landesamt für Umwelt 2008)
- Anlage 10b: Gesteinsausbildung und Schutzfunktionseigenschaften der Deckschichten und Hydrogeologischen Einheiten (Tabellen aus der Hydrogeologischen Karte im Maßstab 1:50.000 Blatt L7336 Mainburg, Blatt 1: Grundlagen, Bayer. Landesamt für Umwelt 2008)
- Anlage 10c: Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung nach Hölting et al. (1995) anhand der Bohrprofile von Brunnen und Grundwassermessstellen im Umfeld des Brunnen I Burghart
- Anlage 10d: Ermittlung der Verweilzeit des Sickerwassers in den Deckschichten anhand der Bohrprofile von Brunnen und Grundwassermessstellen im Umfeld des Brunnen I Burghart
- Anlage 11: Darstellung der Flächennutzung im Grundwassereinzugsgebiet des Brunnen I Burghart
- Anlage 12: Darstellung der Leitfähigkeit und ausgewählter Haptionen im Wasser aus dem Brunnen I Burghart sowie den Vorfeldmessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig für den Zeitraum von 2016 bis 2023
- Anlage 13a: Hydrogeologischer Profilschnitt A mit Nitratgehalten im Grundwasser der einzelnen Grundwasserhorizonte
- Anlage 13b: Hydrogeologischer Profilschnitt B mit Nitratgehalten im Grundwasser der einzelnen Grundwasserhorizonte
- Anlage 13c: Hydrogeologische Profilschnitte mit Nitratkonzentrationen im Mischwasser aus dem Brunnen I Burghart und den Grundwassermessstellen in den Jahren 2016 und 2023 bzw. 2019
- Anlage 13d: Hydrogeologische Profilschnitte mit Atrazin- und Desethylatrazinkonzentrationen im Mischwasser aus dem Brunnen I Burghart und den Grundwassermessstellen in den Jahren 2016 und 2023 bzw. 2019
- Anlage 14: Darstellung ausgewählter chemischer Inhaltsstoffe des Wassers aus dem Brunnen I Burghart, den Vorfeldmessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig sowie den Grundwassermessstellen Egg T1 und Egg T2 von 2016 bis 2023

1 Einleitung

Der Wasserzweckverband Rottenburger Gruppe, im Folgenden WZV Rottenburger Gruppe, nutzt derzeit insgesamt 12 Tiefbrunnen in den Gewinnungsgebieten Pattendorf, Baldershausen, Hohenthann, Burghart, Neufahrn, Offenstetten und Rottenburg - Scharmühle zur Versorgung des Verbandsgebietes mit Trink- und Brauchwasser. In den im südlichen Verbandsgebiet liegenden Brunnen Hohenthann I und II wurden ansteigende Nitrat- und Pflanzenschutzmittelkonzentrationen im geförderten Grundwasser festgestellt.

Zur Sicherung der Trinkwasserversorgung im südlichen Verbandsgebiet wurde im Frühjahr 2013 ca. 3 km nordöstlich der Ortschaft Pfeffenhausen in der Nähe des Weilers Burghart eine Versuchsbohrung niedergebracht. Im Winter 2013 wurde rund 9,5 m östlich der Versuchsbohrung der Brunnen I Burghart erstellt (siehe Anlage 1). Durch den bis 121 m unter GOK ausgebauten Brunnen werden tertiäre Sande und Kiese als Grundwasserleiter erschlossen.

Mit Bescheiden des Landratsamtes Landshut vom Dezember 2017 und Dezember 2020 wurde dem WZV Rottenburger Gruppe eine bis 31.12.2025 befristete Erlaubnis erteilt, aus dem Brunnen I Burghart Grundwasser zur öffentlichen Trink- und Brauchwasserversorgung Zutage zu fördern.

Die IGwU GmbH wurde vom Wasserzweckverband Rottenburger Gruppe mit den Arbeiten zur Erstellung der für eine langfristige Erlaubnis notwendigen wasserrechtlichen Antragsunterlagen für das Entnehmen und Zutagefördern aus dem Brunnen I Burghart sowie auf Festsetzung eines Trinkwasserschutzgebiets beauftragt.

Zur Ermittlung der geologischen, hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnisse vor allem im Hinblick auf die Belastungen mit Nitrat und Pflanzenschutzmitteln im Grundwassereinzugsgebiet wurden im Anstrombereich des Brunnens I Burghart im Herbst 2016 zwei Vorfeldmessstellen, GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig, errichtet. Die Planung und Bauleitung der Messstellenerrichtung lagen bei der IGwU GmbH. Die Ergebnisse sind in dem „Bericht zur Erstellung der Grundwassermessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig des Zweckverbandes zur Wasserversorgung der Rottenburger Gruppe“ der IGwU GmbH vom 16.01.2017 dargestellt.

Das vorliegende Gutachten beinhaltet die Ermittlung des Grundwassereinzugsgebietes des Brunnen I Burghart.

2 Naturraumverhältnisse

2.1 Morphologischer und hydrographischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet mit dem Brunnen I Burghart liegt östlich des Marktes Pfeffenhausen, nordöstlich von Obersüßbach und westlich der Kreisstraße LA 12 im nordöstlichen Landkreis Landshut.

Aus naturräumlicher Sicht gehört das Untersuchungsgebiet dem Tertiären Hügelland, das Teil des Süddeutschen Molassebeckens ist, an.

Der Brunnen I Burghart befindet sich mit einer Geländehöhe von ca. 480 m ü. NN auf einem von Südwesten nach Nordosten verlaufenden leichten Höhenrücken, der sich parallel zu dem Tal der Großen Laber im Westen (Geländehöhen von ca. 430 m ü. NN) und der Kleinen Laber im Osten (Geländehöhen von ca. 440 m ü. NN) erstreckt und zugleich die oberirdische Wasserscheide zwischen diesen beiden regionalen Vorflutern bildet.

Die Kleine Laber entspringt ca. 2,5 km südlich des Brunnens auf einer Höhe von ca. 470 m ü. NN. Ungefähr 1 km nordöstlich des Brunnen I Burghart entspringt auf ca. 450 m ü. NN der Aumerer Bach, der nach Nordwesten in die Große Laber entwässert. Weitere Quellaustritte sind südöstlich von Limbach auf ca. 455 m ü. NN, östlich von Burghart auf ca. 477 m ü. NN und im Bereich Steig/Dürnwind zwischen ca. 470 und ca. 490 m ü. NN vorhanden. Großräumig entwässert die Region zur Donau.

2.2 Meteorologische Verhältnisse

Die meteorologischen Verhältnisse werden durch die Lage im gemäßigt humiden Klimabereich geprägt. Das Klima ist durch niederschlagsreiche Sommer und niederschlagsarme Winter geprägt.

Langjährige Daten zur flächenhaften Verteilung der meteorologischen Daten liegen vom vom BAYERISCHEN LANDESAMT FÜR UMWELT (2018) vor. Aus den vorliegenden Daten wurde der 30-jährige Zeitraum von 1989 bis 2018 ausgewertet.

Der unterirdische Abfluss A_u , der der langfristigen Grundwasserneubildung entspricht, ergibt sich aus der hydrologischen Bilanz:

$$A_u = N - V_p - A_o$$

mit A_u = unterirdischer Abfluss (Grundwasserneubildung)
 N = Niederschlag
 V_p = potentielle Verdunstung
 A_o = oberirdischer Abfluss (Gesamtabfluss)

Nach den Karten zur Wasserwirtschaft des BAYERISCHEN LANDESAMT FÜR UMWELT (2018) wird der mittlere Jahresniederschlag der Jahre 1989 bis 2018 für den Bereich des Untersuchungsgebietes mit >750 bis 850 mm/a angegeben.

Die mittlere jährliche Verdunstung für die Jahre 1989 bis 2018 liegt nach Angaben des BAYERISCHEN LANDESAMT FÜR UMWELT (2018) für den Großteil des Untersuchungsgebietes zwischen >400 bis >600 mm/a.

Nach diesen Daten liegt der mittlere jährliche Gesamtabfluss (A_o), der sich aus ober- und unterirdischem Abfluss zusammensetzt für den Zeitraum 1989 bis 2018 im Großteil des Untersuchungsgebietes zwischen 200 und 300 mm/a.

Der oberirdische Abfluss (A_o) ist die Wassermenge, die bei Niederschlägen den Gewässern direkt oder nach einer nur kurzen Bodenpassage zufließt. Zu oberirdischem Abfluss kommt es dann, wenn der Niederschlag nicht vollständig versickert und dann in Abhängigkeit von der Hangneigung und dem Mikrorelief unterschiedlich schnell direkt dem nächsten Vorfluter zufließt. Die Versickerbarkeit des Niederschlages hängt von der Wasserleitfähigkeit des Bodens und der Niederschlagsintensität ab.

Im Untersuchungsgebiet sind in den oberflächennahen Bereichen zum Großteil feinkörnig ausgebildete gering durchlässige Sedimente vorhanden, auf denen ein relativ hoher Oberflä-

chenabfluss zu erwarten ist. Dies wird durch die zahlreich vorhandenen Bäche und Gräben belegt. Demnach ist davon auszugehen, dass ein beträchtlicher Teil des Gesamtabflusses als oberirdischer bzw. oberflächennaher Abfluss nicht für die Grundwasserneubildung im genutzten tertiären Grundwasserleiter zur Verfügung steht.

Nach den Karten des BAYERISCHEN LANDESAMT FÜR UMWELT (2018) liegt die mittlere jährliche Grundwasserneubildung für die Jahre 1989 bis 2018 für den Großteil des Untersuchungsgebietes im obersten Grundwasserleiter zwischen ≤ 25 bis maximal 200 mm/a.

Die Grundwasserneubildung kann in Bereichen, in denen wie im Untersuchungsgebiet geringdurchlässige Sedimente verbreitet sind, über eine statistische Auswertung von gewässerkundlichen Hauptzahlen (WUNDT 1953) abgeschätzt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass der MNQ (mittlerer Niedrigwasserabfluss) dem langjährigen mittleren Grundwasserabfluss entspricht.

Für die Abschätzung des Grundwasserabflusses wurde der an der Kleinen Laber liegende Pegel „Grafentraubach“ herangezogen, der auch repräsentativ für das Gebiet angenommen werden kann. Aufgrund eines mittleren Niedrigwasserabflusses von $0,936 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zeitraum 1979 bis 2020) bei einem oberirdischen Einzugsgebiet von $243,2 \text{ km}^2$ berechnet sich ein Grundwasserabfluss von rund $3,85 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, entsprechend ca. 120 mm/a.

In der Hydrogeologischen Karte von Bayern 1:500.000 des BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR UMWELTSCHUTZ (2009) ist für die nähere Umgebung des Brunnens eine mittlere Grundwasserneubildung im obersten Grundwasserleiter von ca. 100 bis 150 mm/a, entsprechend $3,2$ bis $4,8 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ dargestellt.

Die oben angegebenen Zahlen beziehen sich auf den obersten Horizont des Grundwasserleiters, für den die mittlere Grundwasserneubildung nach Angaben des Wasserwirtschaftsamtes Landshut im Bereich des Untersuchungsgebietes auf ca. 115 mm/a abgeschätzt werden kann.

Aufgrund des stockwertartigen Aufbaus des Grundwasserleiters mit zwischengelagerten Trennschichten ist davon auszugehen, dass die Grundwasserneubildung für die im Brunnen I Burghart erschlossenen unteren Grundwasserhorizonte deutlich geringer ist. Es ist mit einer

Reduzierung der Neubildung in den unteren Horizonten von ca. 50 % zu rechnen. In Abstimmung mit dem BAYERISCHEN LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Schreiben vom 19.01.2022, AZ 93-4532.1-21642/2022) erscheint für das Untersuchungsgebiet eine Grundwasserneubildungsrate im vom Brunnen I Burghart erschlossenen Grundwasserleiter von ca. 58 bis 80 mm/a plausibel.

Aufgrund der Vielzahl der relevanten Parameter und der teilweise hohen kleinräumigen Variabilität ist gerade für den im vorliegenden Fall genutzten mittleren und unteren Horizont des tertiären Hauptgrundwasserleiters eine exakte Bestimmung der Grundwasserneubildungsrate nicht möglich.

Abschließend wird aus den gesamten o.g. Erhebungen für das Untersuchungsgebiet eine mittlere Grundwasserneubildungsrate für den genutzten Grundwasserleiter von etwa 70 mm/a, entsprechend ca. 2,2 l/s·km² angenommen.

2.3 Geologische Verhältnisse

Geologisch gesehen liegt das Untersuchungsgebiet im Tertiär-Hügelland des Süddeutschen Molassebeckens mit teilweise von dünnen quartären Deckschichten bedeckten tertiären Lockergesteinen. Das Tertiär ist durch ein ausgeprägtes Oberflächenrelief (Rinnenstrukturen und Höhenrücken) gekennzeichnet.

In weiten Bereichen des Untersuchungsgebiets steht die aus fein- bis grobklastischen Sedimenten (Tone, Schluffe, Sande und Kiese) aufgebaute Obere Süßwassermolasse (OSM) an der Oberfläche an. Die im Mittel- und Obermiozän stattgefundenene Einschüttung der Gesteine ist gerade in Ost- bzw. Südostbayern räumlich sehr unterschiedlich erfolgt. In Teilen werden die tertiären Sedimente von geringmächtigen quartären Ablagerungen überdeckt.

Die geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet sind in den digitalen Geologischen Karten von Bayern 1:25.000, Blatt 7337 Pfeffenhausen und Blatt 7338 Hohenthann (Hrsg. BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT 2018) dargestellt (siehe Anlage 2a).

Tertiär:

Obere Süßwassermolasse (OSM)

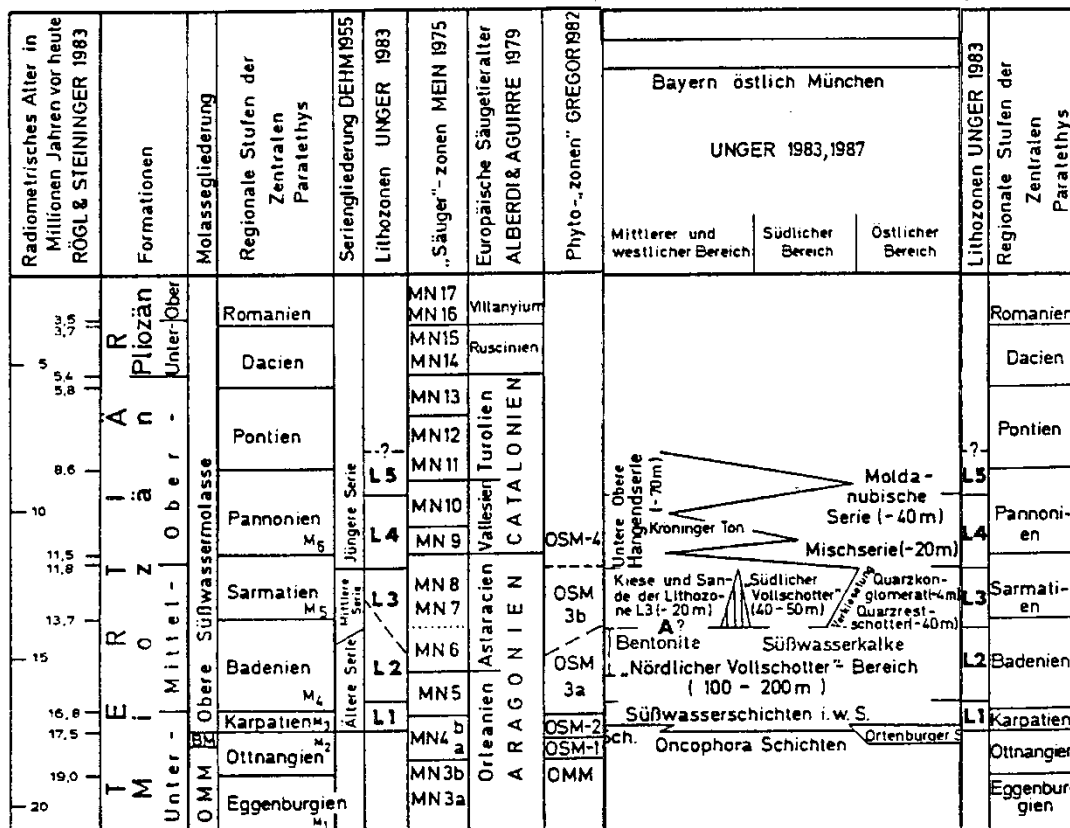
Charakteristisch für das Ablagerungsmilieu der Oberen Süßwassermolasse (OSM) ist ein kleinräumiger und dadurch häufiger vertikaler sowie horizontaler Wechsel von grob- und feinkörnigen Sedimenten mit unterschiedlichen Wasserdurchlässigkeiten.

UNGER (1989) hat die limnofluviatilen Sedimentabfolgen der Oberen Süßwassermolasse des nördlichen Alpenvorlandes in fünf Lithozonen (L1 bis L5, siehe Tab. 1) unterteilt. In den Anlagen 2b bis 2e sind die einzelnen Sedimentationsräume der Lithozonen L1 bis L5 (aus UNGER 1989) ersichtlich. Die Gliederung erfolgte nach schwermineralanalytischen Kriterien. Definitionsgemäß werden diejenigen Grobklastika einer Lithozone zugeordnet, die entsprechend ihrer Schwermineralvergesellschaftung einem Schüttungszyklus innerhalb der Oberen Süßwassermolasse zuzuordnen sind (UNGER 1989).

Tabelle 1: Stratigraphische Übersicht der oberen Süßwassermolasse im Untersuchungsgebiet (verändert aus UNGER 1989)

Lithozone L1 (Oberes Ottnang – Karpat – Unteres Baden)

Die Obere Süßwassermolasse beginnt im Untersuchungsgebiet mit den Süßwasserschichten



i.w.S. (Fluviatile Untere Serie, Oberes Ottnang?– Karpat), die der „Südfazies“ nach UNGER & BAUBERGER (1991) zuzurechnen sind. Sie gliedern sich nach GRIMM (1957) in die Limnischen Süßwasserschichten (Oberes Ottnang – Karpat) und in die Fluviatilen Süßwasserschichten (oberer Teil des Karpat - ?Unteres Baden). Letztere sind durch eine Erosionsdiskordanz von den Limnischen Süßwasserschichten getrennt (UNGER 1989).

Petrographisch handelt es sich bei den Limnischen Süßwasserschichten um grünlichgraue, teils stärker feinsandige, teils schluffige Mergel mit einzelnen Kohlezwischenlagen mit einer Gesamtmächtigkeit von bis zu mehr als 80 m (UNGER 1983).

Die darüber folgenden Fluviatilen Süßwasserschichten sind als Tone und Mergel mit unterschiedlichen Schluff- und Sandanteilen mit einzelnen Kiesgeröllen anzusprechen. Sie enthalten auch Zumischungen von Kristallinersatz aus dem Moldanubikum (UNGER & BAUBERGER 1991). Die Schüttung der Fluviatilen Süßwasserschichten kam von Süden mit geringer Beeinflussung aus dem Norden. Sie orientieren sich in ihrer Lagerung an einem Relief an der Oberkante der Limnischen Süßwasserschichten bzw. füllen, besonders nördlich der Vils, Erosionsformen in den Limnischen Süßwasserschichten aus. Nach ihrer Ausbildung und Lagerung ist auf eine Sedimentation in einem Flusssystem mit Sandbänken zu schließen, in dem bei wechselnden Hauptströmungsrinnen bei ständiger Umlagerung weichere Gerölle zerstört und feinklastische Bestandteile abtransportiert wurden (UNGER 1983).

In der digitalen Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Blätter 7337 Pfeffenhausen und 7338 Hohenthann (Hrsg. BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT 2018) sind diese Sedimente als „Fluviatile Untere Serie bzw. fluviatile Süßwasserschichten, bestehend aus feinkörnigen Sedimenten, hauptsächlich helle grün- bis blaugraue Tonmergel mit wechselndem Schluffgehalt“ kartiert und haben grundwasserstauende Funktion im Untersuchungsgebiet.

In der Bohrung zum Brunnen I Burghart wurden die fluviatilen Süßwasserschichten von 121 bis 123 m unter Gelände mit einer Mächtigkeit von 2 m erbohrt. In der Versuchsbohrung zum Brunnen Burghart wurden diese von 121 m unter Gelände bis zur Endteufe bei 202 m unter Gelände mit einer Mächtigkeit von 81 m angetroffen.

Die Süßwasserschichten werden im Untersuchungsgebiet von der Nördlichen Vollschotter-Abfolge überlagert.

Lithozone L2 (Unteres Baden - Unteres Sarmat) und Lithozone L3 (Sarmat)

Die Lithozone L2 umfasst nach UNGER (1989) im ostniederbayerischen Raum eine grobklastische Schüttung mit feinkörnigen Zwischenlagen und zunehmend feinkörnigerem Habitus in ihrem höheren Teil. Namengebend für die Nördliche Vollschotter-Abfolge ist der überwiegende Aufbau aus stark sandigen Kiesen und Kieseln. Dieser Sedimentkomplex kann Mächtigkeiten bis zu 200 m erreichen.

Die Schüttung der Nördlichen Vollschotter-Abfolge erfolgte von Südosten aus in das Molassebecken, mit wechselnden Hauptschüttungsrinnen, häufigen Erosionen und Umlagerungen im Becken selbst und Wiederaufschotterungen (UNGER 1989). Die in ihrem tieferen Teil sehr grobkörnige Schüttung (Durchmesser bis zu 30 cm) wird gegen ihre Ränder im Norden, Süden und Westen zunehmend feinkörniger. In Stillwasserbereichen geht die fluviatile Fazies in eine limnisch-fluviatile über. Am Nordrand des ostbayerischen Molassebeckens wird die Lithozone L2 daher von feinkörnigen Sedimenten vertreten, die zum Teil der limnischen Randfazies der Grobschotterschüttung, zum Teil dem von Norden stammenden Braunkohlentertiär i.w.S. zuzuordnen sind. Innerhalb der grobklastischen Sedimente können lagige oder linsige Einschaltungen von Feinsedimenten in Form von Mergeln, Sandmergeln und Kalkmergeln sowie Süßwasserkalkeinschaltungen auftreten.

Die Lithozone L3 umfasst die Ablagerungen eines Schüttungszyklus, der in zwei Ästen in das Molassebecken vorstieß (UNGER 1989). Im nördlichen Ablagerungsbereich, in dem sich das Untersuchungsgebiet befindet, wurden aufgearbeitete Grobklastika der Lithozonen L1 und L2 als die sog. „Quarzrestschotter“ resedimentiert. Die grobklastischen Sedimente der Mittleren Serie, die an anderer Stelle auch unter der Bezeichnung Südlicher Vollschotter bekannt sind, zeigen meist kleinere Korndurchmesser als die Nördlichen Vollschotter und haben ein ausgeprägtes Maximum bei mittleren Korndurchmessern. Sie unterscheiden sich ansonsten in hydrogeologischer Sicht nicht von der Lithozone L2. Eine Unterscheidung der Zyklen L2 und L3 bzw. eine Einschätzung, ob im Bereich des Brunnen I Burghart Kiese dieser Lithozone zugerechnet werden können, kann anhand des Bohrprofils des Brunnen I Burghart nicht

getroffen werden. Zusammenfassend werden diese grobklastischen Sedimente als Nördliche Vollschotter-Abfolge bezeichnet.

In der digitalen Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Blatt 7337 Pfeffenhausen und Blatt 7338 Hohenthann (Hrsg. BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT 2018) sind diese Sedimente in den Blattgebieten als „Nördliche Vollschotter-Abfolge vorwiegend grobkörnige Ablagerungen, hauptsächlich stark sandige Kiese und Kiese“ ausgewiesen. Im Blattgebiet 7338 Hohenthann erfolgt eine lokale Unterscheidung in einen sog. Oberen Teil und einen sog. Unteren Teil. Die Nördliche Vollschotter-Abfolge bildet den Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsgebiet;

In der Bohrung zum Brunnen Burghart I wurden die Sedimente von ca. 41 m unter Gelände bis ca. 121 m unter Gelände der Nördlichen Vollschotter-Abfolge zugeordnet.

Lithozone L4 (Oberes Sarmat - Pannon)

Auf den Ablagerungen der Lithozone L3 folgen die Sedimente der Lithozonen L4. Dabei umfasst die Bezeichnung L4 die Untere Hangendserie, sowie die Misch- und die Moldanubische Serie. Bei der Unteren Hangend- bzw. Misch- oder Moldanubische Serie handelt es sich um klastische Sedimente, die überwiegend aus dem alpinen Bereich geschüttet wurden. Die Gesteinsfolge der Lithozone 2 ist eine Abfolge von Fein- bis Mittelkies mit mehr oder weniger schluffigen Fein- bis Grobsanden sowie Schluff und Tonmergel als Zwischenmittel.

In der digitalen Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Blatt 7337 Pfeffenhausen und Blatt 7338 Hohenthann (Hrsg. BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT 2018) sind dies die als „Jüngere Obere Süßwassermolasse (Mischserie bzw. Moldanubische Serie), bestehend aus mehr oder weniger sandigen Fein- bis Mittelkiesen, Sanden und Feinsedimenten; je nach Korngröße eher kleinräumig begrenzte Schichtwasserhorizonte“ kartierten Vorkommen. Sie bestehen aus z.T. gering durchlässigen Deckschichten über dem Hauptgrundwasserstockwerk im Untersuchungsgebiet.

In der Bohrung zum Brunnen Burghart I wurden die Sedimente bis ca. 41 m unter Gelände der Misch- bzw. Moldanubischen Serie zugeordnet.

Quartär:

Die Ablagerungen des Tertiärs werden in weiten Bereichen des Untersuchungsgebiets von pleistozänem Löß und Lößlehm überlagert. In den Taleinschnitten im tertiären Hügelland sind meist polygenetische Talfüllungen anzutreffen. Im Brunnen I Burghart kann der oberste Meter des angetroffenen Schichtprofils als Lößlehm angesprochen werden.

Abschwemmmassen finden sich an den Hängen der größeren Täler wie im Tal der Großen Laber. Hier stehen auch geringmächtige quartäre Flussablagerungen in Form von sandigen Kiesen oder Lehm an.

2.4 Hydrogeologischer Überblick

Für die regionale Trinkwasserversorgung im Untersuchungsgebiet sind lediglich die tertiären Ablagerungen von Bedeutung. In den tertiären Schichten der Oberen Süßwassermolasse ist regional ein zusammenhängendes Grundwasserstockwerk ausgebildet.

Der Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsgebiet wird von der hier flächig verbreiteten Nördlichen Vollsotter-Abfolge der Oberen Süßwassermolasse gebildet. Diese besteht aus einer Wechselfolge von Sand-, Kies-, Schluff- und Tonlagen. Die aus Quarz-dominierten Kiesen bestehenden grundwasserführenden Schotter weisen einen relativ hohen Gehalt an feinkörnigen Sedimenten auf. Durch die Sedimentation im limnisch-fluviatilen Milieu können sich die Ablagerungsbedingungen sowohl horizontal als auch vertikal kleinräumig ändern. Das hat sowohl horizontal als auch vertikal eine starke Verzahnung von durchlässigen und weniger durchlässigen Sedimenten zur Folge. Dennoch sind z.T. durchgehende, grundwasserführende Schotterlagen vorhanden.

Entsprechend dem hohen Anteil an feinkörnigen Schichten ergeben sich relativ geringe k_f -Werte, die in der Regel bei $1 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-5}$ m/s liegen; selten werden Werte von 10^{-4} m/s erreicht. Auf Grund der großen erschließbaren Mächtigkeiten können z.T. dennoch hohe Förderraten von über 50 l/s erzielt werden.

Im Bereich des Brunnen Burghart I gliedert sich der Hauptgrundwasserleiter in einen unteren, mittleren und oberen Horizont. Oberhalb dieses Hauptgrundwasserleiters sind in den Gestei-

nen der Misch- und Moldanubischen Serie des Tertiärs lokale Schichtwasservorkommen ausgebildet. Die Basis des erschlossenen Grundwasserleiters bilden im Untersuchungsgebiet die tonigen, schluffigen und sandigen Schichten der sog. Fluviatilen Unteren Serie bzw. der fluviatilen Süßwasserschichten aus dem Tertiär.

Die Gesamtmächtigkeit der Schichten des tertiären Hauptgrundwasserleiters in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge beträgt am Brunnen I Burghart ca. 94 m.

Nach der Hydrogeologischen Karte 1:100.000 der Planungsregion 13, Landshut (HK100, Hrsg. BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT 2007) und den hydrogeologischen Karten von Bayern 1:50.000, Blatt L 7336 Mainburg und Blatt L 7338 Rottenburg a. d. Laaber (HK50, Hrsg. BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT 2008) herrscht in dem im Brunnen I Burghart erschlossenen Hauptgrundwasserstockwerk im großräumigen Umfeld des Untersuchungsgebiets eine nach N und NE zur Donau hin gerichtete Grundwasserfließrichtung vor. Im näheren Umfeld des Brunnen I Burghart fließt das Grundwasser von Südwesten nach Nordosten mit einer geringen Richtungsänderung zur Großen Laber hin. (siehe Anlagen 3a und 3b). Diese wird nördlich von Pfeffenhausen zum Vorfluter für das Hauptgrundwasserstockwerk. Die bei Egg entspringende Kleine Laber dient im Untersuchungsgebiet noch nicht als Vorfluter des Hauptgrundwasserstockwerkes.

Großräumig liegt das Grundwassergefälle in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge zwischen ca. 2,4 ‰ und ca. 5,0 ‰.

Die in den hydrogeologischen Karten HK100 und HK50 und dHK100 des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT vor Dezember 2023 dargestellten Grundwassergleichen wiesen im Südwesten ab einer Entfernung von ca. 7,5 km zum Brunnen I Burghart im Bereich ab in etwa Obersüßbach (südliches Ende der vorhandenen HK50) Unstimmigkeiten in den dargestellten Grundwasserhöhen 440, 445 und 450 m auf (siehe Anlagen 3a und 3b). Der Verlauf der Linien und damit die grundsätzliche Grundwasserfließrichtung wiesen allerdings kaum Unterschiede auf. In der HK100 verlief zwischen den Ortsgebieten von Obersüßbach und Traich die 450er Grundwasserhöhenlinie, in der HK50 liegt in diesem Bereich die 440er Grundwasserhöhenlinie, mit einem größeren Abstand zur 435er Grundwasserhöhenlinie.

Aufgrund einer im Rahmen der Erstellung des vorliegenden hydrogeologischen Gutachtens erfolgten Anfrage beim BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT zu den Unstimmigkeiten in den Darstellungen wurde durch das BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT in Abstimmung mit den betroffenen Wasserwirtschaftsämtern München und Landshut eine Überprüfung der Höhenlagen und des Verlaufs der großräumigen Grundwassergleichen für das tertiäre Hauptgrundwasserstockwerk durchgeführt.

Die Überprüfung ergab die in Anlage 3c: „Ausschnitt aus der digitalen Hydrogeologischen Karte (dHK100) des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT, Fassung vom 19.12.2023“ dargestellte Situation der Fließverhältnisse im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk im näheren Umfeld des Brunnen I Burghart.

Im Weiteren werden für die Ermittlung und die Darstellung des Einzugsgebiets des Brunnen I Burghart in Abstimmung mit dem BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT und dem Wasserwirtschaftsamt Landshut diese Grundwassergleichen der dHK100 (siehe Anlage 3c) verwendet.

3 Wasserrechtliche Situation und Ermittlung des Wasserbedarfs

Der Wasserzweckverband Rottenburger Gruppe nutzt derzeit insgesamt 12 Tiefbrunnen in den Gewinnungsgebieten Pattendorf, Baldershausen, Hohenthann, Burghart, Neufahrn, Offenstetten und Rottenburg - Scharmühle zur Versorgung des Verbandsgebietes mit Trink- und Brauchwasser.

Zur Sicherung der Trinkwasserversorgung im südlichen Verbandsgebiet wurde im Frühjahr 2013 ca. 3 km nordöstlich der Ortschaft Pfeffenhausen in der Nähe des Weilers Burghart eine Versuchsbohrung niedergebracht. Im Winter 2013 wurde rund 9,5 m östlich der Versuchsbohrung der Brunnen I Burghart erstellt. Durch den bis 121 m unter Gelände ausgebauten Brunnen werden tertiäre Sande und Kiese als Grundwasserleiter erschlossen.

3.1 Wasserrechtliche Situation Brunnen Burghart

Der Brunnen I Burghart des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe liegt auf dem Grundstück mit der Flurnummer 1477 der Gemarkung Schmatzhausen in der Gemeinde

Pfeffenhausen (siehe Anlage 1). Grundstückseigentümer ist der Wasserzweckverband Rottenburger Gruppe.

Für den Brunnen I Burghart bestand mit Bescheid des Landratsamts Landshut vom 09.12.2017 (AZ: 23-6421.2-1-3884) eine Zulassung des vorzeitigen Beginns nach § 17 WHG zur Zutageförderung von Grundwasser für Trink- und Brauchwasserzwecke im Versorgungsgebiet. Die Genehmigung gewährte die zeitlich beschränkte Erlaubnis aus dem Brunnen I Burghart bis zu maximal 37 l/s und 800.000 m³/a Grundwasser zutage zu fördern. Die Erlaubnis war befristet bis zum 31.12.2020.

Mit Bescheid des Landratsamtes Landshut vom 09.12.2020 (AZ: 23- 6421.2/1- 1- 3884) wurde dem Wasserzweckverband Rottenburger Gruppe eine stets widerrufliche Erlaubnis erteilt, aus dem Brunnen I Burghart Grundwasser zur öffentlichen Trink- und Brauchwasserversorgung Zutage zu fördern. Die Erlaubnis berechtigt dazu, aus der Gewinnungsanlage folgende Wassermengen zu entnehmen:

	Brunnen I Burghart
Max. Momentanentnahme	37 l/s
Max. Tagesentnahme	2.500 m ³ /d
Max. Jahresentnahme	800.000 m ³ /a

Diese Erlaubnis ist bis zum 31.12.2025 gültig.

Für den Brunnen I Burghart ist derzeit kein Wasserschutzgebiet festgesetzt.

3.2 Ermittlung des Wasserbedarfs, wasserrechtliche Genehmigungen

Die Deckung des Trinkwasserbedarfs im Versorgungsgebiet des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe erfolgt derzeit über die Brunnen I bis IV im Gewinnungsgebiet Pattendorf, die Brunnen I und II Hohenthann im Gewinnungsgebiet Hohenthann, den Brunnen I Offenstetten, die Brunnen I und II Baldershausen im Gewinnungsgebiet Baldershausen, den Brun-

nen I Rottenburg – Scharmühle, den Brunnen III Neufahrn und durch den Brunnen I Burghart im Gewinnungsgebiet Burghart.

Die jährlichen Entnahmemengen aus den einzelnen Gewinnungsgebieten sowie die jährlichen Gesamtfördermengen im Zeitraum von 2002 bis 2022 sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Aus den Gewinnungsgebieten des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe wurden in den Jahren 2002 bis 2022 insgesamt durchschnittlich 2.702.653 m³/a Trinkwasser entnommen. Die maximale Entnahme in diesem Zeitraum war mit 3.101.621 m³/a im Jahr 2004 zu verzeichnen; im Jahr 2009 wurden mit 2.444.243 m³/a die geringsten Wassermengen entnommen.

In Tabelle 3 sind die Jahresfördermengen aus den Gewinnungsgebieten des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe, die vom Zweckverband zur Wasserversorgung Hallertau bzw. dem Markt Langquaid zugekauften Wassermengen, die im Rahmen der Wasserlieferverträge bzw. des Notverbunds an andere Versorger verkauften Wassermengen, die jährlichen Gesamtverbrauchsmengen (Netzeinspeisung Q_E), die im Versorgungsnetz des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe verkauften Wassermengen (ohne Eigenbedarf und ohne Wasserlieferungen) sowie die Verluste (nach Merkblatt 1.8/2 des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT 2018) im Versorgungsgebiet des WZV Rottenburger Gruppe im Zeitraum von 2002 bis 2022 zusammengestellt.

Tabelle 2: Jährliche Entnahmemengen aus den Gewinnungsgebieten des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe im Zeitraum von 2002 bis 2022

	Pattendorf Br. I, II, III u. IV	Hohenthann Br. I und II	Pfeffenhausen Br. I	Offenstetten Br. I	Ergoldsbach Br. I	Baldershausen Br. I und II	Rottenburg Br. I	Burghart Br. I	Neufahrn Br. III	Jahresgesamt- fördermenge
	(m³/a)	(m³/a)	(m³/a)	(m³/a)	(m³/a)	(m³/a)	(m³/a)	(m³/a)	(m³/a)	(m³/a)
2002	941.656	1.113.512	285.968	41.136	103.232	371.438				2.856.942
2003	993.225	1.171.648	257.633	45.117	114.648	423.076				3.005.347
2004	947.387	1.071.427	254.851	46.270	117.766	416.417	247.503			3.101.621
2005	932.150	1.012.428	238.810	45.396	97.034	426.746	245.358			2.997.922
2006	939.629	1.046.832	229.692	52.628	100.523	421.558	231.021			3.021.883
2007	913.565	917.762	205.301	60.855	stillgelegt 11/2006	440.029	209.927			2.747.439
2008	842.004	871.015	215.144	49.358		402.924	196.110			2.576.555
2009	840.629	849.664	210.510	48.783		293.579	201.078			2.444.243
2010	791.251	839.557	227.535	51.676		369.962	206.625			2.486.606
2011	914.241	816.135	121.793	50.861		402.341	214.288			2.519.659
2012	775.453	803.509	stillgelegt 08/2011	51.886		675.390	204.208			2.510.446
2013	743.232	792.226		51.337		681.655	192.737			2.461.187
2014	784.224	795.900		52.008		686.610	202.724			2.521.466
2015	870.601	711.013		56.439		677.463	206.964	131.545		2.654.025
2016	857.952	218.140		53.256		688.266	205.838	603.494		2.626.946
2017	867.974	225.685		56.674		650.102	215.711	637.967		2.654.113
2018	869.954	235.418		58.007		654.944	223.408	620.097		2.661.828
2019	929.625	240.094		17.381		705.851	223.199	604.867		2.721.017
2020	966.667	230.405		3.882		718.016	231.406	624.279	3.878	2.778.533
2021	857.181	64.204		51.126		693.795	227.495	499.293	274.442	2.667.536
2022	826.508	25.480		58.915		689.026	224.845	550.795	364.825	2.740.394
Ø 2002 2022	876.434	669.145	224.724	47.761	106.641	547.104	216.339	591.542*	319.634**	2.702.653

*Durchschnitt aus den Jahren 2016 bis 2022 **Durchschnitt aus den Jahren 2021 und 2022

Zur Deckung des Wasserbedarfs im Versorgungsgebiet des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe wurden im Zeitraum von 2002 bis 2022 zwischen 24.325 m³ im Jahr 2006 und 50.784 m³ im Jahr 2021 hinzugekauft. Die zur Deckung des Wasserbedarfs inklusive der Wasserlieferungen an andere Versorger benötigte Gesamtwassermenge Q_E betrug zwischen 3.128.844 m³ im Jahr 2004 und 2.472.290 m³ im Jahr 2009. Der Wasserliefervertrag mit dem Zweckverband zur Wasserversorgung Pfettrach-Gruppe wurde in diesem Zeitraum von einer Jahresliefermenge von 400.000 m³/a auf eine Jahresliefermenge von 20.000 m³/a reduziert. Die zur Deckung des Wasserbedarfs des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe im Zeitraum von 2002 bis 2022 benötigte Wassermenge ohne die Zulieferung an andere Versorger (Gesamtverbrauch eigenes Netz) betrug zwischen 2.740.807 m³ im Jahr 2006 und 2.404.966 m³ im Jahr 2009. Die verkauften Wassermengen ohne den Eigenbedarf und die Wasserlieferungen an andere Versorger (Abgabe an Letztverbraucher) lagen im gleichen Zeitraum zwischen 2.080.489 m³ im Jahr 2002 und 2.597.2924 m³ im Jahr 2020.

Aus den in das Netz eingespeisten Wassermengen, dem Wasserwerkseigenverbrauch und den verkauften Wassermengen wurden nach dem Merkblatt 1.8/2 des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT (2018) der reale Wasserverlust Q_{VR} sowie der spezifische reale Wasserverlust q_{VR} unter Verwendung des Berechnungsschemas für den „Mindestumfang“ an „Eingangsdaten“ ermittelt (s. Tabelle 3). Den Berechnungen liegt eine Rohrnetzlänge (Leitungen bis Durchmesser DN 400, ohne Grundstücksanschlüsse) von rund 706 km zugrunde (Angabe des WZV Rottenburger Gruppe, Stand März 2023).

Tabelle 3: Jährliche Entnahmemengen aus den Gewinnungsgebieten des WZV Rottenburger Gruppe, Fremdbezug, verkaufte Wassermengen, Eigenverbrauch sowie Verluste (nach Merkblatt 1.8/2, Anlage 2, des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT 2018) im Versorgungsgebiet des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe im Zeitraum von 2002 bis 2022

Jahr	Jahresfördermenge eigene Brunnen	Fremdbezug	Gesamtverbrauch (inkl. Fremdbezug) / Netzeinspeisung Q _E	Wasserlieferungen an andere Versorger*	Eigenverbrauch	verkaufte Menge (ohne. Eigenbedarf, ohne Wasserlieferungen) Abgabe an Letztverbraucher	verkaufte Menge (ohne. Eigenbedarf, mit Wasserlieferungen)	Summe Netzaabgabe Q _A (LfU 1.8/2)	Realer Wasserverlust Q _{VR}		Spezifische Rohrnetzeinspeisung	Spezifischer realer Wasserverlust q _{VR}	Einstufung der Wasserverluste nach DVGW 400-3-B1
	(m ³ /a)								(m ³ /a)	(m ³ /a)			
2002	2.856.942	28.531	2.885.473	429.829	35.000	2.080.489	2.510.318	2.545.318	340.155	11,79	4.087	0,06	mittel
2003	3.005.347	31.497	3.036.844	463.612	35.000	2.231.615	2.695.227	2.730.227	306.617	10,10	4.301	0,05	mittel
2004	3.101.621	27.223	3.128.844	401.340	45.000	2.354.396	2.755.736	2.800.736	328.08	10,49	4.432	0,05	mittel
2005	2.997.922	24.996	3.022.918	310.153	45.000	2.275.147	2.585.300	2.630.300	392.618	12,99	4.282	0,06	mittel
2006	3.021.883	24.325	3.046.208	305.401	45.000	2.303.810	2.609.211	2.654.211	391.997	12,87	4.315	0,06	mittel
2007	2.747.439	27.446	2.774.885	97.079	45.000	2.300.530	2.397.609	2.442.889	331.996	11,96	3.930	0,05	mittel
2008	2.576.555	26.429	2.602.984	68.188	45.000	2.257.725	2.325.913	2.370.913	232.071	8,92	3.687	0,04	niedrig
2009	2.444.243	28.047	2.472.290	67.324	30.000	2.245.334	2.312.658	2.342.658	129.632	5,24	3.502	0,02	niedrig
2010	2.486.606	25.936	2.512.542	66.376	30.000	2.278.777	2.345.153	2.375.153	137.389	5,47	3.559	0,02	niedrig
2011	2.519.659	26.139	2.545.798	83.930	30.000	2.310.255	2.394.185	2.424.185	121.613	4,78	3.606	0,02	niedrig
2012	2.510.466	28.652	2.539.118	75.670	40.000	2.322.400	2.398.070	2.438.070	101.048	3,98	3.596	0,02	niedrig
2013	2.461.187	29.844	2.491.031	58.830	30.000	2.327.493	2.386.323	2.416.323	74.708	3,00	3.528	0,01	niedrig
2014	2.521.466	28.400	2.549.866	57.962	35.000	2.375.180	2.433.142	2.467.872	81.994	3,22	3.612	0,01	niedrig
2015	2.654.025	31.315	2.685.340	62.376	37.500	2.508.937	2.571.313	2.608.813	76.527	2,85	3.804	0,01	niedrig
2016	2.626.946	29.624	2.656.570	65.191	23.793	2.457.356	2.522.547	2.546.340	110.230	4,15	3.763	0,02	niedrig
2017	2.654.113	32.612	2.686.725	68.202	20.628	2.504.090	2.572.292	2.592.920	93.805	3,49	3.806	0,02	niedrig
2018	2.661.828	29.618	2.691.446	70.342	20.589	2.573.024	2.643.366	2.663.955	27.491	1,02	3.812	0,00	niedrig
2019	2.721.017	31.991	2.753.008	83.739	20.174	2.593.777	2.593.777	2.697.690	55.318	2,01	3.899	0,01	niedrig
2020	2.778.533	27.596	2.806.129	63.374	20.181	2.597.292	2.597.292	2.680.847	125.282	4,46	3.975	0,02	niedrig
2021	2.667.536	50.784	2.718.320	54.513	26.552	2.510.946	2.510.946	2.592.011	126.309	4,65	3.850	0,02	niedrig
2022	2.740.394	25.507	2.765.901	98.015	50.082	2.579.016	2.579.016	2.727.113	38.788	1,40	3.918	0,01	niedrig
Ø 02-22	2.702.654	29.358	2.732.011	145.307*	33.786	2.380.361	2.511.400	2.559.454	172.557	6,1 (3,0**)	---	---	niedrig

* die Lieferung an den Zweckverband zur Wasserversorgung Pfettrach-Gruppe wurde vertraglich im Jahr 2006 von 400.000 m³/a auf derzeit 20.000 m³/a reduziert

** Durchschnitt der letzten 10 Jahre

Der reale Wasserverlust Q_{VR} lag zwischen 27.491 m³/a bzw. 1,02 % im Jahr 2018 und 392.618 m³/a bzw. 12,99 % im Jahr 2005. Für den Zeitraum von 2002 bis 2022 lag der mittlere reale Wasserverlust im Versorgungsgebiet des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe durchschnittlich bei ca. 6,1 %, in den letzten zehn Jahren durchschnittlich bei ca. 3,0 %. MUTSCHMANN UND STIMMELMAYR (2011) geben für gut gewartete ältere Anlagen mittlere Wasserverluste von 10 % der Jahresabgabe an. Die mittleren Verluste der letzten Jahre im Versorgungsgebiet des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe liegen mit durchschnittlich 6,1 % bzw. 3,0 % deutlich unter diesem Wert.

Die spezifische Rohrnetzeinspeisung schwankte in den betrachteten Jahren zwischen 3.502 m³/km·a und 4.432 m³/km·a und liegt damit nach der DVGW-Richtlinie W392 mit unter 5.000 m³/km·a im Bereich 3 (ländlich).

Nach dem DVGW-Arbeitsblatt 400-3-B1 (A) vom Sept. 2017 wird der spezifische reale Wasserverlust q_{VR} im ländlichen Bereich als niedrig eingestuft, wenn er < 0,05 m³/km·h ist. Bei Werten zwischen 0,05 m³/km·h und 0,10 m³/km·h wird er als mittel eingestuft. Ein hoher spezifischer realer Wasserverlust q_{VR} liegt im ländlichen Bereich vor, wenn er größer als 0,10 m³/km·h ist.

Nach DVGW-Arbeitsblatt 400-3-B1 (A) vom Sept. 2017 ist der spezifische reale Wasserverlust q_{VR} im Versorgungsnetz des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe seit 2008 regelmäßig als „niedrig“ einzustufen. Der Wasserzweckverband ist auch in Zukunft bestrebt, durch intensive Überwachung des Netzes und regelmäßige Instandsetzungsarbeiten die Verluste weiterhin so niedrig wie möglich zu halten.

Der derzeitige Wasserbedarf im Versorgungsgebiet in trockenen und heißen Jahren wird unter Berücksichtigung der höchsten verkauften Wassermengen im Jahr 2004 von rund 2.755.736 m³/a (s. Tab. 3) zuzüglich ca. 5 % Rohrleitungsverlusten mit 2.893.523 m³/a abgeschätzt.

Das Versorgungsgebiet des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe umfasst Teilbereiche der Landkreise Landshut, Kelheim und Regensburg. Aus der regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2036 des Bayer. Landesamts für Statistik (Demographische Profile von Mai 2018) lässt sich aus dem berechneten Bevölkerungszuwachs für die

Landkreise Landshut, Kelheim und Regensburg von 684.500 Personen im Jahr 2016 auf 745.200 Personen im Jahr 2036 eine jährliche Steigerungsrate von rund 0,43 % abschätzen. Diese Steigerungsrate wurde für die Berechnung des künftigen Wasserbedarfs im Versorgungsgebiet des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe angesetzt. Für das Jahr 2038 errechnet sich ausgehend vom derzeitigen Wasserbedarf von 2.893.523 m³/a bei einer Steigerungsrate von rund 0,43 % ein künftiger Wasserbedarf von 3.152.798 m³/a.

Derzeit sind keine Planungen (Ausweisung neuer Baugebiete, Ansiedlung von Großbetrieben o.ä.) bekannt, in deren Folge eine wesentliche Beeinflussung des Wasserbedarfs in den Versorgungsgebieten zu erwarten wäre. Nennenswerte Steigerungen z.B. durch verstärkte Bewässerungsmaßnahmen in der Landwirtschaft o.ä. durch Auswirkungen des Klimawandels sind aufgrund der Satzung des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe ausgeschlossen und somit ebenfalls nicht zu erwarten.

Wasserrechtliche Genehmigungen:

Der Wasserzweckverband Rottenburger Gruppe verfügt derzeit über wasserrechtliche Genehmigungen für das Entnehmen und Zutagefördern von 4,075 Mio. m³/a. Die in der Zulassung des vorzeitigen Beginns nach §17 WHG für den Brunnen I Burghart mit einer geplanten Jahresentnahmemenge von 800.000 m³/a ist hier noch nicht berücksichtigt. Angaben zu den wasserrechtlichen Bewilligungen aus den Gewinnungsgebieten des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Die wasserrechtlich genehmigten Entnahmemengen reichen somit zwar zur Deckung des Wasserbedarfs im Versorgungsgebiet aus, bei Ausfall einzelner Anlagen wären jedoch Versorgungsengpässe nicht auszuschließen. Zur Erhaltung der Versorgungssicherheit mit einer gleichbleibenden Trinkwasserqualität wurde daher der Brunnen Burghart in der Gemarkung Schmatzhausen in der Gemeinde Pfeffenhausen erstellt.

Tabelle 4: Wasserrechtlich genehmigte Ableitungs- und Entnahmemengen aus den Wassergewinnungsanlagen des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe

	Pattendorf Br. I, II, III und IV	Hohenthann Br. I und II	Offenstetten Br. I	Br III Neufahrn	Baldershausen Br. I und II	Rottenburg Br. Scharmühle
wasserrechtliche Genehmigung	Bewilligung des Landratsamts Landshut	Zulassung des vorzeitigen Beginns des Landratsamts Landshut	Änderungsbescheid des Landratsamts Kelheim zur Erlaubnis von 1962	Beschränkte Erlaubnis des Landratsamts Landshut	Bewilligung des Landratsamts Landshut	Bewilligung des Landratsamts Landshut
vom	08.12.1997	15.03.2001	04.06.1984	20.08.2020	24.09.2001 / 21.09.2015	02.06.1997
Max. Momentanentnahme	42, 42, 34 bzw. 24 l/s	45 l/s / 45 l/s	6 l/s	20 l/s	28 l/s / 30 l/s	21 l/s
Max. Jahresentnahme	ges. 1.100.000 m ³ /a	ges. 1.200.000 m ³ /a	75.000 m ³ /a	400.000 m ³ /a	500.00 m ³ /a / 500.000 m ³ /a	300.000 m ³ /a
Befristung bis	31.12.2027	---	---	31.12.2025	31.12.2030 / 30.09.2045	31.12.2027

4 Beschreibung des Gewinnungsgebietes Burghart

Das Untersuchungsgebiet mit dem Brunnen I Burghart des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe liegt südlich von Rottenburg a. d. Laaber, im Gebiet zwischen Pfeffenhausen und Schmatzhausen im Landkreis Landshut.

4.1 Allgemeine und technische Beschreibung des Brunnen I Burghart

Der Brunnen I Burghart wurde im Jahr 2013 von der Fa. Tafelmeier Tiefbrunnen-Bau GmbH, Taufkirchen (Vils) auf dem Flurstück Nr. 1477 der Gemarkung Schmatzhausen, Gemeinde Pfeffenhausen, nordwestlich des Weilers Burghart im Landkreis Landshut abgeteuft. Die genaue Lage des Brunnen I Burghart ist in der Anlage 1 ersichtlich.

Die hydrogeologischen und ausbautechnischen Daten zum Brunnen I Burghart sind in der Tabelle 5 zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 5: Zusammengefasste hydrogeologische und ausbautechnische Daten zum Brunnen I Burghart

ALLGEMEINE ANGABEN		HYDROGEOLOGISCHE ANGABEN	
Baujahr	2014	Ruhewasserspiegel am	51,24 m u. GOK. 27.02.2014
Flurstück	Nr. 1477	Pumpversuch (dreistufig)	
Gemarkung	Schmatzhausen	von – bis	25.02.2014 bis 03.03.2014
Gemeinde	Pfeffenhausen	Dauer	45,25 h; 46 h; 50,75 h;
Landkreis	Landshut	max. Entnahme	20 l/s; 30 l/s; 45 l/s;
Ostwert (UTM*)	721330	max. Absenkung	7,49 m; 11,3 m; 17,54 m, (u. Ruhewasserspiegel)
Nordwert (UTM*)	5395120	Pumpe	Unterwasserkreiselpumpe
Messoberkante Brunnenkopf	478,69 m ü. NN	Leistung	Max. 37 l/s
Bohrtiefe	123 m unter Gelände	Förderhöhe	155 m
Ausbautiefe	121 m unter Gelände		
Endlichtweite der Bohrung	660 mm		
GEOLOGISCHES PROFIL (Zusammenfassende geologische Hauptgliederung)		AUSBAU (Zusammenfassung)	
(m u. GOK)		Sperrrohr DN 700	bis 75 m u.GOK
0 - 8 m	Feinsande bis Schluffe (Oberste Deckschichtenauflage)	Vollrohr DN 400	bis 78 m u. GOK
8 - 27 m	Feinsande bis Feinkiese (Oberster Schichtwasserhorizont)	Abdichtung zw. Sperrrohr und Bohrlochwand zw. Vollrohr und Bohrlochwand	Plastischer Beton: bis 75 m u.GOK von 90 bis 95 m u. GOK
27 - 41 m	Feinsande bis Tone (Obere Zwischenschicht)	Vollrohr DN 400	von 88 bis 98 m u. GOK
41 - 59 m	Feinsand bis Mittelkiese (Oberer GW-Horizont, abgesperrt)	Filterrohr DN 400	von 78 bis 88 m u. GOK u. von 98 bis 120 m u. GOK
59 - 73 m	Tone bis Feinsande (Mittlerer Zwischenhorizont)	Schüttung von Filterkies (Ø 2,0 bis 3,0 mm, Gegenfilter jeweils 0,1 bis 1,0mm)	von 0,8 bis 90 m u. GOK u. von 95 bis 121 m u. GOK
73 - 90 m	Feinsande bis Feinkiese (Mittlerer GW-Horizont, erschlossen)		
90 - 97 m	Schluffe bis Tone (Unterer Zwischenhorizont)		
97 - 121 m	Feinkiese (Unterer GW-Horizont, erschlossen)		
121 - 123 m	Ton, schluffig, schwach feinsandig (Grundwasserstauer)		

*Angaben nach ETRS 89 / UTM 32; GOK = Geländeoberkante

4.2 Grundwassermessstellen und Brunnen im näheren Einzugsgebiet des Brunnen I Burghart

Im Gewinnungsgebiet wurde vor der Erstellung des Brunnen I Burghart zur Erkundung der hydrogeologischen Verhältnisse ca. 9,5 m westlich des jetzigen Brunnens eine Versuchsbohrung niedergebracht.

Zur Ermittlung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im näheren Grundwassereinzugsgebiet des Brunnen I Burghart wurden im Herbst 2016 von der Fa. Tafelmeier Tiefbrunnen-Bau GmbH, Taufkirchen/Vils, zwei Bohrungen abgeteuft und zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Die Ergebnisse wurden im „Bericht zur Erstellung der Grundwassermessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig“ vom 16.01.2017 der IGwU GmbH zusammengestellt. Außerdem sind im Untersuchungsgebiet ca. 2,5 km südlich des Brunnen I Burghart in der Nähe des Weilers Egg zwei Messstellen des Wasserwirtschaftsamtes Landshut, GwM Egg T1 und GwM EggT2 vorhanden. Im südöstlichen Ortsgebiet von Pfeffenhausen liegen etwa 3 km südwestlich des Brunnen I Burghart die Brunnen II und Brunnen III der Brauerei Pöllinger-Rank. Die genaue Lage der Brunnen und Grundwassermessstellen im näheren Umfeld des Brunnen I Burghart ist aus Anlage 4a ersichtlich, die Bohr- und Ausbauprofile sind als Anlage 4b beigefügt.

4.3 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet

4.3.1 Lage der grundwasserführenden Schichten

Im näheren Umfeld des Brunnen Burghart wurden von Brunnen und Grundwassermessstellen, durch die jeweils die tertiären Schichten als Grundwasserleiter erschlossen wurden, Bohrprofile ausgewertet. Angaben zur Lage der Grundwasseraufschlüsse sowie eine Auswertung der vorliegenden Bohrprofile im Hinblick auf die Lage der grundwasserführenden und -stauenden Schichten mit den entsprechenden Grundwassermächtigkeiten sind Tabelle 6 zu entnehmen. Anhand der vorhandenen Bohrprofile wurden hydrogeologische Profilschnitte (siehe Anlage 5) und ein schematisches Blockbild zur Schichtfolge (siehe Anlage 6) erstellt.

Den Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsgebiet bilden die wasserführenden tertiären Sedimente der Nördlichen Vollsotter-Abfolge. Diese besteht aus einer Wechselfolge von

Kies-, Sand-, Schluff- und Tonlagen. In der Nördlichen Vollschotter-Abfolge sind im Wesentlichen drei Grundwasserhorizonte (oberer-, mittlerer und unterer Horizont) vorhanden.

Die Basis dieses Hauptgrundwasserleiters bilden die feinkörnigen Sedimente der Fluviatilen Unteren Serie bzw. der Fluviatilen Süßwasserschichten der Oberen Süßwassermolasse.

Überlagert wird die Nördliche Vollschotter-Abfolge im Untersuchungsgebiet von den sowohl vertikal als auch horizontal kleinräumig wechselnden Schichtfolgen der Mischserie der Jüngerer Oberen Süßwassermolasse, in denen lokal Schichtwasservorkommen vorhanden sind.

Die Bohrung für den Brunnen I Burghart wurde bis in eine Tiefe von 123,0 m unter Gelände bzw. 357,02 m ü. NN niedergebracht. Durch den Brunnen I Burghart wurden die grundwasserführenden Schichten des mittleren (75 – 90 m unter Gelände) und des unteren (97 – 121 m unter Gelände) Horizontes des Hauptgrundwasserleiters in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge erschlossen. Die Unterkante der unteren Filterstrecke im Brunnen reicht bis 360,02 m ü. NN. In den tertiären Schichten liegen gespannte Grundwasserverhältnisse vor. Der Grundwasserspiegel im Brunnen I Burghart lag nach Fertigstellung des Brunnens am 25.02.2014 bei 51,42 m unter Gelände bzw. 428,78 m ü. NN. Die Gesamtmächtigkeit der wasserdurchlässigen Schichtpakete liegt im Brunnen I Burghart bei 39,0 m. Aus der nach der Fertigstellung des Brunnens durchgeführten Flow-Meter Messung wurden in den wasserdurchlässigen Schichten aktive Zuflussbereiche von insgesamt 18,2 m Mächtigkeit ermittelt (siehe Anlage 5.2 zum Antrag: Hydrogeologischer und brunnenbautechnischer Schlussbericht über die Erstellung des Brunnen I Burghart).

Tabelle 6: Angaben zur Lage der Brunnen, der Erkundungsbohrung und der Grundwassermessstellen sowie zur Lage der grundwasserführenden Schichten im näheren Untersuchungsgebiet

Brunnen / Messstelle	Ostwert (UTM 32)	Nordwert (UTM 32)	GOK (m ü.NN)	MOK (m ü.NN)	Bohrtiefe (m u. GOK)	Ausbautiefe (m u. GOK)	1. Filterstrecke		2. Filterstrecke		erschloss. Aquifer- Mächtigkeit (m)	Gw- Mächt-keit (m)
							von ... bis... (m u. GOK)	von ... bis... (m ü. NN)	von ... bis... (m u. GOK)	von ... bis... (m ü. NN)	Schichten (Zuflussbereiche aus Flow-Meter)	
Brunnen I Burghart	721330	5395120	480,02	478,69	123,0	120,0*	78 - 88	402,02 - 392,02	98 - 120	382,02 - 360,02	39,0 (18,2)	69,58
Versuchsbohrung Burghart	721305	5395127	479,94	480,41	202,0	113,0**	75 - 88	405,26 - 392,26	96 - 118**	384,26 - 363,26	51,0.	68,35
GwM 1 Dürn- wind	720095	5394274	442,80	443,54	86,6	77,0	42 - 54	400,8 - 388,8	59 - 77	383,8 - 365,8	43,6 (11,7)	74,2
GwM 2 Steig	721543	5394121	472,75	473,58	110,0	106,0	74 - 77	398,75 - 395,75	82 - 106	390,75 - 366,75	32,0 (7,5)	64,96
GwM Egg T1***	721218	5392571	474,51	474,15	108,5	100,0	60 - 73	414,51 - 401,51	78 - 89 (+95 - 100)	396,51 - 385,51 (+379,51 - 374,51)	37,5 (15,9)	66,54
GwM Egg T2	721223	5392573	474,20	474,49	58	56,0	41 - 56	433,2 - 418,2	-	-	18,3	15,46
Brauerei Pöllin- ger-Rank Br. II	718368	5393670	ca. 452	n.b.	478	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Brauerei Pöllin- ger-Rank Br. III **** (Elsbethen- Quelle)	718309	5393643	ca. 453	n.b.	165	162,40	109,4 - 159,4	343,6 - 293,6	-	-	69	138,1

• UK Filterrohr; UK Filterkies bei 121,0 m u. GOK

** von 202 m u. GOK bis 113 m u. GOK nachträglich mit Dämmverpresst; Filterstrecke ursprünglich 354-279 m ü. NN;

*** unterste (3.) Filterstrecke wird der 2. Filterstrecke zugerechnet

**** erschließt ein tieferes Grundwasservorkommen

Die Grundwassermessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig erschließen ebenfalls jeweils nur die im vergleichbaren Höhenniveau wie die im Brunnen I Burghart erschlossenen Grundwasserhorizonte liegenden grundwasserführenden Schichten, also jeweils den mittleren und unteren Grundwasserhorizont der Nördlichen Vollschocter-Abfolge. In der GwM 1 Dürnwind liegen diese in einer Tiefe von 400,8 m ü. NN bis 365,8 m ü. NN, in der GwM 2 Steig in einer Tiefe von 398,75 m ü. NN bis 366,75 m ü. NN (siehe Tab. 6 sowie Anlagen 5 und 6). Die Ruhewasserspiegel lagen am 11.01.2017 bei 430,41 m ü. NN (GWM 1 Dürnwind) bzw. bei 429,83 m ü. NN (GWM 2 Steig). Die Gesamtmächtigkeiten der wasserdurchlässigen Schichtpakete liegen in den Messstellen bei 43,6 m in der GwM 1 Dürnwind bzw. 32,0 m in der GwM 2 Steig. Zur Ermittlung der aktiven Zuflussbereiche innerhalb der Filterstrecken wurden in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Landshut Ende Oktober 2020 an den beiden Messstellen geophysikalisch-produktionstechnische Bohrlochmessungen (Flow-Meter Messungen) durchgeführt. Die Messergebnisse sind in den Anlagen 7a und 7b beigelegt. Aus den Flow-Meter-Messungen ergeben sich für die GwM 1 Dürnwind aktive Zuflussbereiche von insgesamt 11,7 m und für die GwM 2 Steig von insgesamt 7,5 m Mächtigkeit. Wie im Brunnen I Burghart und in der Versuchsbohrung Burghart wurde in beiden Messstellen der obere Grundwasserhorizont der Nördlichen Vollschocter-Abfolge mit plastischem Beton abgesperrt.

Aufgrund der Höhenlagen der in den Messstellen Egg T1 und Egg T2 erbohrten Gesteinsabfolgen ist davon auszugehen, dass in der Messstelle Egg T1 ebenfalls der mittlere (414 – 401 m ü. NN) und der untere (396 – <366 m ü. NN) Grundwasserhorizont in den Nördlichen Vollschoctern verfiltert wurden. Der obere Grundwasserhorizont wurde hier ebenfalls abgesperrt. Dieser obere Grundwasserhorizont der Nördlichen Vollschocter wurde in der nebenliegenden Messstelle Egg T2 erschlossen. Der Wasserspiegel lag in der Messstelle Egg T1 am 11.01.2017 bei 432,55 m ü. NN, in der Messstelle Egg T2 bei 432,66 m ü. NN (jeweils Tagesmittelwerte).

Nach den vorliegenden Bohrprofilen und Ausbauplänen der Messstellen Egg liegt die Mächtigkeit der erschlossenen wasserführenden Schichtpakete in der Messstelle Egg T1 bei ca. 37,5 m (mittlerer und unterer Horizont der Nördlichen Vollschocter-Abfolge) und in der Messstelle Egg T 2 bei ca. 18,3 m (oberer Horizont der Nördliche Vollschocter-Abfolge). Nach Angaben des Wasserwirtschaftsamtes Landshut ergab sich bei der Flow-Meter-Messung

an der Messstelle Egg T1 eine Mächtigkeit der aktiven Zuflusszonen im Filterbereich von 15,9 m.

Die Brunnen der Brauerei Pöllinger-Rank erschließen tiefere Grundwasserhorizonte in den Schichten des Malms bzw. der Limmisch-fluviatilen Süßwasserschichten des Tertiärs. Das Grundwasservorkommen in der Nördlichen Vollsotter-Abfolge ist in diesen Brunnen abgesperrt.

Wie in den hydrogeologischen Profilschnitten (s. Anlage 5) und dem schematischen Blockbild zur Schichtfolge im Anstrombereich des Brunnen I Burghart (s. Anlage 6) dargestellt, unterscheiden sich die Schichten der Nördlichen Vollsotter-Abfolge in ihrer Ausbildung hinsichtlich Kornverteilung und Zusammensetzung sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Erstreckung relativ kleinräumig. Auf Grund der Verzahnung der einzelnen Horizonte muss davon ausgegangen werden, dass die einzelnen Grundwasserhorizonte nicht flächendeckend durch grundwasserstauende Schichten getrennt sind und dadurch miteinander kommunizieren. Dies gilt auch für die im Hangenden des Hauptgrundwasserleiters vorhandenen lokalen Schichtwasservorkommen, aus denen bereichsweise eine Infiltration in den Hauptgrundwasserleiter stattfinden kann.

4.3.2 Auswertung des Pumpversuches am Brunnen I Burghart

Der Leistungspumpversuch am Brunnen I Burghart fand vom 25.02.2014 12⁴⁵ Uhr bis zum 03.03.2014 14⁰⁰ Uhr statt. Der Pumpversuch wurde mit einer Förderleistung von 20 l/s über 45,25 h begonnen. Anschließend wurde auf 30 l/s erhöht und nach 46 h für die Dauer von 50,75 h auf eine Entnahme von 45 l/s gesteigert. Nähere Ausführungen zur Durchführung des Pumpversuches sind aus Anlage 5.2 der wasserrechtlichen Unterlagen „Hydrogeologischer und brunnenbautechnischer Schlussbericht über die Erstellung des Brunnens I Burghart für den ZV WV Rottenburger Gruppe“ des Sachverständigenbüros für Grundwasser Dr. Karl-Heinz Prösl, 84149 Velden/Vils vom 01.09.2014 zu ersehen. Die Eckdaten des Leistungspumpversuchs sind in der folgenden Tabelle 7 zusammengestellt.

Der am Brunnen I Burghart durchgeführte Leistungspumpversuch wurde zunächst stationär nach DAHLHAUS ausgewertet.

Tabelle 7: Daten zum Leistungspumpversuch am Brunnen I Burghart

PV-Stufe	Fördermenge (l/s)	Dauer(h)	Wasserspiegel (m u. MOK)	Absenkung (m u. RWSP)
Ruhewasserspiegel	---	---	51,42	---
Stufe 1	20	45,25	58,91	7,49
Stufe 2	30	46,00	62,72	11,30
Stufe 3	45	20,75	68,96	17,54

In Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Landshut und dem Bayerischen Landesamt für Umwelt wurden bei den Auswertungen jeweils die in den Flow-Meter-Messungen ermittelten Mächtigkeiten der aktiven Zuflusszonen als Aquifermächtigkeit angesetzt. In Tabelle 8 sind die Ergebnisse der Pumpversuchsauswertung nach DAHLHAUS für den Brunnen I Burghart zusammengefasst.

Tabelle 8: Stationäre Auswertung des Leistungspumpversuchs am Brunnen I Burghart nach DAHLHAUS

h	M	Q	s	k_f	C	R
69,58	18,2	20	7,49	$1,47 \cdot 10^{-4}$	2,67	272
69,58	18,2	30	11,3	$1,46 \cdot 10^{-4}$	2,65	409
69,58	18,2	45	17,54	$1,41 \cdot 10^{-4}$	2,57	625

mit

- h = Grundwassermächtigkeit (m), vor der Entsandungsmaßnahme gemäß Angaben der Bohrfirma
- M = Aquifermächtigkeit aus Flow-Meter-Messung (m)
- Q = Entnahmemenge (l/s)
- s = Absenkung im Brunnen (m)
- k_f = Durchlässigkeitsbeiwert (m/s)
- C = spezifische Ergiebigkeit (l/s·m)
- R = Reichweite des Entnahmetrichters nach SICHARDT (m)

Die Auswertung des Leistungspumpversuchs am Brunnen I Burghart nach DAHLHAUS ergibt k_f -Werte von $1,41 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1,47 \cdot 10^{-4}$ m/s. Die Reichweite des Entnahmetrichters lässt sich nach SICHARDT für die verschiedenen Entnahmen mit 272 m bis 625 m berechnen.

Der Leistungspumpversuch am Brunnen I Burghart wurde außerdem nach DUPUIT-THIEM für gespannte Grundwasserverhältnisse ausgewertet. In Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Pumpversuchsauswertung nach DUPUIT-THIEM zusammengestellt.

Tabelle 9: Stationäre Auswertung des Pumpversuchs nach DUPUIT-THIEM für gespannte Verhältnisse am Brunnen I Burghart

H	M	Q	r1	s1	r2	s2	k _f
69,58	18,2	20	0,33	7,49	272	0,001	$1,57 \cdot 10^{-4}$
69,58	18,2	30	0,33	11,3	409	0,001	$1,65 \cdot 10^{-4}$
69,58	18,2	45	0,33	17,54	625	0,001	$1,69 \cdot 10^{-4}$
Geometrisches Mittel							$1,64 \cdot 10^{-4}$

- mit
- h = Grundwassermächtigkeit (m)
 - M = Aquifermächtigkeit aus Flow-Meter-Messung (m)
 - Q = Entnahmemenge (l/s)
 - r1 = Abstand 1 zum Brunnen (m)
hier: wirksamer Brunnenradius
 - r2 = Abstand 2 zum Brunnen (m)
hier: Entnahmetrichter nach Sichardt (k_f-Wert-Abschätzung nach Dahlhaus)
 - s1 = Absenkung in der brunnennahen Gw-Messstelle (m)
hier: Absenkung im Brunnen
 - s2 = Absenkung in der brunnenfernen Gw-Messstelle (m)
hier: Absenkung 0,001 m am Rand des Entnahmetrichters
 - k_f = Durchlässigkeitsbeiwert (m/s)

Die Auswertung des Pumpversuchs am Brunnen I Burghart mit Hilfe von stationären Verfahren erbrachte k_f-Werte von $1,57 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1,69 \cdot 10^{-4}$ m/s. Der geometrische Mittelwert liegt bei $1,64 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Die Auswertung der an den Messstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig nach deren Erstellung durchgeführten Pumpversuche (beide Grundwasserhorizonte einbezogen) ergab unter Ansatz der Gesamtmächtigkeit der wasserdurchlässigen Schichtpakete für die Messstelle Dürnwind einen k_f-Wert von $7,91 \cdot 10^{-5}$ m/s und für die Messstelle Steig einen Wert von $3,19 \cdot 10^{-5}$ m/s (siehe "Bericht zur Erstellung der Grundwassermessstellen 1 Dürnwind und 2 Steig", IGWU GMBH, 16.01.2017).

Bei Ansatz der in den Flow-Meter-Messungen ermittelten Mächtigkeiten der aktiven Zuflusszonen ergibt sich für die Messstelle GwM 1 Dürnwind ein k_f-Wert von $3,4 \cdot 10^{-4}$ m/s und für die Messstelle GwM 2 Steig ein Wert von $1,6 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Im weiteren Einzugsgebiet ist durch den wechselnden Schichtaufbau im genutzten Grundwasserleiter von räumlich stark variierenden Durchlässigkeiten bzw. aktiven Durchflussbereichen auszugehen. Um für die nachfolgenden Berechnungen die für die Ausbildung des Einzugsgebietes näherungsweise repräsentativsten Werte zu bekommen, wird im Folgenden der aus der

Auswertung des Leistungspumpversuchs am Brunnen I Burghart unter Ansatz der aus der Flow-Meter-Messung ermittelten Mächtigkeit der Zuflusszonen als Aquifermächtigkeit ermittelte k_f -Wert von $1,6 \cdot 10^{-4}$ m/s angesetzt.

4.3.3 Ermittlung der Grundwasserströmungsverhältnisse

Wie in den Kapiteln 2.3 und 2.4 beschrieben, ist der Grundwasserfluss im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk großräumig auf die Donau hin gerichtet.

Zur Ermittlung der Grundwasserfließverhältnisse im näheren Umfeld des Brunnen I Burghart wurde am 11.01.2017 an den bekannten Grundwasseraufschlüssen des Hauptgrundwasserstockwerks inklusive dem Brunnen I Burghart eine Stichtagsmessung durchgeführt. Der Brunnen I Burghart war zu diesem Zweck ca. 7 Stunden außer Betrieb. Die Messergebnisse sind in Tab. 10 zusammengestellt.

Tabelle 10: Wasserspiegelmessungen am 11.01.2017

Brunnen/Messstelle	Messoberkante (m ü. NN)	Abstich (m u. MOK)	Wasserspiegel (m. ü. NN)
Brunnen I Burghart*	478,69	50,46	428,23
Versuchsbohrung Burghart	480,41	52,09	428,32
GwM 1 Dürnwind	443,54	13,13	430,41
GwM 2 Steig	473,58	43,75	429,83
Messstelle 42056 Egg T1			432,55**
Messstelle 42057 Egg T2			432,66**

* Brunnen Burghart 7 Stunden außer Betrieb ** Tagesmittelwert

Im näheren Grundwassereinzugsgebiet des Brunnen I Burghart ist südlich bis ca. auf Höhe der beiden Grundwassermessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig von einer mehr oder weniger SSW-NNE gerichteten Grundwasserfließrichtung auszugehen. Dies zeigt der auf der Basis der Stichtagsmessung vom 11.01.2017 erstellte Detailplan der Grundwasserhöhenlinien in der Umgebung des Brunnen I Burghart (siehe Anlage 8a).

Die Wasserstände, die bei der Stichtagsmessung am 11.01.2017 für den Bereich bis ca. 5 km südlich des Brunnen I Burghart gemessen wurden, bestätigen die in Anlage 3c: „Ausschnitt aus der digitalen Hydrogeologischen Karte (dHK100) des BAYER. LANDESAMTS FÜR UM-

WELT, Fassung vom 19.12.2023“ dargestellte Situation der Fließverhältnisse im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk im näheren Umfeld des Brunnen I Burghart.

In Anlage 8b sind die durch die Daten der Stichtagsmessung vom 11.01.2017 im weiteren Zustrombereich des Brunnen I Burghart ergänzten Grundwasserhöhengleichen der dHK100 aus dem Jahr 2023 dargestellt (siehe Kap. 2.4).

Im weiteren Grundwasseranstrom fließt das Grundwasser annähernd von Südwesten nach Nordosten.

Das Grundwassergefälle im näheren Anstrombereich bis ca. 3 km oberstromig des Brunnen I Burghart beträgt ca. 2,4 ‰.

5 Ermittlung und Bewertung des Grundwassereinzugsgebiets

Das unterirdische Einzugsgebiet bzw. das Grundwassereinzugsgebiet ist nach DIN 4049-3 (1994) das Gebiet, aus dem unterirdisches Wasser einem bestimmten Ort zufließt, wobei die Begrenzung durch geologische, hydrogeologische und anthropogene Einflussgrößen, z.B. Entnahmen, gegeben ist.

Maßgebend für die Ausdehnung des Grundwassereinzugsgebiets einer Wassergewinnungsanlage ist die Geometrie des Anstrombereichs. zu Zeiten maximaler Entnahme unter Einbeziehung einer seitlichen Aufweitung zur Berücksichtigung der transversalen Dispersion sowie möglicher Variationen seiner Orientierung infolge wechselnder hydraulischer Verhältnisse. Im Folgenden wird das Grundwassereinzugsgebiet des Brunnen I Burghart ermittelt und bewertet.

5.1 Ermittlung des Grundwassereinzugsgebiets des Brunnen I Burghart

Basierend auf dem mit den Ergebnissen der Stichtagsmessung vom 11.01.2017 ergänzten Grundwassergleichenplan der dHK 100 des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT (Fassung vom 19.12.2023) und Berechnungen zur Entnahmebreite nach den „Leitlinien für die Ermittlung der Einzugsgebiete von Grundwassererschließungen“ des BAYERISCHEN LANDESAMTS FÜR

WASSERWIRTSCHAFT, Materialien Nr. 52 (1995) wurde das Grundwassereinzugsgebiet des Brunnen I Burghart ermittelt.

Die Parameter Grundwassermächtigkeit, Grundwassergefälle, Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) und Entnahmemenge bilden die Grundlage für die Berechnung der Entnahmebreite sowie des unteren Kulminationspunktes und somit für die Festlegung der Randstromlinien des Grundwassereinzugsgebiets. Die Ausgangsdaten und Ergebnisse zur rechnerischen Abschätzung des Einzugsgebiets des Brunnen I Burghart sind Tabelle 11 zu entnehmen.

Bei der Ermittlung der den Berechnungen zugrunde zulegenden Entnahmemenge wurde für den Brunnen I Burghart von der geplanten Jahresentnahme von 800.000 m^3 entsprechend einer kontinuierlichen Entnahme von ca. $25,4 \text{ l/s}$ ausgegangen. Es ist davon auszugehen, dass diese Wassermenge über einen längeren Zeitraum gefördert wird und sich ein entsprechender Entnahmebereich ausbilden kann.

Für die Berechnung der Zustrombreite und die Ermittlung des Zustrombereichs wird somit eine Entnahmemenge von $25,4 \text{ l/s}$ zugrunde gelegt. Das Gefälle der Grundwasseroberfläche oberstromig des Brunnen I Burghart wird mit ca. $2,4 \text{ ‰}$ angesetzt. Außerdem werden ein k_f -Wert von $1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ und ein entsprechendes nutzbares Porenvolumen von 15 ‰ herangezogen. Die Aquifermächtigkeit wird entsprechend der Ergebnisse aus der Flow-Meter Messung mit $18,2 \text{ m}$ angesetzt.

Der Zustrom zum Brunnen I Burghart erfolgt aus südlicher bis südsüdwestlicher Richtung. Aus den Berechnungen ergibt sich mit ca. $3,6 \text{ km}$ ein sehr breiter Zustrombereich, der allerdings erst in einer oberstromigen Entfernung von ca. $2,6 \text{ km}$ zum Brunnen I Burghart ausgebildet ist.

Tabelle 11: Ermittlung des Zustrombereichs zum Brunnen I Burghart

Entnahmestelle	Brunnen I Burghart
Ausgangsdaten:	
k_f - Wert (m/s)	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Aquifermächtigkeit (m)	18,2
Grundwassermächtigkeit (m)	69,58
nutzbares Porenvolumen (%)	15
natürliches Grundwassergefälle (‰)	2,4
Entnahmemenge (l/s)	25,4
Ergebnisse:	
Unterer Kulminationspunkt (m)	578
halbe Entnahmebreite (m)	1.817
maximale Entnahmebreite (m)	3.634
oberstromiger Beginn der Entnahmebreite (m) (ab Brunnen)	2.565

Das anhand der Grundwasserhöhenlinien der dHK 100 des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT (Fassung vom 19.12.2023) und der Stichtagsmessung vom 11.01.2017 abgegrenzte Einzugsgebiet des Brunnen I Burghart zeigt Anlage 9. Die oberstromige Begrenzung bildet ein im Bereich Obersüßbach liegendes Hoch in der Grundwasseroberfläche.

5.2 Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Im Umfeld des Brunnen I Burghart des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe stehen unter einer geringmächtigen Überdeckung aus Löß und Lößlehm die tertiären Schichten der Oberen Süßwassermolasse an. Die Zusammensetzung dieser Schichten variiert nach den vorliegenden Schichtenprofilen stark. Das durch den Brunnen I Burghart erschlossene Grundwasservorkommen ist gespannt.

Im Hinblick auf den Schutz des durch den Brunnen I Burghart des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe erschlossenen Grundwasservorkommens haben die über dem durch den Brunnen I Burghart erschlossenen Grundwasserleiter vorhandenen Deckschichten eine wichtige Funktion insbesondere im Hinblick auf die Quantität und Qualität der versickernden Niederschlagswässer.

Nach dem Merkblatt Nr. 1.2/7 „Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung“ des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT vom Januar 2010 sollte bei der Bemessung und Gliederung von Wasserschutzgebieten die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung berücksichtigt werden.

Zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wurde von HÖLTING ET AL. (1995) ein Konzept entwickelt. Danach wird erst nach einer Verweilzeit des Wassers im Untergrund von mindestens drei Jahren eine mittlere Schutzfunktion erreicht. Im Hinblick auf den Trinkwasserschutz muss eine mittlere Schutzfunktion als Mindestanforderung gelten. Für die oberstromige Bemessung eines Wasserschutzgebiets ist eine Fließzeit von drei Jahren von der oberstromigen Grenze des Wasserschutzgebiets bis zum Erreichen der Brunnen somit als oberstromige Mindestausdehnung anzusetzen, insbesondere da das Reinigungsvermögen im Grundwasserleiter eher geringer ist als in der Grundwasserüberdeckung.

In der Hydrogeologischen Karte des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT (2008) im Maßstab 1:50.000, Blatt L 7336 Mainburg und Blatt L7338 Rottenburg a. d. Laaber, jeweils Blatt 2, ist die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung jeweils bezogen auf den obersten Grundwasserhorizont dargestellt (s. Anlagen 10a und 10b). Im Bereich des Tals der Großen Laaber liegt eine sehr geringe bis geringe Schutzfunktion vor. Vom Tal der Großen Laaber nach Osten nimmt die Schutzfunktion bis „sehr groß“ in der Umgebung des Brunnen I Burghart zu. In den Oberflächeneinschnitten der zum Tal der Großen Laaber führenden Bäche und Gräben liegt die Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung maximal im Bereich „mittel“.

Für die einzelnen Brunnen und Grundwassermessstellen wurden die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung sowie die Verweilzeit des Sickerwassers in den Deckschichten jeweils sowohl für die Oberkante des oberen Stockwerks, als auch den jeweils erschlossenen Grundwasserhorizont ermittelt. Hierfür wurden die Bohrprofile der im näheren Grundwasser-einzugsgebiet des Brunnen I Burghart bzw. dessen näherem Umfeld vorhandenen Bohrprofile von Brunnen, Grundwassermessstellen und Bohrungen nach dem Konzept von HÖLTING ET AL. (1995) ausgewertet (s. Anlagen 4b, 10c und 10d).

Aus den Bohrprofilen wurden neben der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung nach HÖLTING ET AL. (1995) auch die Grundwasserflurabstände und die Verweilzeit des Sicker-

wassers in den Deckschichten nach REHSE (1977) in Variante 1 jeweils bis zur Oberkante des im Brunnen bzw. der Messstelle erschlossenen Grundwasserhorizonts ermittelt. Da davon auszugehen ist, dass die in der Nördlichen Vollschorter-Abfolge ausgebildeten Grundwasserhorizonte kommunizieren und in Teilbereichen ein nicht unerheblicher Input aus dem obersten Hauptgrundwasserstockwerk in die tieferen Stockwerke zu erwarten ist, sollte für die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung und die Verweilzeit in den Deckschichten auch die Variante 2 beachtet werden. Hier wurden zur Ermittlung der Punktzahl bzw. der Verweilzeit lediglich die Deckschichten bis zur Oberkante des oberen Grundwasserhorizontes des Hauptgrundwasserleiters berücksichtigt. Die Ergebnisse der Auswertungen sind in Tabelle 12 zusammengestellt.

Tabelle 12: Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung und Verweilzeit in den Deckschichten, ermittelt aus den Bohrprofilen von Brunnen und Grundwassermessstellen im näheren Umfeld des Brunnen I Burghart des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe

Variante 1: Deckschichten berücksichtigt bis zur Oberkante des erschlossenen Grundwasserhorizonts						
	Brunnen I Burghart	VB Burghart	GwM 1 Dürnwind	GwM 2 Steig	GwM Egg T1	GwM Egg T2
Oberkante des erschl. Grundwasserhorizonts (m u. GOK)	75	41	39	73	59	25
Punktzahl	15.140	9.035	5.082	14.555	10.930	7.161
Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Verweilzeit in den Deckschichten (Tage)	764	687	165	760	357	804
Variante 2: Deckschichten berücksichtigt bis zur Oberkante des obersten Grundwasserhorizonts des Hauptgrundwasserleiters						
Oberkante des obersten. Grundwasserhorizonts (m u. GOK)	41	41	12	35	25	25
Punktzahl	10.400	9.035	1.478	7.800	7.515	7.161
Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung	sehr hoch	sehr hoch	mittel	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Verweilzeit in den Deckschichten (Tage)	528	687	23	409	211	804

Nach den ausgewerteten Bohrprofilen liegt die Oberkante des jeweils durch den Brunnen und die Messstellen erschlossenen Grundwasserhorizontes zwischen 39 m unter Gelände in der ca. 1,5 km südwestlich des Brunnen I Burghart liegenden Grundwassermessstelle 1 Dürnwind und 73 m unter Gelände in der Grundwassermessstelle 2 Steig, die etwa 1 km südsüdöstlich des Brunnen I Burghart errichtet wurde. Die Oberkante des oberen Grundwasserhorizontes des Hauptgrundwasserstockwerks liegt im Brunnen I Burghart bei 41 m unter Gelände und in der Messstelle GwM 1 Dürnwind lediglich bei 12 m unter Gelände, in der GwM 2 Steig 35 m unter Gelände.

Nach dem Konzept von HÖLTING ET AL. (1995) liegt eine sehr geringe Schutzfunktion bei einer Punktzahl bis 500, eine geringe Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung zwischen mehr als 500 und 1000 Punkten, eine mittlere Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung zwischen mehr als 1000 und 2000 Punkten, eine hohe Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung zwischen mehr als 2000 und 4000 Punkten und eine sehr hohe Schutzfunktion bei mehr als 4000 Punkten vor. Die Größenordnung der Verweildauer des Sickerwassers wird von HÖLTING ET AL. (1995) bei geringer Schutzfunktion mit mehreren Monaten bis ca. 3 Jahre bis sehr hoher Schutzfunktion mit mehr als 25 Jahren angegeben.

Die Auswertung der Bohrprofile ergab mit Ausnahme der GwM 1 Dürnwind mit lediglich mittlerer Schutzfunktion, jeweils eine sehr hohe Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung.

Nach HÖLTING ET AL. (1995) liegt die Größenordnung der Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung bei sehr hoher Gesamtschutzfunktion bei mehr als 25 Jahren. Die nach REHSE (1977) ermittelten Sickerzeiten (s. Tabelle 12) sind deutlich kürzer als die nach HÖLTING ET AL. (1995) ermittelte Verweildauer des Sickerwassers, die für durchschnittliche Sättigungsverhältnisse im Bereich der Grundwasserüberdeckung gilt. Die nach REHSE (1977) für die bis zur Oberkante des jeweils durch die Bohrung erschlossenen Grundwasserhorizontes ermittelten Sickerzeiten (Variante 1, siehe Anlage 10d) liegen zwischen 165 Tagen in der GwM 1 Dürnwind, in der die Überdeckung über dem erschlossenen Grundwasserhorizont lediglich 39 m beträgt und 764 Tagen im Brunnen I Burghart, bei dem die erschlossenen Grundwasserhorizonte bei 75 m unter Gelände angetroffen wurden. Für die Sickerzeiten in den bis zur Oberkante des Oberen Grundwasserstockwerks angetroffenen Deckschichten

(Variante 2, siehe Anlage 10d) ergeben sich Werte zwischen 23 Tagen an der GwM 1 Dürnwind und 528 Tagen am Brunnen I Burghart. Bei den nach REHSE (1977) angesetzten teilgesättigten Verhältnissen ist fast der gesamte nutzbare Porenraum mit Wasser erfüllt; der Sickerwasserfluss erfolgt dann deutlich schneller als bei geringerer Sättigung des Porenraums. Bei der Ermittlung der Schutzfunktion nach HÖLTING ET AL. (1995) erhält man dagegen die mittlere Verweildauer des Grundwassers.

5.3 Ermittlung des Grundwasserdargebots

Die Grundwasserneubildungsrate im Untersuchungsgebiet wurde für die im Brunnen I Burghart genutzten unteren Grundwasserhorizonte der Nördlichen Vollsotter-Abfolge mit 70 mm/a, entsprechend ca. 2,2 l/s · km² abgeschätzt (s. Kap. 2.2).

Im Wesentlichen findet die Grundwasserneubildung im tertiären Grundwasserleiter jedoch in den entfernteren Bereichen des Grundwassereinzugsgebiets des Brunnens, das sich im Molassebecken in Richtung Süden bis Südwesten erstreckt, statt. Auf Grund der großen Erstreckung des Grundwassereinzugsgebiets und unter Berücksichtigung der bisherigen Betriebserfahrungen in den umliegenden Gewinnungsgebieten Baldershausen und Hohenthann, die gezeigt haben, dass es auch infolge der langjährigen Entnahmen zu keinen fortschreitenden Absenkungen der Druckwasserspiegel im Tertiär gekommen ist, kann festgestellt werden, dass die Grundwasserentnahme von zusätzlich 800.000 m³/a aus dem Brunnen I Burghart durch das Grundwasserdargebot gedeckt ist. Die Gesamtentnahme von 800.000 m³/a aus dem Gewinnungsgebiet Burghart entspricht einer kontinuierlichen Förderung von insgesamt ca. 25,4 l/s. Bei einer Grundwasserneubildungsrate von ca. 2,2 l/s · km² und einer kontinuierlichen Entnahme von 25,4 l/s entspricht dies einer Bilanzdeckungsfläche von ca. 11,5 km². Diese Fläche ist in Anlage 9 dargestellt und reicht etwa bis ca. 3,5 km in südwestlicher Richtung des Brunnens I Burghart. Die Erstreckung des Einzugsgebietes reicht wesentlich weiter nach Süden, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die beantragte Entnahme durch das Grundwasserdargebot gedeckt ist.

5.4 Allgemeine Beurteilung der Flächennutzung im Einzugsgebiet

Die Flächen im Einzugsgebiet des Brunnens I Burghart des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe werden überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt (siehe Anlage 11). Eine

überschlägige Erhebung der Flächennutzung im Einzugsgebiet des Brunnen I Burghart anhand der digitalen Ortskarte (DOK) der Bayerischen Vermessungsverwaltung (Datenquelle: www.geodaten.bayern.de) ergab einen Anteil von landwirtschaftlich genutzter Fläche von ca. 65 % und von forstwirtschaftlich genutzter Fläche von ca. 28 %. Gewerbe- und Siedlungsflächen wurden mit einem Flächenanteil von ca. 3 % ermittelt, der Anteil von Straßen und Wegen beträgt ca. 4 %. Bei den landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet beträgt der Anteil an Ackerland etwa 82 %, der Anteil von Grünland ca. 8 % und der Anteil von Hopfenanbauflächen ca. 9 %.

Der Brunnen I Burghart und dessen Einzugsgebiet liegen laut Regionalplan Südostoberbayern weder in einem Naturschutzgebiet noch in einem Landschaftsschutzgebiet oder FFH-Gebiet, einige Flächen sind als Vorranggebiet für Windenergienutzung ausgewiesen (siehe Anlage 11).

Nach dem „Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern“ des BAYER. LANDESAMTS FÜR UMWELT liegt der Brunnen I Burghart und dessen Zustrombereich nicht in einem Überschwemmungsgebiet (100-jähriges Hochwasser).

6 Beurteilung der hydrochemischen Zusammensetzung des Wassers am Standort des Brunnen I Burghart

Zur Beurteilung der hydrochemischen Zusammensetzung des Grundwassers im Bereich des Brunnen I Burghart wurden Untersuchungsergebnisse des Wassers aus dem Brunnen I Burghart, aus der Versuchsbohrung zum Brunnen I Burghart (VB Burghart), aus den Vorfeldmessstellen des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig, sowie von den amtlichen Messstellen Egg T1 und Egg T2 des Wasserwirtschaftsamtes Landshut ausgewertet. Zur Beurteilung der Nitratsituation im Grundwasserleiter standen zusätzlich Analysenergebnisse von einem ca. 1 km nordwestlich bei der Hofstelle Lurz liegenden Hofbrunnen, sowie der Quelle Burghart zur Verfügung. Diese erschließen den oberen Horizont des Hauptgrundwasserleiters in der Nördlichen Vollschorter-Abfolge.

Für den Brunnen I Burghart wurden die Analysenergebnisse der im Rahmen der Eigenüberwachungsverordnung (EÜV) entnommenen Wasserproben der Jahre 2015 bis 2023 ausgewertet. Die Untersuchungsergebnisse der Probenahme am Brunnen I Burghart vom 04.07.2023

sind als Anlage 3 der Antragsunterlagen für die wasserrechtliche Genehmigung beigelegt. Darüber hinaus wurden die Resultate der hydrochemischen Untersuchungen während des Pumpversuchs bei der Erstellung des Brunnen I Burghart herangezogen. Diese sind in Anlage 5.2 der wasserrechtlichen Antragsunterlagen enthalten. Die Vorfeldmessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig wurden seit ihrer Erstellung im Jahr 2016 parallel zur Analytik am Brunnen I Burghart ebenfalls mindestens jährlich beprobt und auf ausgewählte Parameter untersucht. Zusätzlich liegen Analysenwerte aus Beprobungen der verschiedenen erschlossenen Grundwasserhorizonte während der Pumpversuche bei Erstellung der Vorfeldmessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig im Jahr 2016 sowie der VB Burghart aus dem Jahr 2013 vor. Von den amtlichen Messstellen Egg T1 und Egg T2 liegen ebenfalls Analysenergebnisse von Beprobungen der verschiedenen erschlossenen Grundwasserhorizonte vor.

6.1 Allgemeine chemisch-technische und mikrobiologische Beurteilung des Wassers aus dem Brunnen I Burghart und aus den Vorfeldmessstellen

Die Ergebnisse der wichtigsten chemisch-technischen Parameter ausgesuchter Untersuchungen des Brunnenrohwassers des Brunnen I Burghart aus dem Jahr 2015 sowie 2020 bis 2023 und der jüngsten Analyse des Grundwassers aus den Vorfeldmessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig vom 05.07.2023 sind in Tabelle 13 zusammengestellt. Eine Darstellung der zeitlichen Entwicklung ausgewählter Parameter des Wassers aus dem Brunnen I Burghart sowie aus den Vorfeldmessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig der Jahre 2016 bis 2023 (soweit vorhanden) in Form von Ganglinien zeigt Anlage 12. Bei den dargestellten Ergebnissen handelt es sich jeweils um das Mischwasser aus den verfilterten Grundwasserhorizonten hier also um den mittleren und den unteren Grundwasserhorizont in der Nördlichen Vollschorer-Abfolge.

Das aus dem Brunnen I Burghart sowie aus den Vorfeldmessstellen Dürnwind und Steig entnommene Grundwasser entspricht dem Typ „normal erdalkalisch, überwiegend hydrogen-carbonatisch.

Die sensorischen Prüfungen des Rohwassers aus dem Brunnen I Burghart zeigten in den vorliegenden Untersuchungen keine Auffälligkeiten. Der pH-Wert lag zwischen 7,38 und 7,62. Die spez. elektrische Leitfähigkeit des Brunnenwassers lag zwischen 520 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 580 $\mu\text{S}/\text{cm}$, an den Vorfeldmessstellen liegt diese mit Werten bis 710 $\mu\text{S}/\text{cm}$ etwas höher.

Das Brunnenwasser weist 5,1 mg/l bis 6,3 mg/l an gelöstem Sauerstoff auf. Dieser liegt im Wasser der Vorfeldmessstellen mit Werten bis 9,0 mg/l ebenfalls etwas höher als im Brunnenwasser. Die Wassertemperaturen vor Ort wurden zwischen 12,2°C und 13,3°C gemessen.

Auf der Kationenseite dominieren im genutzten Grundwasser die Erdalkalien Calcium mit 70,3 mg/l bis 75,1 mg/l im Brunnenwasser und 93,2 mg/l bzw. 86,5 mg/l in den Messstellen, sowie Magnesium mit 30,1 mg/l bis 31,9 mg/l. Die Natrium- und Kaliumgehalte liegen mit Werten zwischen 3,3 mg/l bis 5,6 mg/l bzw. mit Werten von weniger als 1 mg/l im zu erwartenden Bereich.

Bei den Anionen herrscht das Hydrogencarbonat mit rund 299 mg/l bis 336 mg/l vor. Die Chloridgehalte im Wasser aus dem Brunnen I Burghart lagen bei Werten zwischen 6,5 mg/l und 12,5 mg/l. Mit Werten von 11,8 mg/l bis 20,0 mg/l liegen etwas erhöhte Gehalte an Sulfat vor. Die Chlorid- und Sulfatwerte an den Messstellen liegen mit Werten zwischen 28 mg/l und 39 mg/l bzw. 26 mg/l bis 28 mg/l etwas höher.

Der Nitratgehalt wurde im Wasser aus dem Brunnen I Burghart bei der Beprobung bei Inbetriebnahme im Jahr 2015 mit 8,5 mg/l bestimmt und lag in der Probe vom 04.07.2023 bei 19 mg/l. Hier ist eine kontinuierliche Erhöhung der Werte zu beobachten. In den Vorfeldmessstellen liegen die Nitratwerte mit über 40 mg/l deutlich höher (siehe Kapitel 6.2).

Bei den für die Aufbereitung relevanten Parametern war Eisen im Brunnenwasser mit 0,034 mg/l bis 0,048 mg/l nachweisbar, in den Vorfeldmessstellen unter der Nachweisgrenze. Diese Gehalte liegen unter dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,2 mg/l. Mangan wurde bisher nur im Brunnenwasser in der Probe vom 22.10.2015 mit einem Wert von 0,006 mg/l nachgewiesen und liegt ebenfalls unter dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,05 mg/l. Der Arsengehalt lag bei den untersuchten Proben bei maximal 0,002 mg/l und damit ebenso unter dem Grenzwert der TVO von 0,01 mg/l. Aufgrund der zu erwartenden nicht unerheblichen Ausfällung von Eisen bei Belüftung des Wassers aus dem Brunnen I Burghart wird das Wasser mittels Aufbereitungsanlage aufbereitet.

Tabelle 13 Hydrochemische Zusammensetzung des Rohwassers aus dem Brunnen I Burghart sowie aus den Vorfeldmessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig

Datum	Brunnen I Burghart					GwM 1 Dürnwind	GwM 2 Steig
	22.10.2015	23.07.2020	21.07.2021	20.07.2022	04.07.2023	05.07.2023	05.07.2023
Wassertemperatur [°C]	12,2	12,6	12,4	13,3	11,9	11,3	12,4
pH-Wert	7,38	7,57	7,41	7,67	7,62	7,54	7,6
spez.elekt. Leitfähigkeit* [µS/cm]	520/520	572/579	569 / 559	577 / 562	580 / 585	710 / 712	658 / 642
Gesamthärte [°dH]	16,7	17,4	17,5	17,6	17,4	20,2	19
DOC [mg/l]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,50
Sauerstoff (O ₂) [mg/l]	5,1	5,2	5,4	5,4	6,3	9	8
Basekapazität [mmol/l]	0,46	0,31	0,27	0,35	0,35	0,32	0,28
Calcium (Ca ²⁺) [mg/l]	70,3	74,3	75	75,1	74,3	93,2	86,5
Magnesium (Mg ²⁺) [mg/l]	30,1	30,6	30,7	30,9	30,5	31,9	30,7
Natrium (Na ⁺) [mg/l]	3,5	3,5	3,3	3,4	3,4	5,6	3,2
Kalium (K ⁺) [mg/l]	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,64	0,64
Chlorid (Cl ⁻) [mg/l]	6,5	11,5	12,1	12,5	12,5	39	28
Sulfat (SO ₄ ²⁻) [mg/l]	11,8	18,7	19,8	19,6	20	28	26
Nitrat (NO ₃ ⁻) [mg/l]	8,5	18,3	18,6	19,7	19	41	43
Hydrogenkarbonat (HCO ₃ ⁻) [mg/l]	322	327	328	329	329	336	299
Eisen, ges. (Fe) [mg/l]	0,034	0,039	0,042	0,043	0,048	< 0,010	< 0,010
Mangan, ges. (Mn) [mg/l]	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,010	< 0,010
Arsen (As) [mg/l]	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,0012	< 0,0010
PSM-Summe [µg/l]	0	0	0	0,02	0,03	0,4	0,09

* bei 25°C; vor Ort / Labor
n.u. nicht untersucht

Die Basekapazität liegt im Wasser aus dem Brunnen I Burghart mit 0,27 mmol/l bis 0,46 mmol/l über dem Bereich des geforderten Richtwerts der DIN 50930 / EN 12052 von < 0,2 mmol/l. Die Gefahr der gleichmäßigen Flächenkorrosion gegenüber schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen kann nicht ausgeschlossen werden.

Im Rohwasser aus dem Brunnen I Burghart waren Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte bis zur Probenahme im Jahr 2021 nicht nachzuweisen (siehe Tabelle 13). In den Proben der Jahre 2022 und 2023 wurde im Rohwasser des Brunnen I Burghart Desethylatrazin mit zuletzt 0,03 µg/l nachgewiesen. Im Grundwasser aus den Vorfeldmessstellen Dürnwind und Steig

wurden seit der Erstellung im Jahr 2016 Gehalte an Atrazin, Desethylatrazin, Atrazindesethyldeisopropyl und Bentazon gemessen (näheres hierzu siehe Kapitel 6.2).

Im Rohwasser aus dem Brunnen I Burghart wurden die in der jeweils gültigen Fassung der Trinkwasserverordnung festgelegten Grenzwerte bei allen vorliegenden Untersuchungen eingehalten.

Zudem war das Rohwasser aus dem Brunnen I Burghart nach den vorliegenden Analysenergebnissen und nach Auskunft des Wasserzweckverbands stets bakteriologisch einwandfrei.

6.2 Beurteilung der Nitrat- und Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im näheren Anstrombereich des Brunnen I Burghart

Zur Beurteilung der Nitrat- und Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen des durch den Brunnen I Burghart genutzten Grundwasserleiters wurden neben den Untersuchungsergebnissen des Rohwassers des Brunnen I Burghart und der Versuchsbohrung Untersuchungsergebnisse von Probenahmen an der GwM 1 Dürnwind, der GwM 2 Steig, den Messstellen des Wasserwirtschaftsamts Landshut Egg T1 und Egg T2 sowie an der ca. 390 m südöstlich des Brunnen I Burghart liegenden Quelle Burghart für die Jahre 2015 bis 2023 ausgewertet.

Bei Erstellung der Vorfeldmessstellen Dürnwind (November 2016) und Steig (Dezember 2016) sowie der Versuchsbohrung Burghart (Mai/Juni 2013) wurden die einzelnen Grundwasserhorizonte des Hauptgrundwasserleiters in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge jeweils getrennt beprobt und u.a. der Nitratgehalt sowie der Gehalt ausgewählter Pflanzenschutzmittel wie Atrazin, Desethylatrazin und Bentazon in den Grundwasserproben bestimmt. An der Doppel-Messstelle Egg des Wasserwirtschaftsamtes Landshut sind ebenfalls getrennte Beprobungen der einzelnen Grundwasserhorizonte möglich. Die Messstelle Egg T1 erschließt den mittleren und unteren Grundwasserhorizont, die nur wenige Meter entfernt liegende Messstelle Egg T2 erschließt nur den oberen Horizont des Grundwasserkörpers in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge. Hierdurch können Aussagen über die Belastungen der einzelnen Horizonte des Grundwasserleiters getroffen werden. Des Weiteren liegen neben den Untersuchungsergebnissen für das Wasser aus dem Brunnen I Burghart Ergebnisse von regelmäßig durchgeführten Grundwasseruntersuchungen gemäß EÜV an den Messstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig für das Mischwasser aus den erschlossenen Grundwasserhorizonten

(jeweils wie im Brunnen I Burghart der mittlere und der untere Horizont in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge) für die Jahre 2016 bis 2023 vor. Ebenso liegen jährliche Untersuchungsergebnisse für die Messstelle Egg T2 aus den Jahren 2016 bis 2023 und für die Messstelle Egg T1 aus den Jahren 2016 und 2019 vor. Mit den vorliegenden Untersuchungsergebnissen können Aussagen zu den Nitrat- und PSM-Gehalten des Grundwassers in den einzelnen Horizonten im Speziellen und über den Zustand des Grundwasserkörpers im Allgemeinen im Anstrombereich des Brunnen I Burghart getroffen werden.

Nitrat:

Die Nitratgehalte aus den tiefenzonierten Probenahmen für die einzelnen Grundwasserhorizonte bei der Erstellung der Grundwasseraufschlüsse sind in der Tabelle 14 zusammengestellt und in den Anlagen 13a und 13b als Ergänzung in den Hydrogeologischen Profilschnitten A und B für die einzelnen Grundwasserhorizonte eingetragen.

Die Beprobungen der einzelnen Grundwasserhorizonte zeigen, dass davon auszugehen ist, dass die Belastung mit zunehmender Tiefe abnimmt (siehe Tabelle 14), wobei der im Grundwasser aus dem mittleren Horizont in der GwM 2 Steig bei der Beprobung am 13.12.2016 einen Wert von 55 mg/l aufwies und damit deutlich über dem im oberen Grundwasserhorizont an der Messstelle Egg T2 gemessenen Wert von 42 mg/l lag. Die Ergebnisse der tiefenzonierten Beprobungen der einzelnen Grundwasserhorizonte des Hauptgrundwasserleiters in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge zeigen deutlich, dass die drei Grundwasserhorizonte hydraulisch miteinander verbunden sind und ein Transport von anthropogenen Stoffen auch in tiefere Bereiche des Grundwasserkörpers stattfindet.

In Tabelle 14 sind zudem die Nitratgehalte von Beprobungen des Mischwassers der im Brunnen I Burghart bzw. den Grundwassermessstellen erschlossenen Grundwasserhorizonten aus dem Jahr 2016 und der aktuellsten Beprobungen aus 2023 bzw. 2019 (Egg T2) zusammengestellt sowie in der Anlage 13c als Ergänzung in den Hydrogeologischen Profilschnitten A und B eingetragen. Eine Darstellung der zeitlichen Entwicklung ausgewählter Parameter des Wassers aus dem Brunnen I Burghart, den Vorfeldmessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig sowie der Messstellen Egg T1 und T2 der Jahre 2016 bis 2023 (soweit vorhanden) der Jahre 2015 bis 2023 in Form von Ganglinien zeigt Anlage 14. Bei den dargestellten Ergebnissen handelt es sich jeweils um das Mischwasser aus den verfilterten Grundwasserhorizonten,

hier also mit Ausnahme der Messstelle Egg T2, die nur im oberen Horizont verfiltert ist, um den mittleren und den unteren Grundwasserhorizont in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge.

Tabelle 14: Nitratkonzentration in mg/l in den einzelnen Grundwasserhorizonten in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge an Grundwasseraufschlüssen im Untersuchungsgebiet (aus verschiedenen Probenahmen 2013-2023)

	Schichtwasser	oberer Gw-Horizont	mittlerer Gw-Horizont	unterer Gw-Horizont	Mischwasser (mittlerer und unterer Horizont)
Brunnen I Burghart	-	-	-	-	8,5/19 (22.10.15)/(04.07.2023)
VB Burghart	-	-	11,7 (27.05.13)	4,3 (07.06.13)	11/19 (28.10.16)/(04.07.2023)
GwM 1 Dürnwind	-	-	39,6 (24.11.16)	36,9 (25.11.16)	38,1/41 (14.11.16)/(05.07.2023)
GwM 2 Steig	-	-	55 (13.12.16)	41,2 (14.12.16)	42,9/43 (12.12.16)/(05.07.2023)
GwM Egg T1	-	-	42 (12.05.16)	37 (12.05.16)	43/47 (07.07.16)/(11.12.2019)
GwM Egg T2	-	42/45 (12.05.16)/(07.09.2023)	-	-	
Quelle Burghart	78/40 (2014)/(04.07.2023)	-	-	-	
Hofbrunnen Lurz		30/42 (30.04.1997)/(13.07.17)			

Die Nitratwerte der Mischproben in den Grundwasseraufschlüssen (jeweils aus dem mittleren und unteren Grundwasserhorizont der Nördlichen Vollschotter-Abfolge) zeigen räumlich deutlich unterschiedliche Belastungen. Die Nitratwerte im Brunnen I Burghart liegen derzeit bei ca. 19 mg/l. Demgegenüber sind die Nitratgehalte in den im Grundwasseranstrombereich des Brunnens liegenden Messstellen mit Werten von bis zu 47 mg/l deutlich höher und liegen damit nur knapp unter dem in der Trinkwasserverordnung festgelegten Grenzwertes von 50 mg/l, was auch gleichzeitig der Schwellenwert für Nitrat in der Grundwasserverordnung (GrwV) ist. Nach der GrwV (§ 10, Abs. 2) sind Maßnahmen zur Trendumkehr erforderlich, wenn die Schadstoffkonzentration drei Viertel des Schwellenwertes, bei Nitrat also 37,5 mg/l, erreicht.

Herkunft des Nitrats im genutzten Grundwasserleiter:

Laut dem Abschlussbericht zur Projektphase I (2014 – 2018) des Forschungsprojekts „Landwirtschaft und Grundwasserschutz in den Gebieten Hohenthann, Pfeffenhausen und Rotten-

burg a.d. Laaber des BAYERISCHEN LANDESAMTS FÜR UMWELTSCHUTZ (Februar 2019) ist anhand des langjährigen zeitlichen Verlaufs der Nitrat-, Hydrogenkarbonat-, Sulfat- und Chloridkonzentrationen im Brunnenwasser eine Identifikation bzw. Eingrenzung von Nitratabbauprozessen möglich. „Da beim chemo-organotrophen Abbau Hydrogenkarbonat und beim chemo-lithotrophen Abbau Sulfat freigesetzt wird, lässt sich in solchen langen Zeitreihen anhand eines Anstieges der Hydrogenkarbonat- bzw. Sulfatkonzentration bei gleichbleibenden Nitratgehalten bewerten, ob ein Nitratabbaupotential vorliegt (DVGW 2013). Kommt es zu einer Aufzehrung dieses Abbaupotenzials steigen die Hydrogenkarbonat- bzw. Sulfatkonzentrationen nicht weiter an und es kommt zum Durchbruch hoher Nitratkonzentrationen. Liegt kein Denitrifikationspotential vor, bleibt die Hydrogenkarbonatkonzentration in der Regel konstant und es kommt zu relativ parallelen Anstiegen der Nitrat-, Sulfat- und Chloridkonzentrationen. Mit diesen Anstiegen zeigt sich dann der zunehmende anthropogene Einfluss der ehemals unbelasteten Schichten im tertiären Hauptgrundwasserstockwerk.“(Abschlussbericht zur Projektphase I (2014 – 2018) des Forschungsprojekts „Landwirtschaft und Grundwasserschutz in den Gebieten Hohenthann, Pfeffenhausen und Rottenburg a.d. Laaber des BAYERISCHEN LANDESAMTS FÜR UMWELT, Februar 2019).

Im Rohwasser des Brunnen I Burghart ist bei den Parametern spez. elektrische Leitfähigkeit (25°C), Nitrat, Sulfat und Chlorid ein relativ paralleler kontinuierlicher Anstieg seit 2015 festzustellen (siehe Anlage 14). Die Erhöhung dieser Stoffkombination bei gleichzeitig weitgehend konstant bleibendem Hydrogenkarbonatgehalt zeigt eine Zunahme von anthropogenen Einträgen in das am Brunnen I Burghart entnommene Grundwasser.

Im Abschlussbericht zur Projektphase I (2014 – 2018) des Forschungsprojekts „Landwirtschaft und Grundwasserschutz in den Gebieten Hohenthann, Pfeffenhausen und Rottenburg a.d. Laaber des BAYERISCHEN LANDESAMTS FÜR UMWELTSCHUTZ (Februar 2019) wurden Untersuchungen zur Herkunft des Nitrats in dem Grundwasser des im Brunnen Burghart genutzten tertiären Hauptgrundwasserstockwerks durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts weisen darauf hin, dass der Eintrag des Nitrats im Grundwasser des tertiären Hauptgrundwasserstockwerks im Bereich Rottenburg a. d. Laaber/Pfeffenhausen überwiegend aus Gülle erfolgt.

Zusätzlich zu den Untersuchungen des tieferen tertiären Grundwassers wurden an der ca. 390 m südöstlich des Brunnen I Burghart liegenden Quelle Burghart chemische Untersuchungen dieses oberflächennahen Grundwasservorkommens durchgeführt. Die Nitratwerte des Wassers aus dieser Quelle sanken von 78,1 mg/l im Jahr 2014 auf 50,6 mg/l im Jahr 2018. Diese deutliche Verminderung des Nitratgehalts des Quellwassers dürfte darauf zurückzuführen sein, dass in einem Großteil des Einzugsgebiets der Quelle Burghart seit 2015 das ohne Düngung auskommende ungarische Riesenweizengras (Szarvasigras) angebaut wird.

Abschließend ist festzustellen, dass durch die in den Grundwassermessstellen GwM 1 Dürnwind, GwM 2 Steig sowie GwM Egg T1 und GwM Egg T2 gemessenen Nitratgehalte von durchgehend über 40 mg/l im Jahr 2023 (siehe Tabelle 14, Anlage 13c sowie Anlage 14) mit steigender Tendenz ein erheblicher Nitratreintrag im weiteren Einzugsgebiet des Brunnen I Burghart stattfinden muss. Im Brunnen I Burghart hat sich der Nitratgehalt im Brunnenwasser seit Inbetriebnahme im Jahr 2015 von ca. 9 mg/l auf 19 mg/l im Jahr 2023 mehr als verdoppelt, was zeigt, dass die Nitratfracht auch in den unteren Bereichen des Grundwasserleiters deutlich ansteigt.

Pflanzenschutzmittel:

Die bei den tiefenzonierten Probenahmen für die einzelnen Grundwasserhorizonte bei der Erstellung der Grundwasseraufschlüsse gemessenen Gehalte an Atrazin und Desethylatrazin sind in den Tabellen 15 und 16 zusammengestellt.

Die Ergebnisse der tiefenzonierten Beprobungen der einzelnen Grundwasserhorizonte des Hauptgrundwasserleiters in der Nördlichen Vollschorter-Abfolge zeigen deutlich, dass die drei Grundwasserhorizonte hydraulisch miteinander verbunden sind und ein Transport von anthropogenen Stoffen auch in tiefere Bereiche des Grundwasserkörpers stattfindet.

Das Pflanzenschutzmittel Atrazin war weder im Brunnenwasser noch im Wasser aus den in der Versuchsbohrung VB Burghart beprobten Grundwasserhorizonten nachzuweisen. Es konnte dagegen im mittleren Horizont der GwM 1 Dürnwind, in der GwM Egg T2 (oberer Horizont erschlossen) sowie im Mischwasser aus der GwM Egg T1 nachgewiesen werden (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: Atrazinkonzentration [$\mu\text{g/l}$] in den einzelnen Grundwasserhorizonten in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge an Grundwasseraufschlüssen im Untersuchungsgebiet (aus verschiedenen Probenahmen 2013-2023)

	Schichtwasser	oberer Gw-Horizont	mittlerer Gw-Horizont	unterer Gw-Horizont	Mischwasser (mittlerer und unterer Horizont)
Brunnen I Burghart	-	-	-	-	n.n./n.n. (22.10.15)/(04.07.2023)
VB Burghart	-	-	n.n. (27.05.13)	n.n. (07.06.13)	n.b.
GwM 1 Dürnwind	-	-	0,03 (24.11.16)	n.n. (25.11.16)	n.n./0,07 (14.11.16)/(05.07.2023)
GwM 2 Steig	-	-	n.n. (13.12.16)	n.n. (14.12.16)	n.n./n.n. (12.12.16)/(05.07.2023)
GwM Egg T1	-	-	n.b.	n.b.	0,05/0,05 (10.05.16)/(11.12.2019)
GwM Egg T2	-	0,07/0,1 (10.05.16)/(07.09.2023)	-	-	

n.n.: < Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze

n.b.: nicht bestimmt

Tabelle 16: Desethylatrazinkonzentration [$\mu\text{g/l}$] in den einzelnen Grundwasserhorizonten in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge an Grundwasseraufschlüssen im Untersuchungsgebiet (aus verschiedenen Probenahmen 2013-2023)

	Schichtwasser	oberer Gw-Horizont	mittlerer Gw-Horizont	unterer Gw-Horizont	Mischwasser (mittlerer und unterer Horizont)
Brunnen I Burghart	-	-	-	-	n.n./0,03 (22.10.15)/(04.07.2023)
VB Burghart	-	-	n.n. (27.05.13)	n.n. (07.06.13)	n.b.
GwM 1 Dürnwind	-	-	0,16 (24.11.16)	0,07 (25.11.16)	0,12/0,27 (14.11.16)/(05.07.2023)
GwM 2 Steig	-	-	0,15 (13.12.16)	0,03 (14.12.16)	0,06/0,05 (12.12.16)/(05.07.2023)
GwM Egg T1	-	-	n.b.	n.b.	0,15/0,26 (10.05.16)/(11.12.2019)
GwM Egg T2	-	0,21/0,23 (10.05.16)/(07.09.2023)	-	-	

n.n.: < Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze

n.b.: nicht bestimmt

Desethylatrazin als Abbauprodukt von Atrazin war im Brunnenwasser bei der Beprobung im Jahr 2015 und in den tiefenzonierten Proben aus der VB Burghart nicht nachzuweisen. Es wurde aber sowohl im mittleren als auch im unteren Grundwasserhorizont sowie im Misch-

wasser an allen weiteren Grundwassermessstellen in Konzentrationen von 0,03 µg/l bis 0,21 µg/l gemessen (siehe Tabelle 16).

In den Tabellen 15 und 16 sind zudem die gemessenen Gehalte an Atrazin und Desethylatrazin von Beprobungen des Mischwassers der im Brunnen I Burghart bzw. den Grundwassermessstellen erschlossenen Grundwasserhorizonte aus dem Jahr 2016 und der aktuellsten Beprobungen aus 2023 bzw. 2019 (Egg T2) zusammengestellt sowie in der Anlage 13d als Ergänzung in den Hydrogeologischen Profilschnitten A und B eingetragen.

Eine Darstellung der zeitlichen Entwicklung ausgewählter Parameter des Wassers aus dem Brunnen I Burghart, den Vorfeldmessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig sowie der Messstellen Egg T1 und T2 der Jahre 2016 bis 2023 (soweit vorhanden) in Form von Ganglinien zeigt Anlage 14. Bei den dargestellten Ergebnissen handelt es sich jeweils um das Mischwasser aus den verfilterten Grundwasserhorizonten, hier also mit Ausnahme der Messstelle Egg T2, die nur im oberen Horizont verfiltert ist, um den mittleren und den unteren Grundwasserhorizont in der Nördlichen Vollsotter-Abfolge.

Der Grenzwert für Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe in der aktuellen Fassung der Trinkwasserverordnung (24.06.2023) liegt bei 0,1 µg/l für die Einzelsubstanz und 0,5 µg/l für die Summe Pflanzenschutzmittel.

Das Herbizid Bentazon liegt im unter der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze. In der GwM 1 Dürnwind wurde es bei der tiefenzonierten Probenahme im Jahr 2016 im mittleren Horizont des Grundwasserleiters in einer Konzentration von 0,02 µg/l gemessen, im unteren Horizont und im Mischwasser lag der Wert unter der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze. In der GwM 2 Steig wurde Bentazon im Jahr 2016 in Konzentrationen von 0,03 µg/l bzw. 0,06 µg/l sowohl im mittleren als auch im unteren Horizont nachgewiesen, im Mischwasser lag es bei der Beprobung während des Pumpversuchs unter der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze. In den Messstellen Egg T1 und Egg T2 wurde Bentazon bei der Probenahme im Jahr 2016 ebenfalls in einer Konzentration von 0,09 µg/l bzw. 0,06 µg/l nachgewiesen.

In den jährlichen Untersuchungen des Grundwassers aus der GwM 2 Steig der Jahre 2017 bis 2023 wurden Desethylatrazin und Bentazon jeweils in Konzentrationen von bis zu 0,05 µg/l und 0,06 µg/l nachgewiesen. Im in der GwM Egg T2 aufgeschlossenen oberen Grundwasser-

horizont lag die Konzentration von Bentazon im Jahr 2016 bei 0,14 µg/l. Im Mischwasser aus beiden Horizonten in der GwM Egg T1 lag der Wert für Bentazon im Jahr 2016 bei 0,09 µg/l.

Zudem wurden in der Messstelle Egg T2 bei der aktuellen Probenahme vom 07.09.2023 folgende Pflanzenbehandlungsmittel bzw. deren Metabolite in den angegebenen Konzentrationen nachgewiesen: Desethyl-desisopropylatrazin 0,098 µg/l, Atrazin 0,096 µg/l, Desethylatrazin 0,23 µg/l, Bentazon 0,040 µg/l, Chloridazon-Metabolit B 0,45 µg/l, Metazachlor-Metabolit BH 479-8 0,18 µg/l, Metolachlor-Metabolit CGA 380168/CGA 354743 0,55 µg/l, Dimethachlor-Metabolit CGA 369873 0,21 µg/l.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass durch die in den Grundwassermessstellen GwM 1 Dürnwind, GwM 2 Steig sowie GwM Egg T1 und GwM Egg T2 gemessenen Gehalte an Atrazin und Desethylatrazin mit deutlich steigender Tendenz und der Nachweis von Desethylatrazin im Brunnen I Burghart seit 2021 sowie der Nachweis anderer Pflanzenschutzmittel im genutzten Grundwasserleiter, auch in den tieferen Grundwasserhorizonten ein erheblicher Eintrag im weiteren, sprich im südlich der Grundwassermessstellen liegenden Einzugsgebiet des Brunnen I Burghart stattfinden muss. Bei einigen nachgewiesenen Substanzen liegen die Werte z.T. deutlich über dem aktuellen Grenzwert der Trinkwasserverordnung.

6.3 Beurteilung isotopehydrologischer Untersuchungen

Zur Bestimmung der Alterszusammensetzung des Grundwassers im Gewinnungsgebiet Burghart wurden während des Pumpversuchs am Brunnen I Burghart am 03.03.2014 Wasserproben entnommen und vom Labor Hydroisotop, Schweitenkirchen, auf ³H (Tritium), ²H (Deuterium), ¹⁸O (Sauerstoff-18) sowie auf ⁸⁵Kr (Krypton-85) untersucht. Hierbei handelt es sich um ein Mischwasser aus beiden (mittlerer und unterer) im Brunnen erschlossenen Grundwasserhorizonten der nördlichen Vollschotter-Abfolge. Der vollständige Untersuchungsbericht hierzu ist in Anhang 6 in Anlage 5.2 der wasserrechtlichen Antragsunterlagen zu finden. Im Rahmen des Pumpversuchs an der Versuchsbohrung VB Burghart wurden Wasserproben aus den verschiedenen erschlossenen Grundwasserhorizonten in der Nördlichen Vollschotter-Abfolge entnommen und ebenfalls vom Labor Hydroisotop, Schweitenkirchen, auf ³H (Tritium), ²H (Deuterium) und ¹⁸O (Sauerstoff) untersucht.

Die Ergebnisse der Isotopenbestimmungen sind in Tabelle 17 zusammengestellt.

Deuterium und Sauerstoff-18

Die stabilen Isotope des Wassermoleküls Deuterium (^2H) und Sauerstoff-18 (^{18}O) zeigen in verschiedenen Grundwasserproben typische Konzentrationsunterschiede. Sie sind Ursache verschiedener physikalischer Prozesse, in erster Linie gehen sie jedoch auf die jahreszeitlich unterschiedliche, mit der Temperatur zunehmende Verdunstung zurück. Dies führt zu einer An- oder Abreicherung dieser Isotope in der Atmosphäre. Winterniederschläge weisen deshalb gegenüber Sommerniederschlägen deutlich geringere Gehalte dieser Isotope auf. In gleicher Weise tritt bei Oberflächengewässern mit geringem Wasseraustausch eine Anreicherung an stabilen Isotopen auf, wenn sie der Verdunstung ausgesetzt sind.

Messergebnisse der stabilen Isotope werden in der sog. δ -Notation angegeben, die die relativen Abweichungen, bezogen auf internationale Standards wie dem hier verwendeten VSMOW (Vienna Standard of Mean Ocean Water), bezeichnen.

Die Isotopengehalte von Niederschlägen liegen meist auf der sog. Niederschlagsgeraden (mean meteoric water line) und entsprechen im Allgemeinen der bei CRAIG (1961) beschriebenen linearen Beziehung, die lautet:

$$\delta^2\text{H} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 10 \text{ ‰}.$$

Sie können aber regional geringfügig davon abweichen. Liegen die Wertepaare unterhalb dieser Geraden, so deutet dies in Verbindung mit Oberflächenwässern auf Verdunstungsprozesse hin.

Wegen der größeren Schwankungen der ^2H - und ^{18}O -Isotopengehalte der Niederschläge lassen sich durch stärker differierende Gehalte dieser Isotope im Grundwasser schnell abfließende Grundwasserkomponenten nachweisen. In größeren, gut durchmischten Grundwasservorkommen treten diese Schwankungen nicht auf.

In der Probe vom 03.03.2014 aus dem Brunnen I Burghart wurde ein Deuteriumgehalt (^2H) von -73,2 ‰_{VSMOW} bestimmt. Der ^{18}O -Gehalt lag bei -10,44 ‰. Das für das Wasser aus dem

Brunnen I Burghart ermittelte Wertepaar liegt damit nahe der mittleren globalen Niederschlagsgeraden. Die Firma Hydroisotop GmbH stuft das Wertepaar in den Wertebereich, „wie er für rezente bzw. holozän neugebildete Grundwässer der Region als typisch anzusehen ist“, ein. „Hinweise auf Anteile sehr alter, im kaltzeitlichen Pleistozän gebildeter Grundwässer oder auf hochgelegene Neubildungsgebiete liegen auf Grundlage der stabilen Isotope nicht vor“ (siehe Anhang 6 der Anlage 5.2 der wasserrechtlichen Unterlagen). Das Isotopenwertepaar entspricht auch den Messwerten der beiden aus der Versuchsbohrung entnommenen Wasserproben (siehe Tab. 17).

Tabelle 17: Ergebnisse der Isotopenbestimmungen im Wasser aus dem Brunnen I Burghart und der Versuchsbohrung VB zum Brunnen I Burghart

Probenahmeort und -datum	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	Deuterium-Exzess (‰)	Tritium (TU)	^{85}Kr dpm/ml Kr
Brunnen I Burghart (Mischwasser) 03.03.2014	-10,44	-73,2	10,32	$1 \pm 0,36$	$1,3 \pm 0,1$
Versuchsbohrung (mittlerer Horizont) 27.05.2013	-10,46	-73,3	10,38	$1 \pm 0,6$	-
Versuchsbohrung (unterer Horizont) 07.06.2013	-10,38	-74,6	8,44	< 0,6	-

Erläuterung zu den Einheiten und Standardabweichungen:

^3H : in Tritiumeinheiten (TU) mit zweifacher Standardabweichung. 1 TU = 0,119 Bq/l; Ergebnis bezogen auf Messdatum (keine Halbwertszeitkorrektur)

$\delta^{18}\text{O}$: bezogen auf VSMOW-Std.: $1\sigma = \pm 0,1 \text{ ‰}$

$\delta^2\text{H}$: bezogen auf VSMOW -Std.: $1\sigma = \pm 1,0 \text{ ‰}$

Tritium

Das im Wassermolekül (H_2O) enthaltene Wasserstoffisotop ^3H ($^1\text{H}^3\text{HO}$) entsteht auf natürliche Weise in der Atmosphäre. Das jetzt in der Hydrosphäre vorhandene Tritium ist jedoch zum größten Teil durch Kernwaffenversuche seit etwa 1953 erzeugt worden. Die Tritiumkonzentrationen in Niederschlägen stiegen von 1953 bis 1963 auf das Tausendfache der natürlichen Konzentration an und fallen seit 1963 aufgrund von Verdünnungsvorgängen und wegen radioaktiven Zerfalls. Gegenwärtig liegen die ^3H -Gehalte von Niederschlägen in einem Bereich von ca. 8 TU. Dabei bedeutet die Tritiumeinheit (1 TU), eine Konzentration von einem ^3H -Atom in 10^{18} ^1H -Atomen bzw. entsprechend einer Aktivität von 0,119 Bq/l.

Nachdem ^3H mit den versickernden Niederschlägen ins Grundwasser eingedrungen ist, nimmt die Tritiumkonzentration im einfachsten Fall nur durch radioaktiven Zerfall ab. Ein Vergleich der Isotopenkonzentrationen im Grundwasser, die sich so (oder auch zusätzlich noch durch Vermischung mit anderem Wasser) verändert haben, mit den anfänglichen Konzentrationen in neugebildetem Grundwasser ermöglicht eine altersmäßige Gliederung des Grundwassers. So zeigt i. a. der Nachweis von Tritium im Grundwasser, dass die Probe zum Teil oder vollständig Wasser enthält, welches aus Niederschlägen stammt, die nach dem Jahre 1953 im Boden versickert sind. Andererseits beweist das Fehlen von Tritium, dass das Grundwasser praktisch aus Niederschlägen gebildet ist, die vor 1953 in den Boden infiltrierten.

Die Wasserprobe vom 03.03.2014 aus dem Brunnen I Burghart und die Probe in der Versuchsbohrung aus dem mittleren Grundwasserhorizont vom 27.05.2013 enthalten mit Werten von $1 \pm 0,36$ TU bzw. $1 \pm 0,6$ TU (s. Tab. 20) geringe Mengen an Tritium, was auf einen geringen Anteil an Jungwasser, also innerhalb der letzten 60 Jahre neugebildet, hinweist. Die Probe aus dem unteren Grundwasserhorizont, die am 07.06.2013 aus der Versuchsbohrung entnommen wurde, ist dagegen tritiumfrei und somit älter als 60 Jahre.

Krypton-85:

Das Edelgasisotop Krypton-85 stammt hauptsächlich aus kerntechnischen Anlagen. Der Konzentrationsverlauf von ^{85}Kr ist wegen des weltweit zunehmenden Kernbrennstoffverbrauchs in der Atmosphäre seit Mitte der 1950er Jahre kontinuierlich steigend. Die Aktivität von ^{85}Kr liegt derzeit bei ca. 100 dpm/ml Kr (Kernzerfälle pro Minute und ml Krypton). Krypton löst sich im Niederschlagswasser und wird so in das Grundwasser eingetragen. Der Input von ^{85}Kr ist gut bekannt und regional kaum unterschiedlich, so dass aus der Aktivität von ^{85}Kr eine eindeutige Aussage über die Verweilzeit des beprobten Grundwassers gemacht werden kann. Besonders bei Mischwassersystemen, bei denen neben jungen, tritiumhaltigen Komponenten auch alte, tritiumfreie Komponenten beteiligt sind, kann durch die gleichzeitige Bestimmung des ^3H und des $^{85}\text{-Kr}$ -Gehaltes eine Quantifizierung und Qualifizierung des Anteils an jungem Grundwasser erfolgen.

Der ^{85}Kr -Gehalt von $1,3 \pm 0,1$ dpm/ml Kr der Probe aus dem Brunnen I Burghart vom 03.03.2013 weist zusammen mit dem Tritiumgehalt darauf hin, dass es sich um ein Wasser mit einer Jungwasserkomponente (< 55 Jahre) handelt. Von der Fa. Hydroisotop GmbH wur-

den der Anteil an jungem Grundwasser und dessen mittlere Verweilzeit aus dem Tritium- und dem ^{85}Kr -Gehalt zum Zeitpunkt der Probenahme am 03.03.2013 ermittelt. Die Auswertung ergab einen jungen Grundwasseranteil des Wassers aus dem Brunnen I Burghart von maximal 20 % und eine mittlere Verweilzeit der Jungwasserkomponente von mehr als 20 Jahren.

Dieses Gutachten umfasst 57 Seiten.

Markt Schwaben, den 21.12.2023

Dipl.-Geol. Ulrich Scheubeck

Dipl.-Geol. Iris Mulitze-Baur

IGwU Ingenieurbüro für Grundwasser und Umweltfragen GmbH

Literaturverzeichnis

ANDRES, G. & EGGER, R. (1983): Untersuchungen zum Grundwasserhaushalt des Tiefenwassers der Oberen Süßwassermolasse durch Grundwasseraltersbestimmungen.- Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, München.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1998): Karten zur Wasserwirtschaft. Jahresbericht 1997; München.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, Materialien Nr. 52 (1995): Leitlinien für die Ermittlung der Einzugsgebiete von Grundwassererschließungen; München.

BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT (2007): Erläuterungen zur Hydrogeologischen Karte 1 : 100.000. Geowissenschaftliche Landesaufnahme Planungsregion 13 Landshut.-Augsburg.

BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT (2008): Hydrogeologische Karte im Maßstab 1:50.000 Blatt L7336 Mainburg

BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT (2008): Hydrogeologische Karte im Maßstab 1:50.000 Blatt L7338 Rottenburg a. d. Laaber

BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT (2009): Hydrogeologische Karte von Bayern im Maßstab 1:500.000

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2010): Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung.- Teil 1: Wasserschutzgebiete als Bereiche besonderer Vorsorge – Ausgaben, Bemessung und Festsetzung.- Merkblatt Nr. 1.2/7 (Januar 2010); Augsburg.

BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT (2011): Karten zur Wasserwirtschaft; Augsburg

BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT (2018): Digitale Geologische Karte im Maßstab 1:25.000 Blatt 7337 Pfeffenhausen

BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT (2018): Digitale Geologische Karte im Maßstab 1:25.000 Blatt 7338 Hohenthann

BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT (2019): Landwirtschaft und Grundwasserschutz in den Gebieten Hohenthann, Pfeffenhausen und Rottenburg an der Laaber.- Abschlussbericht Projektphase I (2014 – 2018)

BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELT (2023): Digitale Hydrogeologische Karte 1:100.000 – Grundwassergleichen im Umweltatlas Bayern (Stand 19.12.2023)

DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E.V. (DVGW, 2021): Technische Regel - Arbeitsblatt DVGW W 101 (A) - Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. – 27 S, Bonn.

DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E.V. (DVGW, 2013): Konsequenzen nachlassenden Nitratabbauvermögens in Grundwasserleitern.- Abschlussbericht August 2013

DUPOIT, J. (1863): Etudes théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux dans les canaux découverts et à travers les terrains perméables.- 2. Auflage, 304 S.; Paris (Dunod).

EGGER, R. (1983): Untersuchung zur Grundwasserneubildung und zum Grundwasserhaushalt des Tiefenwassers im bayerischen Molassebecken.- Z. dt. Geol. Ges., **134**, S. 975-983, Hannover.

FRISCH, H. (1983): Zur Bemessung von Trinkwasserschutzgebieten für Bohrbrunnen im Lockergestein.- Informationsberichte Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, H. 2/83; 373 S.; München.

GRIMM, W. D. (1957): Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Inn und Roth. Beitr. geol. Jb. 26.

HÖLTING, B., HAERTLE, T., HOHBERGER, K.-H., NACHTIGALL, K.H., VILLINGER, E., WEINZIERL, W. & WROBEL, J.-P. (1995): Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung.- Geol. Jb. C63, S.5-24; Stuttgart.

IGWU GMBH (2017): Bericht zur Erstellung der Grundwassermessstellen GwM 1 Dürnwind und GwM 2 Steig des Wasserzweckverbands Rottenburger Gruppe

INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. KOBUS UND PARTNER GMBH (2014): Pilotgebiet Tertiärhügelland Nitrattransportmodell

NORMENAUSSCHUSS FÜR WASSERWESEN (1994): Deutsche Norm - Hydrogeologie, Begriffe Unterirdisches Wasser. DIN 4049 Teil 3, 1994.

REHSE, W. (1977): Elimination und Abbau von organischen Fremdstoffen, pathogenen Keimen und Viren in Lockergestein; Z.dt.geol.Ges., **128**, Hannover

SACHVERSTÄNDIGENBÜRO DR. K.-H. PRÖSL (2015): Hydrogeologisches Modell Tertiärhügelland

SACHVERSTÄNDIGENBÜRO DR. K.-H. PRÖSL (2014): Hydrogeologischer und brunnenbautechnischer Schlussbericht über die Erstellung des Brunnens I Burghart für den ZV WV Rottenburger Gruppe

SICHARDT, W. (1928): Das Fassungsvermögen von Rohrbrunnen und seine Bemessung für die Grundwasserabsenkung, insbesondere für größere Absenkungstiefen.- 89 S., 40 Abb., 19 Tab.; Berlin (Springer)

THEIS, C.V. (1935): The Relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage. Transactions Amer. Geophys. Union.

THIEM, G. (1906): Hydrologische Methoden.- 56. S.; Leipzig (J. M. Gebhardt's Verlag)

UNGER, H. J. (1983): Die Forschungsbohrungen Osterhofen GLA 1-5, die Stratigraphie des tieferen Untergrunds und die Lagerung des Ortenburger Schotters.- Verh.Geol.B.-A-Jg.1982, H.3; Wien.

UNGER, H.J. (1989): Die Lithozonen der Oberen Süßwassermolasse Südostbayerns und ihre vermutlichen zeitlichen Äquivalente gegen Westen und Osten.- Geologica Bavarica, Bd. 94, S. 195 - 237, München.

UNGER, H. J. & BAUBERGER, W. (1991): Geologische Karte von Bayern 1:25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7344 Pleinting.- 143 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).

WUNDT, W. (1953): Gewässerkunde.- 320 S., 183 Abb.; Berlin (Springer)

Anlagen

Anlage 4b:

Schichtenverzeichnisse und Ausbaupläne von Brunnen und Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet

- Brunnen I Burghart ZV zur WV Rottenburger Gruppe
- Versuchsbohrung VB Burghart
- Grundwassermessstelle GwM 1 Dürnwind
- Grundwassermessstelle GwM 2 Steig
- Grundwassermessstelle WWA Landshut Egg T 1
- Grundwassermessstelle WWA Landshut Egg T 2
- Brunnen II Brauerei Pöllinger-Rank
- Brunnen III Brauerei Pöllinger-Rank (Elsbethen-Quelle)

Anlage 7a:

Geophysikalische Bohrlochmessungen in der
Grundwassermessstelle GwM 1 Dürnwind

Anlage 7b:

Geophysikalische Bohrlochmessungen in der
Grundwassermessstelle GwM 2 Steig

Anlage 10c:

Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung
nach HÖLTING ET AL. (1995)
anhand der Bohrprofile von Brunnen und Grundwassermessstellen
im näheren und weiteren Umfeld des Brunnen I des Wasserzweckverbands Rotten-
burger Gruppe

Anlage 10d:

Ermittlung der Verweilzeit des Sickerwassers in den Deckschichten
anhand der Bohrprofile von Brunnen und Grundwassermessstellen
im näheren und weiteren Umfeld des Brunnen I des Wasserzweckverbands Rotten-
burger Gruppe