

Geowissenschaftliches Büro
Dr. Heimbucher GmbH

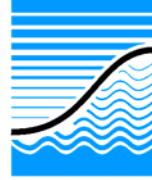
**Wasserversorgung der Gemeinde Ringelai:
Hydrogeologisches Gutachten zur Quelle 12
im Hundswinkel, östlich von Haag,
Gemeinde Hohenau**

mit 43 Textseiten und 6 Anlagen
überarbeitete Fassung fertiggestellt im April 2018
im Auftrag der Gemeinde Ringelai
Exemplar 4 von 4
H 18 3264 01 UT3



INHALTSVERZEICHNIS:

1	Ausgangssituation.....	1
2	Verwendete Unterlagen	2
3	Angaben zur Quelle 12.....	3
3.1	Bezeichnung und Lage.....	3
3.2	Erschließung der Quelle 12.....	4
4	Geologische Verhältnisse	7
4.1	Geologischer Rahmen	7
4.2	Gesteinsfolge.....	7
4.3	Tektonik	9
5	Hydrogeologische Verhältnisse	11
6	Quelle 12 im Hundswinkel.....	13
6.1	Oberirdisches Entwässerungssystem	13
6.2	Örtliche hydrogeologische Verhältnisse	15
6.3	Ergebnisse der Quellschüttungsmessungen ab Ende 2011	16
6.3.1	Verfügbare Schüttungsmengen.....	19
6.3.2	Mögliche Auswirkungen der Trinkwasserableitung aus der Quelle 1220	19
6.4	Hydrochemische und mikrobiologische Beschaffenheit.....	26
7	Einzugsgebiet der Quelle 12	28
7.1	Abgrenzung des Quelleinzugsgebiets	29
7.2	Grundwasserbilanz.....	32
8	Gefährdungspotentiale und Vorschlag für ein Trinkwasserschutzgebiet ...	35
8.1	Schützbarkeit und Deckschichtenverhältnisse	35
8.2	Nutzung und Gefährdungspotentiale.....	37
8.3	Risikozonierung	38
8.4	Trinkwasserschutzgebietsvorschlag.....	39
8.4.1	Fassungsbereich – Zone I	39
8.4.2	Engere Schutzzone – Zone II.....	40
8.4.3	Weitere Schutzzone – Zone III	42



Geowissenschaftliches Büro
Dr. Heimbucher GmbH

ANLAGENVERZEICHNIS:

Anlage 1:

- 1.1 Übersichtslageplan im Maßstab 1:25.000
- 1.2 Detaillageplan der Quelle 12 im Maßstab 1:5.000

Anlage 2:

- 2.1 Fotodokumentation zur Quelfreilegung im Herbst 2014
- 2.2 Bestandsplan und Handskizzen vom Neubau der Quellfassung

Anlage 3:

- 3.1 Geologische Übersichtskarte (Ausschnitt aus der GK 1: 200.000)
- 3.2 Geologische Karte des Untersuchungsgebiets 1:25.000
- 3.3 Luftbild des Untersuchungsgebiets mit der Lage der Quellaustritte
- 3.4 Schemaskizze zur oberirdischen Entwässerung im Nebelbachtal.

Anlage 4:

- 4.1.1 Zusammenstellung der monatlichen Schüttungsmengen 2011 - 2017
- 4.1.2 Gangliniendarstellung der Quellschüttungen im Nebelbachtal
- 4.2 Exemplarische Ermittlung der Restwassermengen bei Ableitung der Quelle 12
- 4.3.1 Lageplan der Abflussmessstellen im oberen Nebelbachtal
- 4.3.2 Ergebnisse der Abflussmessungen im oberen Nebelbachtal (Stand: Dez 2017)
- 4.4 Tabellarische Zusammenstellung der vorliegenden Wasseranalysen



Geowissenschaftliches Büro
Dr. Heimbucher GmbH

Anlage 5:

5.1.1 Ergebnisse des Färbeversuchs im Einzugsgebiet der Quelle 12 bei Haag

5.1.2 Einzugsgebiet der Quelle 12

5.1.3 Einzugsgebiet der Quelle 12 mit Darstellung der geologischen Verhältnisse

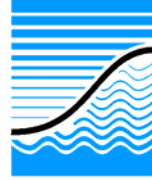
5.1.4 Wasserbilanz für das Einzugsgebiet der Quelle 12 im oberen Nebelbachtal

5.2 Risikozonierung des Einzugsgebiets

Anlage 6:

6.1 Vorschlag für das Trinkwasserschutzgebiet für die Quelle 12 mit Einzugsgebiet
Maßstab 1:5.000

6.2 Vorschlag für das Trinkwasserschutzgebiet für die Quelle 12 mit Flurkarte
Maßstab 1:5.000



Wasserversorgung der Gemeinde Ringelai: Hydrogeologisches Gutachten zur Quelle 12 im Hundswinkel östlich von Haag, Gemeinde Hohenau - überarbeitete Fassung vom April 2018 -

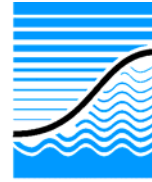
1 Ausgangssituation

Die Gemeinde Ringelai nutzt seit vielen Jahren für ihre öffentliche Trinkwasserversorgung eine ganze Reihe von Quellen (1, 2, 2a, 3, 4, 5, 7, 10, 10a und 11) auf dem Gemeindegebiet der Gemeinde Hohenau südwestlich und südlich der Ortschaft Haag, einem Ortsteil von Hohenau. Da diese Quellen größtenteils am Hang unterhalb der Bebauung von Haag und der Kreisstraße FRG 34 austreten, wurde ein Teil von ihnen vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf als nicht schützenswert beurteilt und muss deshalb aufgegeben werden.

Auf der Suche nach einem Ersatz für diese Quellen hat die Gemeinde Ringelai eine ganze Reihe von Alternativen geprüft und ist schließlich auf die im Nebelbachtal östlich von Haag gelegene Quelle 12 gestoßen. Die Gemeinde hat im Sommer und Herbst 2011 einen Grundwassermarkierungsversuch bei Haag durchführen lassen, um die Schützenswertigkeit der Quelle 12 zu überprüfen [8]. Nach Abschluss des Färbeversuchs im Januar 2012 stand fest, dass die Schützenswertigkeit der Quelle 12 gegeben und damit eine der wichtigsten Voraussetzungen für ihre Nutzung zu Trinkwasserzwecken erfüllt ist.

Nach langwierigen Verhandlungen der Gemeinde Ringelai mit dem privaten Eigentümer des Grundstücks, auf dem die Quelle liegt, wurde im Herbst 2014 der Austrittsbereich der Quelle 12 freigelegt und im Sommer/Herbst 2016 mit dem Bau einer Quelfassung für die Quelle 12 begonnen. Inzwischen ist die Quelfassung fertig gestellt und die Quelle seit April 2017 vorläufig in Betrieb gegangen.

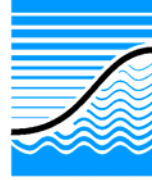
Das vorliegende hydrogeologische Gutachten, in dem das Einzugsgebiet der Quelle 12 auf der Grundlage der hydrogeologischen Verhältnisse abgegrenzt und ein Vorschlag für ein Trinkwasserschutzgebiet ausgearbeitet wird, wurde erstmalig im Januar 2017 vorgelegt. Nach Abstimmung und Rücksprache mit dem Wasserwirtschaftsamt Deggendorf wird es nun um einige Punkte ergänzt zusammen mit den Antragsunterlagen für die wasserrechtliche Genehm-



migung für die Ableitung aus der Quelle 12 und die Ausweisung eines Trinkwasserschutzgebiets für die Quelle 12 in einer überarbeiteten Fassung erneut vorgelegt.

2 Verwendete Unterlagen

- [1] BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1977). Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Blatt Nr. 7046 Spiegelau und Blatt Nr. 7047 Finsterau sowie zu den nördlichen Anteilen der Blätter Nr. 7146 Grafenau und Nr. 7147 Freyung. – Augsburg.
- [2] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2013): Geologische Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt Nr. 7146 Grafenau mit Erläuterungen. – Augsburg.
- [3] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2011): Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 12 Donau Wald – Hydrogeologische Karten 1 : 100.000, Erläuterungen und Karten. - Augsburg.
- [4] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2003): Musterverordnung für Wasserschutzgebiete mit Arbeitshilfe zur Gestaltung des Schutzgebietskatalogs (Stand: 06. Juni 2003).
- [5] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) (2007): Merkblatt Nr. 1.2/7 Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung – Teil 1: Wasserschutzgebiete als Bereiche besonderer Vorsorge – Aufgaben, Bemessung und Festsetzung. - Augsburg.
- [6] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1996): Die Grundwasserneubildung in Bayern. – Informationsbericht des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 5/96, Deggendorf.
- [7] DEUTSCHE VEREINIGUNG DES GAS- UND WASSERFACHES (2006): Arbeitsblatt W 101, Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. - Bonn.
- [8] GEOWISSENSCHAFTLICHES BÜRO DR. HEIMBUCHER (2012): Wasserversorgung der Gemeinde Ringelai: Grundwassermarkierungsversuch



Haag, Gemeinde Hohenau, Landkreis Freyung – Grafenau. – unveröffentl. Gutachten, 4 Anlagen, Nürnberg.

- [9] GEWÄSSERKUNDLICHER DIENST BAYERN (GKD) BEIM LFU BAYERN (2016): Internetangebot: <http://www.gkd.bayern.de/fluesse/abfluss/stationen> (abgerufen im Dezember 2016).
- [10] BERNWARD HÖLTING et. Al. (1995): Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung. In: Geol. Jb., C 63: 5–24. - Hannover.
- [11] BERNWARD HÖLTING & WILHELM G. COLDEWEY (2009): Hydrogeologie. – 7. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- [12] CHRISTOPH TRESKATIS & HORST TAUCHMANN (2013): Quellfassungsanlagen zur Trinkwasserversorgung. – 1. Auflage Deutscher Industrieverlag GmbH, München.

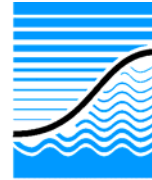
3 Angaben zur Quelle 12

3.1 Bezeichnung und Lage

Die Quelle 12, die die Gemeinde Ringelai Ende 2016 in Eigenregie für ihre Trinkwasserversorgung neu gefasst hat, wird ortsüblich auch als Quelle im Hundswinkel bezeichnet.

Der Quellstandort liegt östlich der Ortschaft Haag, einem Ortsteil der Gemeinde Hohenau im oberen Nebelbachtal, das unmittelbar westlich an den flachen und bewaldeten Höhenrücken des Hundswinkels angrenzt. Die Quelle ist auf dem Grundstück mit der Flur-Nr. 1452 der Gemarkung Wasching lokalisiert. Die eigentlichen Austrittsstellen der Quelle liegen tief im Boden auf einer Höhe von knapp 713 mNN. Die Höhe des Quellsammelschachts hingegen wird mit 716,30 mNN angegeben. Die genaue Lage der Quelle 12 ist den Planunterlagen der Anlagen 1.1 und 1.2 zu entnehmen. Die wichtigsten Grundinformationen zur Quelle 12 sind außerdem in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst.

Zusammen mit mehreren kleineren Quellaustritten speist die Quelle 12 den Nebelbach. Der Nebelbach vereinigt sich südlich der Straße Eppenbergr -



Saulorn mit dem von Osten kommenden Geißbach zum Buchberger Bach, der nach Süden in die Wolfensteiner Ohe entwässert.

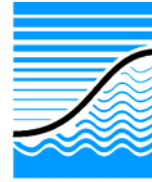
	Quelle 12
Flur-Nr.	1452
Gemarkung	Wasching
Rechtswert ¹⁾	46 09 412
Hochwert ¹⁾	54 12 138
Austrittshöhe [mNN]	712,83
Höhe OK Ableitungsrohr in Sammelschacht [mNN]	713,30
Höhe OK Quellsammel- schacht [mNN]	716,68
Grundwasserleiter	Zersatzzone Granit, aufgelockerter Granit
Q _{min} 2015 [l/s]	0,44
Q _{max} 2013 [l/s]	2,66
Q _{mittel} Trockenjahr 2015 [l/s]	1,12
Q _{mittel} geschätzt [l/s]	1,2

Tabelle 1: Grunddaten zur Quelle 12 im Hundswinkel.

¹⁾ Lage des Quellsammelschachts

3.2 Erschließung der Quelle 12

Die Quelle 12 wurde bisher noch nicht für die Trinkwasserversorgung genutzt. Daher bestand bisher an der Quelle 12 nur eine provisorische Fassung aus einem Drainagerohr, mit dem das Quellwasser aus der vernässten Wiese am Übergang vom Hangfuß zum Talgrund abgeleitet wurde. Dieser Auslauf speiste zusammen mit der Nebenquelle, dem aus der Filzquelle und der Filzwiese zufließenden Wasser und ursprünglich auch der Eulerquelle den Nebelbach (Anlage 2.1, Seite 1).



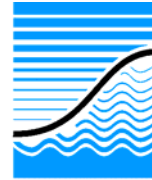
Im Oktober 2014 hat die Gemeinde Ringelai mit den Vorarbeiten für die Erschließung der Quelle 12 begonnen und hierzu die provisorische Quelfassung entlang der alten Drainagerohrleitung vom Auslauf her aufgedigelt. Wie die Fotodokumentation in Anlage 2.1 und die Planunterlagen in Anlage 2.2 zeigen, wurden in einer hangseitig fast 5 m tiefen Schürfgrube zahlreiche Wasseraustritte freigelegt. Dabei zeigte sich, dass der Hauptteil des Quellwassers hangseitig auf ganzer Breite aus dem engständig geklüfteten Übergangsbereich zwischen der sandigen Zersatzzone des Granits einerseits und dem anstehenden, weitgehend unverwitterten Granit andererseits austritt. Ein weiterer Teil des Quellwassers dringt über einzelne Klüfte von unten her in die Grube ein (Anlage 2.1).

Wenige Tage nach ihrer Freilegung im Oktober 2014 führte ein Starkregenereignis zu starken Einschwemmungen in die frisch aufgeschürfte Quellgrube. In Absprache mit dem Wasserwirtschaftsamt Deggendorf wurde die Grube ausgeräumt und die steilen Grubenwände zur Sicherung stärker abgebocht. Hangseitig wurde die Grube mit einem Fanggraben und mit einem kleinem Damm gesichert, um das vom Hang oberhalb abfließende Oberflächenwasser seitlich um die Grube herumzuführen und über ein Absetzbecken in den Nebelbach abzuleiten (Anlage 2.1). In diesem Zustand lag die Quellgrube bis zum Sommer 2016 offen.

Im Sommer und Herbst 2016 hat die Gemeinde Ringelai in Eigenarbeit mit dem Bau der Quelfassung für die Quelle 12 begonnen. Sämtliche mit dieser Baumaßnahme und dem Neubau der dazugehörigen Wasserleitung verbundenen Arbeiten sind inzwischen abgeschlossen. Seit April 2017 ist die Quelfassung auf der Grundlage einer vorläufigen wasserrechtlichen Genehmigung in Betrieb.

Die Lage und der Verlauf der Quellsammelstränge in der Fassung sowie deren Aufbau mit den dazugehörigen Koordinaten und Höhen sind dem Bestandsplan und den Bestandsskizzen der Anlage 2.2. zu entnehmen.

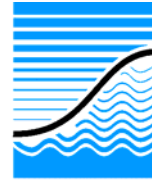
Demnach handelt es sich bei der Fassung der Quelle 12 um eine Flächenfassung mit einer knapp 0,5 m mächtigen flächigen Quarzkiesschüttung (8-16 mm) am Grunde der aufgeschürften Quellgrube, in der sich sowohl das vom Hang her anströmende als auch das von unten aufdringende Quellwasser sammelt. Abgeleitet wird das Quellwasser über drei sternförmig darauf ange-



ordnete und ebenfalls mit Quarzkies überschüttete Filterstränge DN 125 (Anlage 2.2 Seiten 2 und 3). Die Kiesschüttung wird talseitig von einer 1,65 m hohen Staumauer aus WU-Beton begrenzt, die sowohl im Untergrund als auch zu den Seiten hin in den anstehenden Granit einbindet. Wie der Bestandsskizze auf Seite 2 der Anlage 2.2 zu entnehmen ist, werden die drei Sickerstränge durch die Fassungsmauer hindurch in einen PE-Quellsammelschacht mit drei Zuläufen geführt, von dem aus das Quellwasser über eine neugebaute Wasserleitung dem zentralen Sammelschacht unterhalb der ehemaligen Quellfassungen südwestlich von Haag zugeleitet wird. Zusammen mit dem Wasser der übrigen noch von der Gemeinde für die Trinkwasserversorgung genutzten Quellen fließt es von dort aus der zentralen Entsäuerungsanlage zu.

Zur Abdichtung gegen Sickerwasserzutritte wurde über der Quarzkiesschüttung der Flächenfassung zunächst eine PE-Folie verlegt und darüber eine 0,35 m starke, bewehrte Betondecke (WU Beton, 0,35 m) eingezogen. Zur weiteren Abdichtung wurde sowohl über der Betondecke als auch unterhalb der Staumauer ein Lettenschlag mit einer Stärke von mindestens 0,7 m eingebaut (Anlage 2.2, Seite 2). Für den Lettenschlag wurde ein Ton-Schluffmaterial mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von weniger als $k_f = 1 \cdot 10^{-10}$ m/s im verdichteten Zustand verwendet. Die verbliebene Restgrube wurde schließlich mit dem noch vorhandenen, natürlichen Aushubmaterial wieder verfüllt und die ursprüngliche Geländeoberfläche wiederhergestellt (Anlage 2.2, Seite 2).

Im Bereich der Verfüllung der aufgeschürften Quellgrube wurde abschließend eine Mutterbodenschicht aufgebracht und diese wieder begrünt. Daher sind heute von der Quellfassung an der Oberfläche nur noch der Schachtdeckel des Quellsammelschachts sowie mehrere Grenzsteine sichtbar, die den Verlauf der Sickerstränge im Untergrund und die Eckpunkte der Quellgrube an der Geländeoberfläche markieren. Die Lage dieser Quellsteine und des Sammelschachtes sind dem Bestandsplan in Anlage 2.2, Seite 1 zu entnehmen.



4 Geologische Verhältnisse

4.1 Geologischer Rahmen

Eine Übersicht über die geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet und im vermuteten Einzugsgebiet der Quelle 12 zeigen die geologische Übersichtskarte in Anlage 3.1 sowie der Ausschnitt aus der Geologischen Karte von Bayern, Blatt 7146 Grafenau [2] in Anlage 3.2.

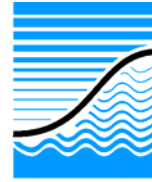
Das Untersuchungsgebiet gehört geologisch betrachtet zum kristallinen Grundgebirge des Bayerischen Waldes, das aus hoch metamorphen und plutonischen Gesteinen aufgebaut ist. Es wird von der markanten, nordwest-südost streichenden Scherzone des Bayerischen Pfahls in den im Südwesten gelegenen, Vorderen Bayerischen Wald und den im Nordosten gelegenen Hinteren Bayerischen Wald untergliedert. Das Untersuchungsgebiet liegt nördlich des Pfahls. Es gehört also zum Hinteren Bayerischen Wald, in dem großflächig monotone Paragneisfolgen anstehen (Anlage 3.1), die von varistischen Granitplutonen durchdrungen sind. Deren Gesteine, Granite und Granitoide, durchsetzen heute die Gneise (Anlage 3.1).

Im Bereich des Pfahls sind die anstehenden Gesteine in unterschiedlichem Umfang tektonisch überprägt. Die Scherbewegungen haben sie im Zentralbereich bis zur Unkenntlichkeit aufgearbeitet und umkristallisiert, so dass sie heute als Mylonite und Ultramylonite (Pfahlschiefer) vorliegen. Darüber hinaus sind in der zentralen Pfahlzone hydrothermale Quarzgangbreccien verbreitet (Anlage 3.2).

All diese kristallinen Gesteine werden von Lockergesteinsdecken unterschiedlichster Zusammensetzung und Mächtigkeit überdeckt. Es handelt sich dabei einerseits um Reste der tief greifenden Granitverwitterung während des Tertiärs und andererseits um eiszeitliche Ablagerungen wie z.B. lehmigsteinige Fließerden, lehmigen Hang- oder Blockschutt sowie nacheiszeitlich entstandene Talsedimente (Anlage 3.1 – 3.2).

4.2 Gesteinsfolge

Das Untersuchungsgebiet liegt in einem Granitareal, das sich von Osten herkommend keilförmig bis nach Grafenau erstreckt und im Süden vom Pfahl tektonisch begrenzt wird. Innerhalb dieses Gebiets ist eine Reihe von Granit-



varietäten unterschiedlichster Zusammensetzung und Ausbildung verbreitet (Anlage 3.1).

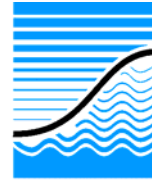
Der Granit, der im Einzugsgebiet der Quelle 12 und im Hundswinkel im Untergrund ansteht, wird als „**Haidmühler Granit**“ bezeichnet. Er ist hier als heller und gleichkörniger, mittel- bis grobkörniger Granit mit auffällig dunklen, häufig ideomorph auskristallisierten Biotitblättchen oder auch Biotitagregaten ausgebildet [2]. Aufgrund der räumlichen Nähe zur Pfahlzone ist er außerdem **mylonitisch** überprägt, d.h. die Biotite sind innerhalb des Gesteins eingeregelt.

Der Haidmühler Granit neigt nach [2] allgemein relativ stark zu tiefgründiger Verwitterung und zerfällt in einen charakteristisch gelbbraun gefärbten, schwach kiesigen, sandigen Lehm. Dies zeigt sich auch im Einzugsgebiet der Quelle 12. Dort tritt der Granit aufgrund seiner Verwitterungsanfälligkeit nicht als anstehender Fels zutage, sondern wird sowohl im Nebelbachtal als auch auf der Anhöhe von Haag größtenteils von **Granitzersatz** überdeckt (Anlage 3.2).

Bei den z.T. sehr tiefgründigen **Zersatzzonen** des anstehenden Granits handelt es sich um letzte Überreste der tief greifenden tropischen Verwitterung während des Tertiär, die über die Eiszeit hinweg insbesondere auf den höher gelegenen Verebnungsflächen, wie der Anhöhe von Haag, erhalten geblieben sind [2].

Ihre lithologische Zusammensetzung wird vom verwitternden Ausgangsgestein, hier also dem Haidmühler Granit, bestimmt und verändert sich zur Tiefe hin. Sie ist im obersten Teil des Profils häufig lehmig-sandig ausgebildet und besitzt eine charakteristische gelbbraune Farbe. Der Anteil an Granitgrus und Steinen in der lehmigen Matrix nimmt i.d.R. mit der Tiefe zu bis reiner Granitzersatz ansteht, in dem die Kornbindung bereits aufgelöst, das Gefüge und der Verband des Granits aber häufig noch erhalten ist (vgl. Anlage 2.1, Seite 2).

Die Mächtigkeit der Granitzersatzzone kann lokal sehr unterschiedlich ausfallen und bis in mehrere Meter Tiefe reichen. Sie ist auf der Anhöhe von Haag am Fahrsilo der Familie Hödl mehr als 2 m mächtig (Schurf 1 in [8]) während sie an der Straße nach Haslach praktisch fehlt und unter einer dünnen Mutter-



bodenaufgabe und 0,2 m braunem Lehm der Übergang zum verwitterten Granit unmittelbar ansteht (Schurf 2 in [8]).

Während der Eiszeit haben periglaziale Umlagerungsvorgänge dazu geführt, dass sich in Hanglagen und Niederungen wie dem Nebelbachtal **Fließerdevorkommen** akkumuliert haben. Sie bestehen aus den umgelagerten Verwitterungsprodukten des im Untergrund anstehenden Granits. Aufgrund ihrer Entstehung handelt es sich bei den Fließerden um sehr heterogene, gelbbraune bis rehbraune, lehmig-sandige oder auch schluffig-feinsandige Sedimente, die von hangparallelen Sand-, Grus- und Steinlagen durchsetzt sein und auch Blockschutt enthalten können [2]. Je nach Zusammensetzung und Mächtigkeit können diese Fließerdevorkommen engräumig begrenzte, lokale Grundwasserleiter ausbilden. Wie die geologische Karte in Anlage 3.2 zeigt, ist die weite Talmulde des oberen Nebelbachtals mit einem solchem langgestrecktem Fließerdevorkommen angefüllt, innerhalb dessen Verbreitungsgebiet ein Teil der Quellvorkommen des Untersuchungsgebiets austreten.

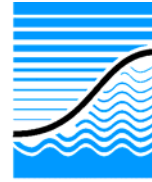
4.3 Tektonik

Der geologisch-tektonische Bau des Untersuchungsgebiets ist maßgeblich von folgenden tektonischen Elementen geprägt,

- der Scherzone des Bayerischen Pfahls,
- der bruchtektonischen Störung im Nebelbachtal und
- dem Hauptkluftgefüge.

Das Untersuchungsgebiet liegt unmittelbar nördlich des überregional bedeutenden **Bayerischen Pfahls**, der den zentralen Bayerischen Wald über eine Gesamtlänge von 150 km in Nordwest-Südostrichtung geradlinig durchzieht. Entlang dieser Scherzone wurden der Vordere und der Hintere Bayerische Wald ab dem Variszikum (Karbon) im Laufe der Erdgeschichte immer wieder gegeneinander bewegt (Anlage 3.1).

Knapp 800 m südlich des Untersuchungsgebiets verläuft die zentrale Pfahlzone, in der die anstehenden Gesteine völlig aufgearbeitet und unter hohem Druck und hoher Temperatur in Mylonite und hellgraue, schiefrige Ultramyonite (Pfahlschiefer) umgewandelt wurden. Darüber hinaus sind hier entlang einzelner Schwächezonen hydrothermale Lösungen aufgedrungen, die heute



als linsenartige Vorkommen von Quarzbreccien vorliegen. Das Untersuchungsgebiet selbst gehört bereits zum nördlichen Randbereich der Pfalzzone, in dem die Granite von den duktilen Scherbewegungen leicht überprägt, das granitische Ausgangsgestein als solches aber noch zu erkennen ist.

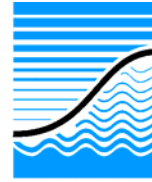
Darüber hinaus wird das Gebiet nördlich und südlich von Hohenau von einer **Schar nordnordwest – südsüdost-** und auch **nord – südstreichender Störungen** durchzogen, die auf eine spätere **bruchhaft-spröde Deformation** der Gesteine zurückzuführen sind (Anlage 3.1). Sie zerlegen das anstehende kristalline Grundgebirge in einzelne kompakte Blöcke, die von stärker beanspruchten Zonen mit erhöhter Kluftdichte und Zerrüttung voneinander getrennt sind. Letztere sind häufig auch hydrogeologisch wirksam.

All diese Störungen sind in der Regel im Gelände nicht direkt aufgeschlossen, sondern werden vielmehr indirekt aufgrund von Luftbildlineationen, d.h. aufgrund markanter, im Luftbild sichtbarer morphologischer Strukturen wie Talverläufen, Geländeeinschnitten oder auch Gesteinsgrenzen im Untergrund angenommen [2, 3].

Eine dieser Störungen verläuft nordnordwest – südsüdost streichend durch das Nebelbachtal, eine zweite parallel dazu im Geißbachtal auf der östlichen Seite des Hundswinkels (Anlage 3.2). Auch entlang der **Störung im Nebelbachtal** scheint der kristalline Untergrund verstärkt tektonisch aufgelockert und zerrüttet zu sein, so dass sich eine Zone bevorzugter Wasserwegkeiten im Untergrund ausbilden konnte. Ihr Verlauf wird durch eine Reihe von Quellaustritten im Gelände markiert. Auch die Ergebnisse des Grundwassermarkierungsversuchs weisen auf ihre Existenz und hydrogeologische Wirksamkeit hin [8].

Die gleichen tektonischen Kräfte, die im Laufe der Erdgeschichte zur Bildung der Störungen und Scherzonen führten, haben auch das **tektonische Klufnetz** angelegt, das den kristallinen Untergrund durchzieht. Aufgrund dessen stimmen die Hauptstreichrichtungen der überwiegend steil stehenden Klüfte [2] vielfach mit den Streichrichtungen der übergeordneten tektonischen Lineamente überein.

Nach Angaben in der Geologischen Karte [2] sind im Südteil des Blattgebiets Grafenau eine ganze Reihe unterschiedliche Kluftrichtungen ausgebildet. Allerdings stimmt die Anordnung der Klüfte und damit eine der Hauptkluftrich-

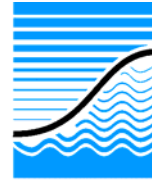


tungen mit zunehmender Nähe zu einer bruchtektonischen Störung mit deren Streichrichtung überein. Dies gilt naturgemäß auch für die die Störung begleitenden Zonen erhöhter Klüftigkeit und die bevorzugten Wasserwegigkeiten im Untergrund, wie sie u.a. auch im Nebelbachtal vorhanden zu sein scheint. Eine der Hauptkluftrichtungen im Einzugsgebiet der Quelle 12 ist demnach in NNW- SSE Richtung parallel zur Störung im Nebelbachtal anzunehmen. Allerdings ist dies nicht die einzige Kluftrichtung, die im Nebelbachtal ausgebildet ist. Wie die Freilegung der Quelle 12 im Herbst 2014 gezeigt hat, scheinen im Untergrund außerdem auch quer dazu Scherklüfte ausgebildet sein, aus denen das Quellwasser in die Grube eindrang. Sie scheinen in WNW-ESE licher und W-E licher Richtung zu streichen und insbesondere für die Quelle 12 von Bedeutung zu sein.

5 Hydrogeologische Verhältnisse

Einen Grundwasserstockwerksbau im üblichen Sinne gibt es im kristallinen Grundgebirge des Bayerischen Waldes nicht. Die im Untersuchungsgebiet verbreiteten Granite besitzen im unverwitterten Zustand praktisch keine für das Grundwasser nutzbare primäre Porosität. Ihre Fähigkeit dennoch Grundwasser zu leiten und zu speichern ist an das Vorhandensein der Klüftung als sekundäre Porosität geknüpft. In Abhängigkeit von deren Verbreitung, Dichte und Ausbildung können kristalline Gesteine, wie die Granite des Untersuchungsgebiets, gering bis mäßig durchlässige Kluftgrundwasserleiter mit örtlich stark differierenden Durchlässigkeiten sein [3].

Grundwasser führend sind dabei insbesondere die oberflächennahen Verwitterungszonen und tektonischen Auflockerungszonen. Sie treten dort auf, wo das Ausgangsgestein in der Nähe von Störungszonen durch die Klüftung tiefgründig und stark aufgelockert ist und dort, wo der Granit durch die Verwitterung tiefgründig zu sandigem Grus zersetzt, aber noch nicht abgetragen ist. Diese sandig-grusigen bzw. auch klüftigen Zersatzzonen bilden seichte, in der Regel räumlich relativ eng begrenzte Grundwasserleiter aus, die sich oberflächennah wie Porengrundwasserleiter verhalten, am Übergang zum anstehenden Granit aufgrund der reliktsch noch erhaltener Klüfte zunehmend die Eigenschaften von Kluftgrundwasserleitern annehmen können. Außerdem können die überlagernden, in den seichten Talmulden während der Eiszeit in un-



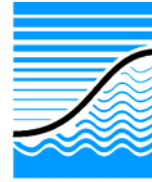
terschiedlicher Mächtigkeit akkumulierten Fließerdedecken je nach Mächtigkeit und Zusammensetzung lokal ebenfalls Grundwasser speichern.

Eine definierte und klar abgrenzbare Grundwassersohlschicht gibt es bei dieser Art von Grundwasserregime natürlich nicht. Diese Funktion kommt dem unverwitterten, kaum geklüfteten und damit praktisch dichten Granit zu, der ja nach Auflockerungsgrad und Zersatztiefe örtlich in ganz unterschiedlichen Tiefen ansteht. Ähnlich heterogen und uneinheitlich ausgebildet sind die Deckschichtenverhältnisse in den Kristallingebieten. Als Deckschichten fungieren dabei ganz allgemein die quartären Verwitterungsprodukte über der Zersatzzone und dem aufgelockerten Granit, deren Mächtigkeit engräumig zwischen wenigen Dezimetern und einigen Metern schwanken kann.

Die kristallinen Grundwasserleiter weisen aufgrund ihrer räumlich begrenzten Verbreitung und relativ geringen Mächtigkeiten meist eine begrenzte Grundwasserspeicherfähigkeit [3] auf. Dies äußert sich im Auftreten zahlreicher kleiner, gering schüttender Quellen [3], die insbesondere in den weiten Talmulden der Hochflächen in ganzen Quellgruppen auftreten. Die einzelnen Quellen besitzen dabei in der Regel relativ eng begrenzte Einzugsgebiete und geringe mittlere Schüttungen zwischen 0,1 und 0,2 l/s. Schüttungen über 1,0 l/s [3] wie an der Quelle 12 sind eher selten.

Die Quellen treten dabei in ganz unterschiedlichen Höhenlagen und Hangbereichen zu Tage. Ihre Austrittsstellen sind häufig an den Wechsel von höherdurchlässigem zu geringdurchlässigem Material in den Schutt- und Fließerdedecken gebunden (Stau- oder Verengungsquellen in [3]). Vereinfacht und sehr anschaulich lassen sich all diese Quellen unter dem Begriff der **Hangsickerquellen** zusammenfassen. Zu diesem Quelltyp gehören nicht nur die Quelle 12 sondern auch die anderen Quellen im Nebelbachtal.

Im kristallinen Grundgebirge ist aufgrund der dargestellten, kleinräumigen und heterogenen hydrogeologischen Verhältnisse keine einheitliche und klar definierte Grundwasseroberfläche ausgebildet, die sich in einem Grundwassergleichenplan darstellen ließe und Rückschlüsse auf die Grundwasserströmungsverhältnisse ermöglichen würde. Aus diesem Grund weisen sämtliche verfügbaren hydrogeologischen Karten für das Untersuchungsgebiet keine Grundwassergleichen aus [3]. Hinweise auf die Lage des Grundwasserspiegels liefern in der Regel nur die Quellaustritte, die eine natürliche Grundwas-



serastritte darstellen, soweit sie nicht gefasst und über Drainagen abgeleitet sind.

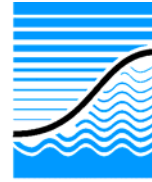
6 Quelle 12 im Hundswinkel

6.1 Oberirdisches Entwässerungssystem

Bei der Quelle 12 im Hundswinkel handelt es sich um den schüttungsstärksten Quellzufluss des Nebelbaches, der gespeist von mehreren Quellaustritten unterhalb einer kleinen Filzwiese im oberen Nebelbachtal entspringt und von dort aus nach Süden abfließt (Anlage 3.3). Südlich des bewaldeten Hundswinkels, rund 500 m bachabwärts, vereinigt er sich mit dem Geißbach zum Buchberger Bach, der nach Süden zur Wolfensteiner Ohe entwässert.

Das oberirdische Entwässerungssystem des oberen Nebelbachtals ist im Laufe der Jahre durch eine ganze Reihe von wasserbaulichen Eingriffen verändert worden und ist daher in seinem ursprünglichen natürlichen Verlauf heute nicht mehr erhalten. Ursprünglich erfolgte der Abfluss dieses kleinen Tales ausschließlich über den sogenannten Nebelbach, der von einer ganzen Reihe von Quellaustritten gespeist wurde, die rund um eine kleine Filzwiese zutage traten. Hauptzuflüsse waren die Quelle 12, die Nebenquelle und die Eulerquelle (Anlage 3.3). Eine weitere kleine Quelle, hier als Filzquelle bezeichnet, trat und tritt auch heute noch ein Stück oberhalb der Filzwiese in der Talmulde aus und speiste über das Filz ebenfalls in den Nebelbach ein. Ein weiterer Quellaustritt, in Anlage 3.3 bezeichnet als Quelle Teichzulauf, entwässerte früher natürlicherweise ebenfalls in den Nebelbach. Er speist heute einen kleinen Fischteich, dessen Ablauf über einen Graben durch den Hundswinkel hindurch in den Geißbach eingeleitet wird.

Die als Anlage 3.4 beigefügte, nicht maßstäbliche Schemaskizze zeigt das oberirdische Entwässerungssystem im oberen Nebelbachtal, wie es sich nach zahlreichen anthropogenen Eingriffen im Herbst 2014 darstellte. In der Folge der Aufschürfung der Quelle 12 waren im Herbst 2014 von den verschiedenen Anrainern erneut mehrere wasserbauliche Eingriffe vorgenommen worden, die das Entwässerungssystem verändert haben. Bis heute entspringt der oberste Nebelbach unterhalb der Filzwiese, allerdings wird, wie in Anlage 3.4 dargestellt, ein Teil der ursprünglichen Quellzuflüsse inzwischen abgezweigt



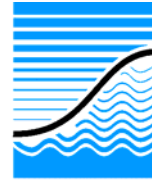
und umgeleitet. Dadurch wird ihr Abfluss dem Abfluss des oberen Nebelbachs entzogen und dieser reduziert.

Wie aus der Anlage 3.4 zu ersehen ist, wird der Gesamtabfluss des obersten Nebelbachtals und also der ursprüngliche Nebelbach heute auf zwei getrennte und begradigte Gerinne aufgeteilt. Im Folgenden wird der westlichere der beiden Gräben weiterhin als **Nebelbach** und der östlichere, parallel dazu verlaufende Graben, als **Eulergraben** bezeichnet. Letzterer wurde anscheinend schon vor Jahren angelegt um dem Fischteich beim Anwesen Euler im Hundswinkel frisches Wasser aus dem Quellgebiet zuzuleiten. Um darüber hinaus eine höhere Wassermenge zu erhalten, wurde der Nebelbach immer wieder angezapft und ein Großteil seines Abflusses in den Eulergraben umgeleitet. Diese Verbindungen zwischen den beiden Gräben wurden im Herbst 2014 mit Grassoden verschlossen und die Schüttung des Eulergrabens dadurch deutlich vermindert.

Daraufhin hat die Familie Euler im Herbst 2014 erneut in das oberirdische Entwässerungssystem eingegriffen und einen weiteren, kleinen Graben angelegt, der die oberhalb der Filzwiese austretende **Filzquelle** abfängt, um das kleine Filz herumführt und nun dem Eulergraben zuleitet. Im Zuge dessen wurde der bisherige Ablauf der Quelle durch die als Biotop Nr. 7146-0081-001 kartierte Filzwiese hindurch mit Grassoden verschlossen, so dass Wasser aus der Filzquelle nun nicht nur dem Filz sondern auch dem Nebelbach entzogen ist.

Von da an flossen über den Nebelbach nur mehr die Schüttungsmengen der Quelle 12 und der Nebenquelle ab. Neben diesen Quellzuflüssen erhält der obere Nebelbach aber auch messbare Wassermengen aus diffusen hangseitigen Zuflüssen (vgl. Kap. 6.3.2.2 und Anlage 4.3.2), die zusammen mit der Nebenquelle dafür sorgen, dass der Nebelbach auch bei Ableitung der Quelle 12 für die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Ringelai nicht trockenfällt.

Nach Angaben der Gemeinde Ringelai wird das über den Eulergraben abgeleitete Wasser rund 500 m bachabwärts aus dem Euler'schen Anwesen wieder in den Nebelbach eingeleitet und damit der Abfluss beider Gerinne letztlich wieder zusammengeführt.



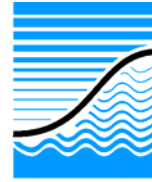
6.2 Örtliche hydrogeologische Verhältnisse

Die wichtigsten Informationen zu den örtlichen hydrogeologischen Verhältnissen im oberen Nebelbachtal und an der Quelle 12 liefern neben den allgemeinen geologischen und hydrogeologischen Erhebungen, die Ergebnisse des Grundwassermarkierungsversuchs vom Sommer/Herbst 2011 (Anlage 3.5), die parallel dazu begonnenen Quellschüttungs- und Abflussmessungen sowie die Freilegung des Quellaustritts im Herbst 2014.

Wie aus der Anlage 3.3 zu ersehen ist, treten in der Talmulde des oberen Nebelbachtals eine ganze Reihe Quellen zu Tage, die ursprünglich alle den Nebelbach speisten. Die größte und beständigste davon ist die Quelle 12, die am Fuße der westlichen Talflanke des Nebelbachtals zu Tage tritt. Nach den geologischen Karten in den Anlagen 2.1 und 2.2 ist die Lage dieser Quellen im Taltiefsten, zum Teil an den Verlauf der im Untergrund vorhandenen bruchtektonischen NNW-SSE streichenden Störung gebunden, die von einem langgestreckten Fließerdevorkommen überlagert ist.

Die Störung wird begleitet von einer verstärkten Klüftung und tiefgründigen Auflockerung des Gebirges und hat dadurch einen wichtigen Einfluss auf die örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse. Als Zone bevorzugter Wasserwegigkeiten und erhöhter Durchlässigkeit kommt ihr für das Grundwasser im oberen Nebelbachtal eine Drainagefunktion zu. Auf sie fließt das Grundwasser von beiden Talflanken aus zu und tritt innerhalb des überlagernden Fließerdevorkommens in den verschiedenen Quellen dann wieder zu Tage.

Erste Hinweise auf die Existenz einer Störung im Untergrund des oberen Nebelbachtals und ihre hydrogeologische Wirksamkeit lieferte der im Vorfeld der Quellerschließung im Jahr 2011 durchgeführte Grundwassermarkierungsversuch. So trat der eingegebene Farbstoff an den entlang der Störung gelegenen Probennahmestellen Quelle Teichzulauf, Nebenquelle und Buchberger Bach (entspricht Eulergraben) praktisch zeitgleich erstmalig wieder zu Tage [8]. Im Gegensatz dazu wurde in der Quelle 12 über den gesamten Beobachtungszeitraum von 141 Tagen hinweg keinerlei Uranin nachgewiesen [8] (vgl. hierzu Anlage 5.1.1). Dies weist darauf hin, dass die Quelle 12 anscheinend nicht direkt mit den bevorzugten Wasserwegigkeiten im Bereich Störung in Verbindung steht, aus denen u.a. die Quelle Teichzulauf und die Nebenquelle Zufluss erhalten [8].



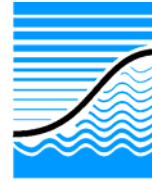
Aufgrund fehlender Grundwasseraufschlüsse und Beobachtungsstellen lässt sich für das obere Nebelbachtal kein Grundwassergleichenplan erstellen. Angaben zur Lage des Grundwasserspiegels im geklüfteten Granit auf den Anhöhen und an den Talflanken beiderseits des Nebelbachtals gibt es nicht. Der Hausbrunnen im Anwesen Hödl markiert den Wasserspiegel eines schwebenden Grundwasservorkommens im Granitzersatz auf der Anhöhe von Haag. In ihrer Eigenschaft als natürliche Grundwasseraustritte markieren allein die Quellen die oberflächennahe Lage des Grundwasserspiegels im Tal tiefsten des Nebelbachtals. Auf sie und die Störungszone im Talgrund ist der allgemeine Grundwasserabstrom im Nebelbachtal ausgerichtet.

Bei der Quelle 12 handelt es um eine der für kristalline Gebiete typische Hangsickerquelle, die zudem über einen gewissen Kluftanschluss auch Grundwasser aus dem Granit erhält. In der frisch aufgeschürften Quellgrube (Anlage 2.1, Seite 2) konnte man sehen, dass das Quellwasser hangseitig auf ganzer Breite aus dem geklüfteten Übergangsbereich der aufgelockerten Granitzersatzzone zum unzersetzten Granit in ca. 4 bis 5 m Tiefe in die Schürfgarbe sickert. Dabei waren die Zuflüsse nicht ganz gleichmäßig verteilt, sondern verstärkten sich nach Norden hin in Richtung auf die Störungszone zu. Um möglichst wenig Grundwasser aus diesem Bereich abzuziehen und einen Eingriff in den Wasserhaushalt der Filzwiese in jedem Fall auszuschließen, wurde bei der Aufschürfung der Quelle 12 auf eine Erweiterung der Quellgrube in dieser Richtung verzichtet.

Die Aufschürfung zeigte darüber hinaus, dass die Quelle 12 nicht nur von hangseitigen Kluftzuflüssen gespeist wird, sondern auch an tiefere wasserführende Klüfte im kompakten Granit angeschlossen ist, über die Grundwasser mit Druck von unten in die Quellgrube eindringt (Anlage 2.1, Seite 2).

6.3 Ergebnisse der Quellschüttungsmessungen ab Ende 2011

Bereits im Herbst 2011 hat die Gemeinde Ringelai damit begonnen regelmäßige Quellschüttungsmessungen an der Quelle 12 und der Nebenquelle sowie erste Abflussmessungen am Eulergraben durchzuführen. Diese Messungen werden, inzwischen ergänzt durch Abflussmessungen am Nebelbach und Eulergraben, bis heute fortgesetzt. In der Anlage 3.1.1 sind die monatlichen und jährlichen Schüttungsmengen tabellarisch aufgeführt, die an der Quelle 12 für



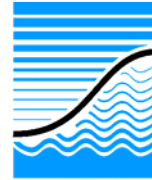
den Gesamtzeitraum von November 2011 bis Dezember 2017 ermittelt wurden. Ergänzend dazu enthält die Anlage 3.1.2 eine Gangliniendarstellung der Quellschüttungen der Quelle 12, der Nebenquelle und der Eulerquelle.

Die Schüttungsganglinie in der Anlage 4.1.2 zeigt, dass es sich bei der Quelle 12 um eine sehr beständige und vor allem um die schüttungsstärkste der Quellen im oberen Nebelbachtal handelt.

Die Freilegung der Austrittsstellen der Quelle 12 im Herbst 2014 hatte zur Folge, dass bisher seitlich versickernde Wasserumläufigkeiten mit erschlossen und die gemessene Schüttung der Quelle 12 anscheinend leicht gesteigert wurde. Die im gleichen Zeitraum durchgeführten und in Kapitel 6.1 bereits dargestellten Eingriffe in das oberirdische Entwässerungssystem (Anlage 3.4) des oberen Nebelbachtals haben außerdem dazu geführt, dass sich die Wassermengen sowohl im Nebelbach als auch im Eulergraben sehr stark verändert haben. Daher wurden für die Berechnungen in der nachfolgender Tabelle 2 die Messwerte aus dem hydrologischen Jahr 2014/2015 verwendet. Die Minimal- und Maximalwerte hingegen stammen aus dem Gesamtzeitraum ab Ende 2011 - 2017.

		Quelle 12	Nebenquelle	Eulerquelle	errechneter Gesamtablauf
Q mittel (ab 10/2014)	[l/s]	1,22	0,34	0,51	2,01
Q min	[l/s]	0,44	0,05	0,17	0,66
Q max	[l/s]	2,66	0,86	0,86	3,52
Schüttungszahl	-	6,05	17,2	5,05	-
Jahresmenge 2014/2015	[m ³ /a]	36.582	10.722	16.083	63.387
Anteil am Gesamtablauf	%	58	17	25	-

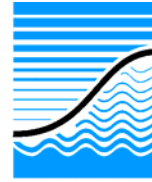
Tab. 2: Schüttungskennwerte der Hauptquellen im oberen Nebelbachtal (10/2014 – 11/2015).



Wie aus der Tabelle 2 hervorgeht schwanken die seit Ende 2011 an der Quelle 12 gemessenen Einzelwerte zwischen maximal 2,66 l/s und minimal 0,44 l/s. Bei der Minimalschüttung von 0,44 l/s handelt es sich um den niedrigsten bisher an der Quelle 12 gemessenen Einzelwert. Er entspricht einer minimalen Tagesmenge von 38 m³/d und bildete Ende Oktober 2015 den absoluten Tiefpunkt der Schüttungsganglinie des ausgeprägten Trockenjahres 2015 (Anlage 3.1.2). Die bisher höchste gemessene Schüttung lag bei 2,66 l/s und wurde im Januar 2013 vor Freilegung der Quelle 12 ermittelt. Sie entspricht einer maximalen Tagesmenge von 230 m³. Die mittlere Schüttung der Quelle 12 lag 2014/2015 bei 1,22 l/s.

Betrachtet man die wichtigsten Quellzuflüsse im oberen Nebelbachtal so liefert die Quelle 12 als schüttungsstärkste der drei Hauptquellen fast 60 % des über die Quellschüttungen erfassten Gesamtabflusses. Dabei schwankt ihr Anteil jedoch in Abhängigkeit vom saisonalen Witterungsgeschehen zwischen minimal 45 % im Winter und maximal 69 % im Sommer und Herbst.

Ursache hierfür ist das unterschiedliche Schüttungsverhalten der drei Quellen, die unterschiedlich schnell und stark auf das Niederschlagsgeschehen reagieren. Ein Maß hierfür ist die sogenannte Schüttungszahl, das Verhältnis von der Maximal- zur Minimalschüttung einer Quelle. Quellen mit einem ausgeglichenen Schüttungsverhalten besitzen kleinere Schüttungszahlen, Quellen mit stark schwankender Schüttung hingegen große. Wie aus der nachfolgenden Tabelle 2 zu ersehen ist, ist die Schüttungszahl der Nebenquelle mit 17,2 deutlich höher als die der Quelle 12 mit 6,05 und der Eulerquelle mit 5,05. Die beiden letzteren besitzen damit ein vergleichsweise ausgeglichenes Schüttungsverhalten, was darauf hinweist, dass diese Quellen auch einen gewissen Kluftwasseranteil aus dem Granit bzw. der Zersatzzone erhalten. Wasserwirtschaftlich genutzte Quellen sollten ein möglichst ausgeglichenes Schüttungsverhalten besitzen und daher ganz allgemein Schüttungszahlen von < 10 aufweisen [11, 12]. Diese Anforderung wird von der Quelle 12 mit einer Schüttungszahl von 6,05 erfüllt.



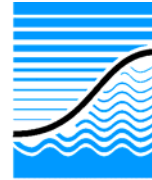
6.3.1 Verfügbare Schüttungsmengen

Die Quelle 12 bei Haag soll künftig die nicht schützbaeren Quellen 1, 2, 2a, 3, 4, 5, 7 und in jedem Fall auch 10a des Quellgebiets Kühäcker südlich von Haag ersetzen, die die Gemeinde Ringelai bisher für ihre Trinkwasserversorgung genutzt hat. In welchem Umfang die Quelle 12 die Quellen ersetzen kann ist u.a. von den verfügbaren Schüttungsmengen abhängig, die die Quelle 12 in Abhängigkeit vom jährlichen Niederschlagsgeschehen liefern kann. Die Anlage 4.1.1 (Seiten 1 – 3) enthält hierzu eine tabellarische Zusammenstellung der monatlich gemessenen Schüttungswerte sowie der daraus berechneten mittleren Tages-, Monats- und Jahresmengen, die seit Ende 2011 an der Quelle 12 zu Tage getreten sind.

Wie bereits aufgeführt, wurden an der Quelle 12 bisher Quellschüttungen zwischen maximal 2,66 l/s und minimal 0,44 l/s gemessen. Daraus errechneten Tagesmengen schwanken zwischen 230 und 38 m³/d. Die Tagesmenge von 38 m³/d wurde anhand der Ende Oktober 2015 am absoluten Tiefstpunkt der Schüttungsganglinie des ausgeprägten Trockenjahres 2015 gemessenen minimalen Quellschüttung ermittelt (Anlage 3.1.2). Sie stellt damit jene Mindestmenge dar, die die Quelle 12 nach bisherigem Kenntnissstand bei langanhaltender Trockenheit gerade noch liefern kann. Die für die Quelle 12 errechneten durchschnittlichen Tagesmengen sind deutlich höher und liegen je nach Jahr zwischen 72 und 112 m³/d (Anlage 4.1.1).

Nach den bisherigen Messungen 2012 bis 2017 lieferte die Quelle 12 jährlich Gesamtschüttungsmengen zwischen gut 26.300 m³ (2014) und knapp 41.000 m³ (2012). Die durchschnittliche Gesamtschüttungsmenge in den Zeitraum lag bisher bei rund 36.000 m³/a, die mittlere Schüttung der Quelle bei 1,14 l/s.

Der Messzeitraum von 2012 bis 2017 ist für die Bestimmung der mittleren Gesamtschüttung der Quelle 12 allerdings nicht repräsentativ und seine Gesamtdauer nicht ausreichend. Er war insgesamt durch relativ geringe Niederschlags- und Schneemengen gekennzeichnet. Insbesondere im Sommer und Herbst – Winter 2015/2016 herrschte im Bayerischen Wald eine ausgeprägte Trockenheit, die sich nachhaltig auf die Grundwasservorräte auswirkte und historisch niedrige Grundwasserstände und Quellschüttungen zur Folge hatte.



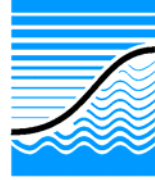
Aus diesem Grund lässt sich für die langjährige mittlere Schüttung und die mittlere jährliche Gesamtschüttungsmenge der Quelle 12 noch kein abschließender Wert angeben.

Nach den vorliegenden Messungen und dem bisherigen Kenntnisstand zu den örtlichen hydrogeologischen Verhältnissen und dem Einzugsgebiet der Quelle 12 dürfte die langfristig zu erwartende mittlere jährliche Gesamtschüttung der Quelle 12 einem Wert von maximal 38.000 m³/a erreichen. Dies entspräche einer mittleren Quellschüttung von rund 1,2 l/s. Deutlich höhere mittlere Gesamtschüttungsmengen sind langfristig nicht zu erwarten, auch wenn in Abhängigkeit vom Niederschlagsgeschehen Jahre mit höheren Gesamtschüttungsmengen auftreten können.

6.3.2 Mögliche Auswirkungen der Trinkwasserableitung aus der Quelle 12

Mit der Erschließung der Quelle 12 und der geplanten Ableitung ihres Quellwassers für die Trinkwasserversorgung von Ringelai wird sowohl ins Grundwasser als auch in das oberirdische Entwässerungssystem des oberen Nebelbachtals eingegriffen und dessen Gesamtabfluss reduziert. Deshalb werden die für die Trinkwasserversorgung von Ringelai nutzbaren und maximal ableitbaren Wassermengen nicht nur von der an der Quelle 12 verfügbaren Schüttungsmenge sondern maßgeblich auch von deren Anteil am oberirdischen Gesamtabfluss des Nebelbachtals bestimmt.

Die Quelle 12 liefert im Vergleich zur Neben-, zur Euler- und zur nicht gemessenen Filzquelle den mit Abstand größten und beständigsten Zufluss in das Tälchen. Der Anteil ihrer Quellschüttung am Gesamtabfluss beträgt knapp 60 % und schwankt in Abhängigkeit von der hydrologischen Gesamtsituation zwischen rund 70 % in Trockenzeiten und 45 % bei hohem Niederschlagsaufkommen.



6.3.2.1 Bestimmung der Mindestrestwassermengen im Nebelbach

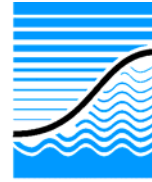
Nach Vorgaben des Wasserwirtschaftes Deggendorf ist als Maßstab zur Bemessung der maximal zulässigen Ableitungsmenge aus der Quelle 12 der MNQ, der mittlere Niedrigwasserabfluss des oberen Nebelbachtals zu verwenden. Aus der Quelle 12 sollte nur so viel Trinkwasser abgeleitet werden, dass auch nach Ableitung der Quelle 12 noch eine Restmenge von mindestens 40 % des MNQ erhalten bleibt.

Beim MNQ, dem mittleren Niedrigwasserabfluss eines Gewässers, handelt es sich um eine statistische Abflussgröße, die in der Regel aus langjährigen Abflussmessreihen von 30 Jahren und mehr für die Abflusspegel einzelner Gewässer ermittelt wird. Der MNQ ist das arithmetische Mittel, der jeweils niedrigsten Abflüsse eines definierten Zeitabschnitts wie z.B. des Sommers, des Winters, eines bestimmten Monats oder auch eines Jahres.

Für so kleine Seitenbäche wie den Nebelbach gibt es keine amtlichen Abflussmessstellen, für die der MNQ aus langjährigen Messreihen bestimmt wird. Auch langjährige Abflussmessungen, die für eine Berechnung des MNQ herangezogen werden könnten, gibt es bislang nicht. Aus diesem Grund kann der MNQ des oberen Nebelbachtals im vorliegenden Fall nur überschlägig abgeschätzt werden.

Wie in Kapitel 6.1 bereits ausführlich erläutert, stellt sich die Abflusssituation im oberen Nebelbachtal aufgrund der zahlreichen anthropogenen Eingriffe heute als sehr unübersichtlich dar und macht eine fachlich nachvollziehbare Ermittlung der erforderlichen Restwassermengen und eine nachvollziehbare Abwägung der für die öffentliche Trinkwasserversorgung von Ringelai maximal vertretbaren Ableitungsmengen äußerst schwierig.

Der Gesamtabfluss des oberen Nebelbachtals erfolgte ursprünglich ausschließlich über einen kleinen Bach, den so genannten Nebelbach. Dem Nebelbach flossen alle Quellen in diesem Talgrund zu, die Quelle 12, die Nebenquelle, die Eulerquelle, die Filzquelle und vermutlich auch die Quelle am Teichzulauf (Anlage 3.3). Heute ist der oberirdische Gesamtabfluss des oberen Nebelbachtals hingegen auf zwei parallel verlaufende Gerinne aufgeteilt, den Nebelbach und den sogenannten Eulergraben (Anlagen 3.4 und 4.3.1).



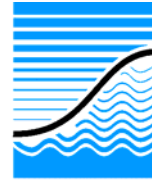
Die Wassermengen dieser beiden Gräben zusammen ergeben den Gesamtabfluss des oberen Nebelbachtals. Dabei wird seit Jahren die Gesamtschüttung der Eulerquelle über den Eulergraben zum Anwesen der Familie Euler abgeleitet und diese Wassermenge dem Nebelbach entzogen. Desgleichen geschieht erst seit kurzem auch mit der Filzquelle, die ursprünglich über die Filzwiese (Biotop!) in den Nebelbach entwässerte. Sie wird seit Herbst 2014 über einen von der Familie Euler neuangelegten Graben oberhalb der Filzwiese abgefangen und um das Biotop herum in den Eulergraben abgeleitet. Nun fließt also auch die Gesamtschüttung der Filzquelle über den Eulergraben ab und kommt nicht mehr dem Nebelbach zu. Aufgrund dessen wird der Nebelbach in seinem Oberlauf inzwischen also nur noch zwei Quellen, der Quelle 12 und der Nebenquelle, gespeist (Siehe Anlage 3.4). Diese Missstände müssen rückgängig gemacht werden.

Als Grundlage für die Berechnung des MNQ und die geforderte Mindestrestwassermenge werden im Folgenden die Mittelwerte aus den bisherigen Abflussmessungen im oberen Nebelbachtal verwendet, die mit der ersten amtlichen Messung des Wasserwirtschaftsamtes Deggendorf am 4.8.2016 im Beisein der Gemeinde Ringelai begonnen wurden und seitdem von der Gemeinde in monatlichen Abständen fortgesetzt werden.

Die Lage der Abflussmessstellen ist in der Anlage 4.3.1 dargestellt, die Ergebnisse dieser Messungen aus dem Zeitraum August 2016 bis Dezember 2017 sind in der Anlage 4.3.2 tabellarisch aufgeführt.

Seit Ableitung der Quelle 12 setzt sich der Gesamtabfluss aus dem oberen Nebelbachtal an der Abflussmessstelle Nebelbach 1 auf Höhe des querenden Feldweges aus der Schüttung der Quelle 12 sowie den verbleibenden Abflussmengen im Nebelbach (Nebelbach 1) und im Eulergraben zusammen. Wie der Anlage 4.2 zu entnehmen ist, liegt der mittlere Gesamtabfluss $MQ_{\text{Nebelbach 1}}$ an der Abflussmessstelle Nebelbachtal 1 nach den bisherigen Messungen bei 2,45 l/s (Anlage 4.3.2).

Wie die vorliegenden Abflussmessungen 2016 – 2017 in Anlage 4.3.2 zeigen, erhalten sowohl der obere Nebelbach als auch der Eulergraben entlang ihrer Fließstrecke zwischen den Quellaustritten und der Abflussmessstelle Nebelbach 1 messbare Wassermengen aus diffusen randlichen Wasserzuflüssen. Der mittlere Gesamtabfluss $MQ_{\text{Nebelbach 1}}$ ist an der Messstelle Nebelbachtal 1



im Mittel rund 0,47 l/s (Mittelwerte Zufluss Nebelbach 1 + Zufluss Eulergraben) höher als auf Höhe der ursprünglich den Nebelbach und Eulergraben speisenden Quellaustritte rund 120 bis 150 m weiter stromauf (Anlage 4.3.2).

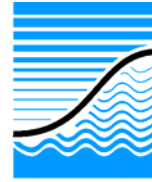
Die Ableitung der Quelle 12 sowie der Euler- und inzwischen auch Filzquelle findet im Umfeld der Quellaustritte unterhalb der Filzwiese statt. Daher ist für die Berechnung der im Nebelbach zu erhaltenden Restwassermengen über den MNQ eigentlich nicht der Gesamtabfluss des oberen Nebelbachtals an der Abflussmessstelle Nebelbach 1 sondern auf Höhe der Quellaustritte rund 120 bis 150 m weiter stromauf maßgeblich (Anlage 4.3.1).

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und Gefälleverhältnisse sind jedoch im Bereich der Quellen Abflussmessungen nur schlecht möglich. Der mittlere Gesamtabfluss des Nebelbachtals auf Höhe der Quellen $MQ_{\text{Nebelbach Quellen}}$ wird daher im Folgenden vereinfacht aus den mittleren Quellschüttungen (2016/2017) der Quelle 12, der Nebenquelle, der Euler- und der Filzquelle berechnet. Bei dieser Betrachtungsweise bleiben allerdings die diffusen Wasserzutritte aus dem Bereich der Filzwiese in den Nebelbach auf Höhe der Quellen unberücksichtigt.

Wie der Anlage 4.3.2 zu entnehmen ist, errechnet sich aus Schüttungsmessungen 2016/2017 für das obere Nebelbachtal **im Bereich der Quellaustritte ein mittlerer Gesamtabfluss $MQ_{\text{Nebelbach Quellen}}$ von 2,04 l/s**. Der mittlere Gesamtabfluss des oberen Nebelbachtals ist auf Höhe der Quellen gut 0,40 l/s niedriger als an der Messstelle Nebelbach 1. Der Wert von 2,04 l/s t wird im Folgenden für die Berechnungen des MNQ und die verbleibenden Restwassermengen weiterverwendet.

An den umliegenden Vorflutern Große Ohe, Sausswasser und Reschwasser macht der MNQ zwischen 30 – 32 % des mittleren Abflusses MQ aus [9]. Überträgt man dies auf den Nebelbach und setzt für den MNQ einen Anteil von 30 % des mittleren Gesamtabflusses an, so errechnet sich aus dem Gesamtabfluss $MQ_{\text{Nebelbach Quellen}}$ von rund 2,04 l/s für das obere Nebelbachtal auf Höhe der Quellen ein **$MNQ_{\text{Nebelbach Quellen}}$ von 0,65 l/s**.

Nach Vorgaben des WWA Deggendorf sollte nach der Trinkwasserableitung aus der Quelle 12 im Nebelbach stets eine Restwassermenge von mindestens 40 % des MNQ erhalten bleiben.



D.h. aus der Quelle 12 dürfte maximal so viel Quellwasser abgeleitet werden, dass trotz der verschiedenen Ableitungen im Nebelbach durchgehend eine Mindestrestwassermenge von 0,26 l/s oder mehr abfließt.

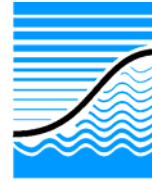
6.3.2.2 Mögliche Auswirkungen der Ableitung

Wie bereits erläutert werden aus dem oberen Nebelbachtal neben der Quelle 12, die für die Trinkwasserversorgung genutzt wird, über den Eulergraben auch die Eulerquelle und seit kurzem zusätzlich die Filzquelle abgeleitet. Nach all diesen Ableitungen speisen auf der Höhe der Quellen nur mehr die Nebenquelle und diffuse Wasserzutritte aus dem Bereich der Filzwiese den Nebelbach.

Um abschätzen zu können, welche Auswirkungen die Ableitung von Quellwasser aus der Quelle 12 auf den Nebelbach langfristig haben könnte, wurde zunächst anhand der bisher gemessenen Quellschüttungen rechnerisch überprüft, ob bei einer Gesamtableitung der Quelle 12 die von den Behörden geforderte Restwassermenge von mindestens 40 % des MNQ also ein Restabfluss von mindestens 0,26 l/s im Nebelbach durchgehend erhalten geblieben wäre oder nicht.

Die Berechnungen auf den Seiten 1 und 2 der Anlage 4.2 zeigen deutlich, dass dieses Kriterium, auf Höhe der Quellaustritte nicht dauerhaft erfüllt und bei vollständiger Ableitung der Quelle 12 die geforderten Restwassermengen von mindestens 0,26 l/s allein über die Schüttung der Nebenquelle rechnerisch nicht immer erhalten bleibt. Dies gilt in der Regel für den Zeitraum des sommerlichen und herbstlichen Schüttungstiefs, wenn die Schüttung der Nebenquelle unter 0,26 l/s sinkt.

Gerade in den Trockenzeiten macht sich die Ableitung der Filzquelle über den Eulergraben und damit ihr Fehlen im Nebelbach deutlich bemerkbar. Ihre vergleichsweise geringe Schüttung von schätzungsweise 0,2 l/s fehlt zur Unterstützung der Nebenquelle und Stabilisierung des Abflusses im Nebelbach auf Höhe der Quellaustritte. Würde die Filzquelle, wie bis Herbst 2014, auch weiterhin über das Filz in den Nebelbach abfließen, käme es trotz vollständiger Ableitung der Quelle 12 auf Höhe der Quellaustritte sehr viel seltener zu einer Unterschreitung der geforderten Restwassermengen im Nebelbach als ohne sie. Dies zeigen die exemplarischen Berechnungen in Anlage 4.2.

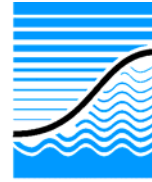


Für eine fachliche fundierte Beurteilung der Ableitung aus der Quelle 12 und deren Auswirkung auf den Nebelbach ist die rein rechnerische Betrachtung des Abflussgeschehens auf Grundlage der Quellschüttungsmessungen alleine aber nicht ausreichend. Sie gibt das Abflussgeschehen am oberen Nebelbach nur unzureichend wieder. Daher wurde im August 2016 auf Anregung des Wasserwirtschaftsamtes Deggendorf an unterschiedlichen Stellen im oberen Nebelbachtal mit regelmäßigen Abflussmessungen begonnen. Die Lage und Bezeichnung der hierfür verwendeten Abflussmessstellen ist der Anlage 4.3.1 zu entnehmen, die bisherigen Ergebnisse der Messungen sind in Anlage 4.3.2 enthalten.

Diese Abflussmessungen belegen, dass der Nebelbach, anders als berechnet, nach Ableitung der Quelle 12, nicht nur von der Schüttung der Nebenquelle gespeist wird. Er erhält, ebenso wie der benachbarte Eulergraben, neben dem reinen Quellwasserzufluss zusätzlich messbare Wassermengen aus diffusen randlichen Wasserzutritten, die den Abfluss merklich erhöhen (Anlage 4.3.2). Diese stammen einerseits aus dem Bereich der vernässten Filzwiese, andererseits sickern sie entlang seiner Fließstrecke randlich vom Talrand her zu.

So nimmt der Abfluss des Nebelbachs allein zwischen den Quellaustritten am Filz und der rund 150 m bachabwärts gelegenen Abflussmessstelle Nebelbach 1 im Mittel um 0,25 l/s zu. Naturgemäß schwanken die zufließenden Wassermengen saisonal relativ stark und lagen 2017 in Abhängigkeit vom jeweiligen Witterungsgeschehen zwischen 1,53 l/s während der Schneeschmelze im Februar und 0,07 l/s Ende August. **Trotz dieser Schwankungen stabilisieren die diffusen Zuflüsse den Abfluss im Nebelbach merklich und sorgen dafür, dass die im Nebelbach vorhandenen Restwassermengen höher sind als die anhand der Schüttung der Nebenquelle berechneten.**

Aufgrund dessen wurden an der Abflussmessstelle Nebelbach 1 anders als an der Nebenquelle die geforderten Mindestrestwassermengen von 0,26 l/s 2017 fast durchgehend eingehalten (Anlage 4.3.2). Einzige Ausnahme stellt die Messung Ende September 2017 während des herbstlichen Schüttungsminimums dar. Zu diesem Zeitpunkt war insbesondere die Schüttung der Nebenquelle so stark gesunken, dass der Abfluss des Nebelbachs auch an der Abflussmessstelle Nebelbach 1 die geforderte Restwassermenge unterschritt,



wobei die diffusen Wasserzutritte verhinderten, dass der Nebelbach trockenfiel.

Die durchgeführten Messungen belegen außerdem, dass der Einfluss der Quellaufleitung auf den Abfluss des Nebelbachs entlang seiner Fließstrecke relativ rasch abnimmt, da unterhalb der Messstelle Nebelbach 1 aus dem Hang nochmal verstärkt Wasser zusickert. Auf dem Streckenabschnitt zwischen der Abflussmessstelle Nebelbach 1 und der Messstelle Nebelbach 2 weitere 100 m bachabwärts fließen im Mittel nochmal 0,57 l/s zu, wobei die 2017 festgestellten Zuflussmengen zwischen 1,72 l/s während der Schneeschmelze und 0,1 l/s im Herbst schwankten.

Berücksichtigt man die randlichen Zuflüsse, so sollte nach dem derzeitigen Kenntnistand die Ableitung der Gesamtschüttung der Quelle 12 über die meiste Zeit des Jahres hinweg grundsätzlich möglich sein, ohne dass der Nebelbach und die begleitenden Feuchtbiotope dadurch geschädigt würden. Dafür sorgen zusätzlich zur Nebenquelle die diffusen Wasserzutritte aus dem Bereich der vernässten Filzwiese und der Talränder, die den Abfluss des Nebelbachs bereits entlang der ersten 150 m seiner Fließstrecke soweit erhöhen, dass auch bei Gesamtableitung der Quelle 12 die erforderlichen Restwassermengen an der Abflussmessstelle Nebelbach 1 die meiste Zeit des Jahres durchgehend eingehalten werden können. **Aus diesem Grund ist auch eine ständige Ableitung von Quellwasser aus der Quelle 12 in den Nebelbach nicht erforderlich. Eine derartige Ableitung ist allenfalls in Trockenzeiten als zeitlich begrenzt auf den Spätsommer und Herbst sinnvoll, wenn die Quellschüttungen und parallel dazu die randlichen Zuflüsse ihr Minimum erreichen und die Abflussmenge im Nebelbach zurückgeht.**

6.4 Hydrochemische und mikrobiologische Beschaffenheit

Anlage 4.4 enthält eine tabellarische Zusammenstellung der hydrochemischen Hauptinhaltsstoffe bzw. charakteristischen Parameter des Rohwassers aus der Quelle 12, die den verfügbaren Rohwasseruntersuchungen der Jahre 2015 – 2017 entnommen sind. Die Tabelle enthält außerdem eine Zusammenstellung der Ergebnisse der bisher durchgeführten mikrobiologischen Untersuchungen.



Wie die Analysenergebnisse zeigen, handelt es sich bei dem Wasser aus der Quelle 12 um ein für das oberflächennahe Kristallin ganz typisches Quellwasser mit relativ geringer Mineralisation und somit auch relativ niedrigen spez. elektr. Leitfähigkeiten zwischen 124 von 181 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

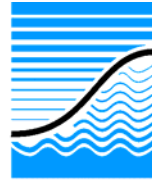
Eine hydrochemische Charakterisierung des Quellwassers ist auf Grundlage der vorliegenden Trinkwasseruntersuchungen leider nicht möglich, da im Rahmen der bisher durchgeführten Untersuchungen noch keine vollständige Bestimmung der hydrochemischen Hauptinhaltsstoffe vorgenommen wurde.

Das Quellwasser liegt mit Vor-Ort gemessenen pH-Werten zwischen 5,85 und 6,25 im schwach sauren pH-Wert-Bereich und außerhalb des von der TrinkwV geforderten neutralen pH-Wertbereichs zwischen 6,5 und 9,5. Es steht nicht im Kalk-Kohlensäuregleichgewicht, sondern hat deutlich kalkangreifende Eigenschaften. Die 2015 und 2016 bestimmten Calcitlösekapazitäten von 27,383 bzw. 97,312 mg/l überschreiten den Grenzwert der TrinkwV von 5 mg/l um ein Vielfaches. Aufgrund dessen erfüllt das Rohwasser aus der Quelle 12 die Anforderung der TrinkwV, der zur Folge Trinkwasser nicht korrosiv sein darf, nicht und muss, genau wie das Rohwasser aus den übrigen Quellen der Gemeinde Ringelai in der Entsäuerungsanlage des Wasserwerks aufbereitet werden.

Das nicht aufbereitete Rohwasser aus der Quelle 12 weist aufgrund der geringen Gehalte an härtebildenden Erdalkaliumionen Calcium und Magnesium eine geringe Gesamthärte von 2,7 $^{\circ}\text{dH}$ auf und ist nach dem deutschen Waschmittelgesetz als „weich“ zu bezeichnen. Das aufbereitete und mit Fernwasser gemischte Trinkwasser hingegen besitzt eine Gesamthärte von 6,3 $^{\circ}\text{dH}$, ist aber immer noch als weich einzustufen (Anlage 4.4.).

Das Quellwasser weist Eisen- und Mangangehalte von 0,019 und 0,005 mg/l auf, die jeweils deutlich unter den Grenzwerten der TrinkwV von 0,2 bzw. 0,05 mg/l liegen (Anlage 4.4.1).

Bei der ersten umfassenden Trinkwasseruntersuchung 2015 war im Rohwasser der Quelle 12 ein Nitratgehalt von 33 mg/l bestimmt worden, der deutlich unter dem Grenzwert der TrinkwV von 50 mg/l lag und auf einen mäßigen Einfluss der landwirtschaftlichen Nutzung im Quelleinzugsgebiet hinwies, desgleichen ein minimaler Gehalt von 0,02 $\mu\text{g}/\text{l}$ Desethylatrazin, einem Abbauprodukt des seit 1991 verbotenen Atrazins. Inzwischen hat sich gezeigt,

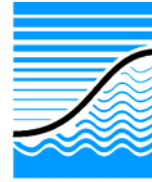


dass der Einfluss der Landwirtschaft auf die Qualität der Quelle 12 doch größer ist als bisher angenommen. So werden im Rohwasser der Quelle 12 seit Ende 2016 Nitratwerte zwischen 46,8 und 63,8 mg/l bestimmt, die den Grenzwert der TrinkwV z.T. sehr deutlich überschreiten. Ein allmählicher Rückgang dieser Werte unter den Grenzwert der TrinkwV ist nur durch die konsequente Umsetzung der mit dem Eigentümer der Quelle vereinbarten Extensivierung auf den Flächen oberhalb der Quelle zu erzielen. Bis dahin wird der Nitratgehalt im Trinkwasser der Gemeinde Ringelai durch die Mischung mit dem Wasser aus den anderen genutzten Quellen und die Zumischung von Fernwasser im Hochbehälter auf 26 mg/l gesenkt (Anlage 4.4.).

Wie aus der tabellarischen Aufstellung in der Anlage 4.4. hervorgeht, wies das Quellwasser bei den ersten Beprobungen Ende 2015/Anfang 2016 durchgehend massive mikrobiologische Belastungen mit Coliformen Bakterien von > 200, erhöhten Koloniezahlen, Enterokokken und Clostridium perfringens auf. Diese Proben waren jedoch am Ablauf des Absetzbeckens unterhalb der provisorisch aufgeschürften Quellgrube entnommen worden, die zum Zeitpunkt der Probennahmen bereits über ein Jahr offen lag. Wie die Untersuchungsergebnisse zeigen, hat sich die mikrobiologische Beschaffenheit des Rohwassers mit Fertigstellung der Quellfassung im Herbst 2016 umgehend verbessert. Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen war es ab Dezember 2016 aus mikrobiologischer Sicht nicht mehr zu beanstanden (Anlage 4.4.).

7 Einzugsgebiet der Quelle 12

Grundlage für die Ausarbeitung eines Trinkwasserschutzgebiets für die Quelle 12 im Hundswinkel ist eine überschlägige Abgrenzung ihres Quelleinzugsgebietes. Ganz allgemein umfasst das Einzugsgebiet einer Quelle jenen Bereich im engeren und weiteren Umfeld ihres Austritts, aus dem das an der Quelle zutage tretende Grundwasser zuströmt und in dem es hauptsächlich durch die anfallenden Niederschläge stetig neugebildet wird.



7.1 Abgrenzung des Quelleinzugsgebiets

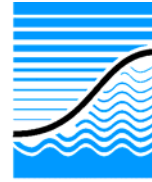
Bei der Abgrenzung des Einzugsgebietes der Quelle 12 wurde in einem ersten Schritt mit der Abgrenzung des oberirdischen und oberflächennahen Einzugsgebiets der Quelle begonnen, das in den Anlagen 5.1.2 und 5.1.3 grün umrandet dargestellt ist. Ihm entstammt der oberflächennah gebildete Anteil des an der Quelle 12 zutage tretenden Grundwassers, der durch die landwirtschaftliche Nutzung relativ stark beeinflusst ist und die erhöhten Nitratgehalte im Quellwasser hervorruft (vgl. Kap. 6.4).

Die Quelle 12 entspringt am Hangfuß der westlichen Talflanke des oberen Nebelbachtals unterhalb der Ortschaft Haag. Ihr oberirdisches Einzugsgebiet erstreckt sich nach Westen bis an die Kammlinie auf der Anhöhe von Haag, auf der in Nord-Süd-Richtung die oberirdische Wasserscheide zwischen den Einzugsgebieten des Buchberger Bachs und des Schwemmbachs, beides Zuflüsse der Wolfensteiner Ohe, verläuft. Der Grundwassermarkierungsversuch von 2011 hat mit einem mehrfachen, über insgesamt drei Wochen hinweg andauernden Farbdurchgang im Hausbrunnen Hödl gezeigt, dass die Grundwasserscheide entlang dieser Kammlinie verläuft und die Ortschaft Haag nach Westen zum Schwemmbach entwässert wird (Anlage 5.1.1) [8].

Die seitliche Abgrenzung des oberirdischen Quelleinzugsgebietes wurde anhand der Geländemorphologie, den Gefälleverhältnissen und damit letztlich anhand der Höhenlinien vorgenommen. Wie in Anlage 5.1.2 dargestellt, wurden alle jene Flächen in das oberirdische Einzugsgebiet einbezogen, die direkt zur Quelle 12 abfallen und deren Oberflächenabfluss und oberflächennaher Zwischenabfluss auf die Quelle 12 ausgerichtet ist.

Dieses rein morphologisch abgegrenzte, oberirdische Einzugsgebiet der Quelle 12 hat eine Gesamtfläche von knapp 0,05 km². Diese Fläche reicht bei weitem nicht aus um die gesamte an der Quelle 12 zu Tage tretende Schüttungsmenge von rund 38.000 m³/a über die versickernden Niederschläge neu zu bilden. Hierzu ist eine weitaus größere Fläche erforderlich, d.h. das Gesamteinzugsgebiet der Quelle 12 muss über dieses morphologisch abgegrenzte, oberirdische Einzugsgebiet im Nahbereich der Quelle deutlich hinausgehen.

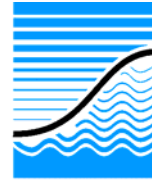
In einem zweiten Schritt wurde daher versucht das Quelleinzugsgebiet anhand der örtlichen geologisch-tektonischen Gegebenheiten und der hydrogeologischen Verhältnisse abzugrenzen.



Wie in den vorangegangenen Kapiteln bereits ausführlich erläutert, hat die Tektonik wohl einen relativ starken Einfluss auf die örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse im Nebelbachtal. Verbunden mit der nordnordwest-südsüdost streichenden bruchtektonischen Störung scheint eine Zone bevorzugter Wasserwegigkeiten im Untergrund ausgebildet zu sein, der aufgrund der höheren Kluftdichte und damit erhöhten Durchlässigkeiten im Untergrund eine Drainagefunktion für das Grundwasser im oberen Nebelbachtal zukommt. Diese Zone bevorzugter Wasserwegigkeiten erhält Zustrom aus Norden und dem bewaldeten Hundswinkel im Osten sowie in Teilen auch aus westlicher Richtung vom nordöstlicher Ortsrand der Ortschaft Haag her (Anlage 5.1.1). Im Bereich der Störungszone sammelt sich das Wasser und fließt nach Süden entlang der Störung ab, wobei ein Teil des Wassers in Quellen wieder zutage tritt. Erste Hinweise auf die hydrogeologische Wirksamkeit der Störung lieferten hierzu die positiven Farbnachweise in den Probenahmestellen Quelle Teichzulauf, Nebenquelle und Buchberger Bach während des Färbeversuchs im Jahr 2011 (vgl. hierzu Anlage 5.1.1) [8].

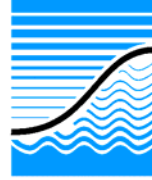
Im Gegensatz dazu scheint die Austrittsstelle der Quelle 12 ein Stück abseits der Störung und deren Wasserwegigkeiten zu liegen (Anlage 5.1.2). Es besteht keine direkte und rasche Anbindung der Quelle 12 an diese Zone bevorzugter Wasserwegigkeiten, da in der Quelle 12 über die Gesamtdauer des Färbeversuchs von 155 Tagen hinweg keinerlei Farbstoff nachgewiesen wurde (Anlage 5.1.1).

Aufgrund dessen wird bei der Abgrenzung des Quelleinzugsgebiets davon ausgegangen, dass die Störung das Einzugsgebiet der Quelle 12 nach Osten hin begrenzt und der Quelle aus dem Bereich des östlich gelegenen, bewaldeten Hundswinkels jenseits der Störung kein Wasser mehr zufließt. Diese Annahme wird von den unterschiedlichen Nitratgehalten in den Quellen des oberen Nebelbachtals unterstrichen, die sich je nach Lage ihrer Anstrombereiche stark voneinander unterscheiden. Der aktuell hohe Nitratgehalt in der Quelle 12 (vgl. Kap. 6.4) weist darauf hin, dass ihr Zustrombereich vor allem die landwirtschaftlich genutzten Flächen westlich und nördlich des Quellaustritts umfassen muss. Das an der Filz-, Neben- und Eulerquelle austretende Wasser zeigt hingegen keinen Einfluss landwirtschaftlicher Nutzung und weist daher Nitratgehalte von weniger als 10 mg/l auf. Es strömt aus dem Bereich des bewaldeten Hundswinkels von Osten zu (Anlage 5.1.4).



Die Schüttung der Quelle 12 enthält u.a. auch Anteile tieferen Grundwassers, das aus den wasserführenden Klüften im Granit stammt (Anlage 2.1). Daher sind außerdem auch die räumliche Ausrichtung und Streichrichtung der wasserführenden Klüfte für die Anstromverhältnisse im Quelleinzugsgebiet mitbestimmend. Wie in Kapitel 4.3 erläutert, sind für die Wasserwegigkeiten im Granit des Einzugsgebiets der Quelle 12 zwei Hauptkluftrichtungen anzunehmen. Dies sind einerseits die steil stehenden, NNW-SSE, parallel zur Störung im Nebelbachtal streichenden Klüfte, die sicherlich im gesamten Einzugsgebiet vorhanden sind und mit zunehmender Nähe zur Nebelbachtalstörung an Bedeutung gewinnen. Dies sind andererseits jene Wasserwegigkeiten im Granit, die an die steil stehenden WNW-ESE und W-E streichenden Scherklüfte gebunden sind. Über sie erfolgt der Grundwasserzustrom von den Talflanken aus westlicher Richtung auf die Quelle 12 zu. Bei der Abgrenzung des Gesamteinzugsgebiets wurde von einem tieferen Grundwasseranstrom entlang dieser beiden Kluftrichtungen ausgegangen und das Gebiet in diese Richtungen bis an die oberirdische Wasserscheide bzw. im Norden bis auf die flache namenlose Anhöhe nördlich der Straße nach Haslach ausgedehnt.

In den Anlagen 5.1.2 und 5.1.3 ist das unter Berücksichtigung der geologisch-tektonischen Elemente abgegrenzte unterirdische Einzugsgebiet der Quelle 12 im oberen Nebelbachtal dargestellt. Es wird im Osten von der als Drainage wirkenden Störungszone begrenzt, auf der Grundwasserabstrom im Nebelbachtal ausgerichtet ist. Die Westgrenze bildet die der Kammlinie auf dem Höhenrücken von Haag folgenden oberirdischen Wasserscheide, die nach den Ergebnissen des Grundwassermarkierungsversuchs auch gleichzeitig eine Grundwasserscheide darstellt [8]. Im Norden lässt sich die oberirdische Wasserscheide auf dem Kamm der namenlosen Anhöhe oberhalb der Straße nach Haslach im Gelände nicht festlegen. Aufgrund dessen und auch aus bilanztechnischen Gründen umfasst das in Anlage 5.1.1 abgegrenzte Einzugsgebiet die sehr flache Anhöhe vollständig bis das Gelände beginnt nach NNE zum Schneiderbachtal abzufallen. Im Süden folgt die Einzugsgebietsgrenze der Grenze des morphologisch abgegrenzten oberirdischen Nahbereichs rund um die Quelle. Das in den Anlagen 5.1.1 und 5.1.2 abgegrenzte Einzugsgebiet der Quelle 12 hat eine Gesamtfläche von 0,158 km².



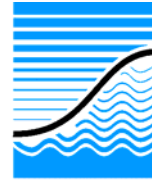
7.2 Grundwasserbilanz

Um das in Kapitel 7.1 abgegrenzte Einzugsgebiet der Quelle 12 hinsichtlich seiner Plausibilität zu überprüfen, wird im Folgenden eine vereinfachte Bilanzierung des Grundwasserhaushalts im Einzugsgebiet vorgenommen. Die Bilanz ist ausgeglichen und das Einzugsgebiet plausibel abgegrenzt, wenn die an der Quelle 12 zu Tage tretende durchschnittliche Schüttungsmenge über die natürliche Grundwasserneubildung, d.h. hauptsächlich über die Versickerung der anfallenden Niederschläge, neugebildet werden kann. Die Fläche des Quelleinzugsgebiets muss also mindestens der für die Neubildung der Schüttungsmenge erforderlichen Bilanzfläche entsprechen.

Es gibt ganze Reihe von Verfahren, die sogenannte Grundwasserneubildung zu ermitteln. Dabei handelt es sich um jenen Anteil der jährlichen Niederschlagsmenge, der über die Infiltration durch den Boden und die ungesättigte Zone hindurch das Grundwasser speist. Er wird nicht nur von den klimatischen Faktoren, also der anfallenden Niederschlagsmenge und der Verdunstung bestimmt, sondern ganz wesentlich auch von der Geländeneigung und -exposition, dem Bewuchs und vor allem auch von der Durchlässigkeit des Untergrundes beeinflusst.

Da für das Einzugsgebiet des oberen Nebelbachs keine Abflussmessstelle besteht, wird die für das Einzugsgebiet der Quelle 12 anzusetzende mittlere Grundwasserneubildung anhand von Neubildungswerten abgeschätzt, die aus den langjährig gemessenen Niedrigwasserabflüssen der nächstgelegenen Abflussmessstellen der umliegenden Vorfluter ermittelt wurden [6]. Dabei wird die Grundwasserneubildung als solche nicht direkt bestimmt. Berechnet wird vielmehr der mittlere aus dem Grundwasser stammende Abflussanteil MQ_G , der letztlich ein Maß die Grundwasserneubildung im oberstromig gelegenen Einzugsgebiet des Vorfluters darstellt [6]. Zur besseren Verständlichkeit wird im Weiteren allerdings ausschließlich der Begriff der Grundwasserneubildung verwendet.

Das Nebelbachtal gehört zum oberirdischen Einzugsgebiet der Wolfensteiner Ohe, deren amtliche Abflussmessstelle Fürsteneck fast 14 km Luftlinie entfernt auf einer Höhe von 348 mNN liegt. Der aus diesem Pegel in [6] abgeleitete Grundwasserneubildungswert von 9,2 [l/s km²] lässt sich auf das auf einem



Höheniveau zwischen 740 bis 780 mNN deutlich höher gelegenen Einzugsgebiet des Nebelbachs nicht direkt übertragen.

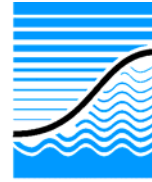
Aufgrund dessen wurden zur Abschätzung der mittleren Grundwasserneubildungsrate für das Einzugsgebiet der Quelle 12 auch die Werte mit herangezogen, die auf der Grundlage von Abflussmessungen an den benachbarten Vorflutern Kleine Ohe, Reschwasser und Sausswasser bestimmt wurden und in nachfolgenden Tabelle 3 aufgeführt sind [6].

Pegel	Vorfluter	Grundwasserneubildung	
		[mm]	[l/s km ²]
Grafenau	Kleine Ohe	342	10,9
Unterkashof	Reschwasser	372	11,9
Linden	Sausswasser	348	11,1
Fürsteneck	Wolfensteiner Ohe	286	9,2
EZG Nebelbach	Abschätzung	344	11,0

Tab. 3: Werte für die Grundwasserneubildungsrate aus [6]

Die Einzugsgebiete dieser Vorfluter reichen bis auf die niederschlagsreichen Kammlagen des Bayerischen Waldes hinauf. Das Einzugsgebiet des oberen Nebelbachtals hingegen ist den Kammlagen vorgelagert und liegt mit Höhen zwischen 740 und 780 mNN deutlich tiefer. Aufgrund dessen sind die im oberen Nebelbachtal anfallenden Niederschlagsmengen und somit auch die Grundwasserneubildungsrate im Einzugsgebiet der Quelle 12 geringer als die anhand der Pegel Grafenau, Unterkashof und Linden ermittelten Neubildungswerte. Für die Bilanzierung des Quelleinzugsgebiets wurde daher eine verminderte mittlere Grundwasserneubildungsrate von 11,0 l/s·km² (344 mm/a) angesetzt.

Wie bereits in Kap. 6.3 erläutert, muss man nach dem derzeitigen Kenntnisstand davon ausgehen, dass die im langjährigen Mittel zu erwartende Ge-

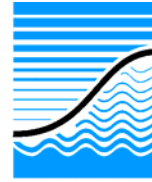


samtschüttungsmenge der Quelle 12 wohl zwischen 36.000 und maximal 40.000 m³/a liegen wird. Aus diesem Grund wurde bei der Bilanzierung des Quelleinzugsgebiets für die Quelle 12 von einer mittleren Gesamtschüttungsmenge von rund 38.000 m³/a ausgegangen, die einer langjährigen mittleren Schüttung von 1,2 l/s entspricht. Bei einer Grundwasserneubildungsrate von 11 l/s·km² ist eine Einzugsgebietsfläche von mindestens 0,109 km² nötig, um diese Schüttungsmenge im langjährigen Mittel neu bilden zu können.

Das in den Anlagen 5.1.2 und 5.1.3 dargestellte Quelleinzugsgebiet der Quelle 12 hat eine Gesamtfläche von 0,158 km² und ist damit etwas größer als die für die Quelle 12 rein rechnerisch erforderliche Bilanzfläche. Allerdings sind bei der Bilanzierung u.a. die anderen Quellaustritte im oberen Nebelbachtal mit zu berücksichtigen, die Zufluss aus dem gleichen Gebiet erhalten wie die Quelle 12. Um die Einzugsgebiete dieser Quellen gegenüber der Quelle 12 abzugrenzen und die Herkunft der Quellwässer näher zu bestimmen, wurde Ende März 2017 eine Stichtagsbeprobung der Nitratgehalte durchgeführt, deren Ergebnisse in der Anlage 5.1.4 mit aufgeführt sind.

Diese Untersuchungen zeigen, dass die Filzquelle, die Eulerquelle und überraschenderweise auch die Nebenquelle kaum landwirtschaftlich beeinflusst sind und diese Quellen somit allenfalls über die Störung geringfügig Zufluss aus dem Bereich der landwirtschaftlichen Flächen erhalten können. Ihre Einzugsgebiete liegen überwiegend im Bereich des Hundswinkels östlich der Störungszone und überschneiden sich mit dem Einzugsgebiet der Quelle 12 allenfalls teilweise und sicher nur in Randbereichen. Wie der Anlage 5.1.4 zu entnehmen ist, werden daher für die Euler- und die Nebenquelle jeweils 0,05 l/s als Schüttungsmenge angesetzt und damit diese minimale Überschneidung der Einzugsgebiete in der überschlägigen Wasserbilanz berücksichtigt.

Anders verhält es sich mit der Quelle Teichzulauf, die ebenso wie die Quelle 12 deutlich landwirtschaftlich beeinflusst ist (Anlage 5.1.4). Ihr Einzugsgebiet erstreckt sich in nördlicher und wie der Färbeversuch gezeigt hat auch nordwestlicher Richtung bis an den Ortsrand von Haag an der Straße nach Haslach und überschneidet sich vollständig mit dem Einzugsgebiet der Quelle 12. Daher geht die geschätzte mittlere Schüttung der Teichquelle von 0,2 l/s vollständig in die Wasserbilanz für das Einzugsgebiet der Quelle 12 mit ein.



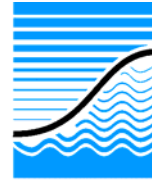
Wie der tabellarischen Aufstellung in der Anlage 4.1.4 zu entnehmen ist, fließen somit aus dem Einzugsgebiet der Quelle 12 allein über die Quellschüttungen der Quelle 12, der Quelle Teichzulauf und ganz geringfügig auch der Neben- und der Eulerquelle im Mittel 1,5 l/s ab. Bei einer Grundwasserneubildungsrate von 11 l/s ist eine Einzugsgebietsfläche von mindestens 0,14 km² erforderlich um diese Schüttungsmenge durch die anfallenden Niederschläge neu bilden zu können. Das in den Anlagen 4.1.2 und 4.1.3 abgegrenzte Einzugsgebiet hat eine Gesamtfläche von 0,158 km² und ist damit nur geringfügig größer als die für diese Schüttungsmenge erforderliche Bilanzfläche. Die überschlägige Wasserbilanz für dieses Gebiet kann somit als ausgeglichen betrachtet werden.

8 Gefährdungspotentiale und Vorschlag für ein Trinkwasserschutzgebiet

8.1 Schützbarkeit und Deckschichtenverhältnisse

Die Schützbarkeit eines Grundwasservorkommens wird nicht nur von den Grundwasserströmungsverhältnissen, sondern im Allgemeinen auch ganz maßgeblich von der Verbreitung und Schutzwirkung der Grundwasserdeckschichten im Einzugsgebiet mitbestimmt. Die Zusammensetzung, Art und Mächtigkeit der das Grundwasser überlagernden Gesteine und Sedimente entscheiden in hohem Maße darüber, welchen Rückhalte- und Reinigungsprozessen das im Untergrund versickernde Niederschlagswasser auf seinem Weg zum Grundwasser unterliegt.

Aufgrund ihrer Bedeutung für den Trinkwasserschutz, sieht das Merkblatt 1.2/7 des BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR UMWELT [5] bei der Bemessung eines Wasserschutzgebietes und speziell der Abgrenzung der Weiteren Schutzzone eine Bewertung der Grundwasserdeckschichten hinsichtlich ihrer Schutzfunktion und ihrer Verbreitung im Einzugsgebiet vor. Hierfür wird in der Regel das Bewertungsverfahren nach HÖLTING ET AL [10] verwendet, bei dem die Grundwasserüberdeckung unter Berücksichtigung ihrer pedologischen und lithologischen Zusammensetzung und der jährlichen in den Untergrund eindringenden Sickerwassermenge in Klassen mit unterschiedlicher Schutzfunktion („sehr gering“, „gering“, „mittel“, „hoch“ und „sehr hoch“) eingestuft wird. Bei ausreichender Mächtigkeit und hoher bis sehr hoher



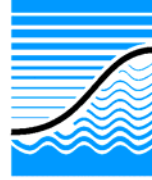
Schutzfunktion der Deckschichten kann ggf. eine Reduzierung der Weiteren Schutzzone vorgenommen werden.

Im Einzugsgebiet der Quelle 12 sind allerdings derartig günstige Voraussetzungen in Bezug auf die Schutzfunktion der Deckschichten grundsätzlich nicht zu erwarten und in dem relativ kleinen Einzugsgebiet eine Reduktion der Weiteren Schutzzone ohnehin von vornherein ausgeschlossen.

Wie fast überall im kristallinen Grundgebirge des Bayerischen Waldes sind auch im Einzugsgebiet der Quelle 12 insgesamt ungünstige Deckschichtenverhältnisse vorhanden. Wie bereits in Kap. 4.2 erläutert, setzen sich die Deckschichten über dem wasserführenden Teil der Granitzersatzzone, und den wassererfüllten Bereichen im oberflächennah aufgelockerten Granit oder in den Fließerdevorkommen aus dem sandig-lehmigen Granitzersetz, lehmig-sandiger, teilweise auch steiniger Fließerde oder deren Umlagerungsprodukten zusammen. Ihre Gesamtmächtigkeit kann zwischen 4 bis 5 m (Schürfgrube der Quelle 12) oder aber auch nur wenigen Dezimetern (Schurf 2 des Färbeversuch [8]) schwanken. Aufgrund eines fehlenden einheitlichen Grundwasserkörpers lassen sich auch keine Angaben zur Lage des Grundwasserspiegels und zu den jeweiligen Flurabständen machen.

Aufgrund ihrer eis- und nacheiszeitlichen Entstehung bzw. Überprägung sind die Deckschichten im Einzugsgebiet nicht nur in relativ geringer und örtlich schwankender Mächtigkeit ausgebildet, sondern auch sehr heterogen zusammengesetzt. Insbesondere die wechselnden Anteile an Granitgrus und Steinen erhöhen örtlich die Durchlässigkeiten und wirken sich ungünstig auf die Schutzfunktion der Deckschichten aus. Die Verbreitung mehrerer Meter mächtiger, aus einheitlich tonig-schluffigem Material zusammengesetzter Deckschichten ist aufgrund ihrer Genese im Einzugsgebiet der Quelle 12 von vornherein praktisch ausgeschlossen.

Aus diesem Grund macht eine Kartierung der örtlichen Deckschichten etwa mit der Hilfe von Kleinbohrungen oder mit dem Bohrstock und deren Bewertung nach HÖLTING [10] im vorliegenden Fall keinen Sinn. Auf sie wurde daher verzichtet. Stattdessen wird auf die Bewertung in der HGK 100 [3] zurückgegriffen, die für das Einzugsgebiet der Quelle 12 von **einer geringen bis sehr geringen Schutzfunktion der Deckschichten** ausgeht. Diese Einstufung entspricht nach unserem Kenntnisstand den örtlichen Deckschichten-



verhältnissen und ist insbesondere in Anbetracht der geschilderten Inhomogenitäten für das ganze Einzugsgebiet anzusetzen.

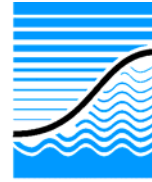
8.2 Nutzung und Gefährdungspotentiale

Wie aus dem Luftbild in der Anlage 3.3 zu ersehen ist, dominiert im Einzugsgebiet der Quelle 12 vor allem die landwirtschaftliche Nutzung. Sie macht etwas 2/3 der gesamten Einzugsgebietsfläche aus. Dabei unterliegt das Gebiet überwiegend Grünlandnutzung und nur ein auf etwa 1/4 bis 1/3 der Fläche wird Ackerbau betrieben. Besonders hervorzuheben sind hierbei die unmittelbar oberhalb der Quelfassung bewirtschafteten Flächen, insbesondere die zur Quellmulde abfallenden Grundstücke mit den Flur-Nrn. 1448 und 1451, Gemarkung Wasching, deren Oberflächenabfluss unmittelbar auf die Quelle 12 zuläuft. Auf einem Teil dieser Flächen wurde im Sommer/Herbst 2014 Mais als Viehfutter angebaut und nach einem Starkregenereignis Bodenmaterial in die aufgeschürfte Quelle geschwemmt.

Zusammenhängende Waldflächen befinden sich praktisch nur im Bereich der Anhöhe im nördlichsten und dem von der Quelle 12 am weitesten entfernten Teil des Einzugsgebiets. Knapp 1/3 der Einzugsgebietsfläche ist bewaldet. Der Wald unterliegt ausschließlich privater forstwirtschaftlicher Nutzung. Abgesehen von einem kleinen Gehölz rund um den Ursprung der Filzquelle gehört das im Osten angrenzende Waldgebiet des Hundwinkels nicht mehr zum Einzugsgebiet der Quelle 12.

Unmittelbar am Ostrand des Quelleinzugsgebiets liegt ein kleiner privat genutzter Fischteich, der von der Quelle Teichzulauf (vgl. Anlage 3.3) gespeist wird. Er ist rund 300 m von der Quelle 12 entfernt. Der Teichüberlauf wird über einen Graben in das Waldgebiet des Hundwinkels abgeleitet und versickert dort.

Bebauung ist im Einzugsgebiet der Quelle 12 so gut wie keine vorhanden. Nur ein Gebäude, und zwar das Wohngebäude des Anwesens Haag Nr. 61, liegt im Bereich der Wasserscheide und ragt damit randlich in das Einzugsgebiet der Quelle 12 hinein. Wie mit dem Grundwassermarkierungsversuch 2011 gezeigt werden konnte [8], liegt das bebaute Ortsgebiet von Haag jenseits der Wasserscheide und gehört damit nicht mehr zum Einzugsgebiet der Quelle 12. Dies gilt u.a. auch für das landwirtschaftliche Anwesen Haag 42



der Familie Hödl mit Stall, Güllegrube und Fahrsilo, das somit keine Gefährdung für die Quelle 12 darstellt (vgl. Anlage 5.1.1) [8].

An Verkehrswegen sind im Einzugsgebiet der Quelle 12 einzelne Feldwege und das Sträßchen zwischen den Ortschaften Haag und Haslach zu nennen. Letzteres quert das Einzugsgebiet 350 m nördlich der Quelle 12. Es ist bisher nur zum Teil asphaltiert, das abfließende Straßenwasser versickert breitflächig über das Bankett in die angrenzende Wiese. Ein überörtliches Verkehrsaufkommen ist hier nicht zu erwarten. Aufgrund seiner geringen Breite und seines schlechten baulichen Zustandes wird es nur für den örtlichen Verkehr zwischen den Ortschaften Haag und Haslach bzw. als Zufahrt zum Badeweiher genutzt.

Im nördlichen Teil des Einzugsgebiets, entlang des Waldrandes, wurde bei der Begehung im Herbst 2015 ein unbefestigter Mistablagerungsplatz festgestellt. Angaben zu Altablagerungen, wie einem ehemaligen Schuttplatz oder dergleichen, liegen uns nicht vor.

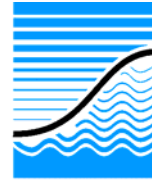
Die kleine Filzwiese nordöstlich der Quelle 12 auf einer Teilfläche der Flur-Nrn. 1453, Gemarkung Wasching wird ebenso wie der Talgrund des oberen Nebelbachs und die teilweise mit Gehölzstreifen bewachsenen Felldraine im Einzugsgebiet in der Datenbank FIS-Natur als kartierte Biotope aufgeführt.

8.3 Risikozonierung

In den Vorgaben des Merkblattes 1.2/7 des Bayerischen Landesamtes für Umwelt [5] ist bei der Bemessung eines Wasserschutzgebietes die Einteilung des Einzugsgebietes in Risikozonen vorgesehen. Dieser Vorgang dient dazu, den Anstrombereich einer Gewinnungsanlage in Bereiche unterschiedlicher Schutzbedürftigkeit zu unterteilen.

Das Einzugsgebiet der Quelle 12 lässt sich allein aufgrund der Gefälleverhältnisse und der Ausrichtung des oberirdischen Abflusses in zwei Zonen unterschiedlicher Schutzbedürftigkeit unterteilen (Anlage 5.2):

- Die Risikozone 1 umfasst das in Anlage 5.1.1 und 5.1.2 dargestellte, morphologisch abgegrenzte, oberirdische Einzugsgebiet der Quelle 12. Der oberirdische Abfluss sowie der Zwischenabfluss dieser Flächen ist auf die Quelfassung der Quelle 12 und deren näheres Umfeld ausgerich-



tet. Da die inhomogene und gering mächtige Grundwasserüberdeckung nur eine geringe bis sehr geringe Schutzfunktion besitzt, ist diesen Bereichen eine hohe Schutzbedürftigkeit zuzuordnen.

- Die Risikozone 2 umfasst das sich im Norden anschließende restliche Einzugsgebiet der Quelle 12, das sich der Hauptklufrichtung folgend bis auf die flache Anhöhe nördlich von Haag erstreckt. Die Gefälleverhältnisse und damit der oberirdische Abfluss und der Zwischenabfluss sind hier auf die Talmulde des Nebelbachtals und die entlang der Störung austretenden Quellen ausgerichtet. In Bezug auf die Quelle 12 kommt der Risikozone 2 daher eine mittlere Schutzbedürftigkeit zu.

8.4 Trinkwasserschutzgebietsvorschlag

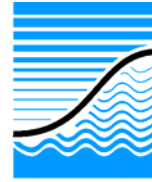
Seit dem Jahr 2012 besteht bereits ein erster Vorschlag für ein Trinkwasserschutzgebiet für die Quelle 12 bei Haag.

In den nachfolgenden Ausführungen wird auf der Grundlage der in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten geologisch-tektonischen und hydrogeologischen Verhältnisse sowie des in Anlage 5.1 dargestellten Quelleinzugsgebiets ein Vorschlag für ein Trinkwasserschutzgebiet für die Quelle 12 im oberen Nebelbachtal östlich von Haag ausgearbeitet. Dabei wurden sowohl die Vorgaben des Arbeitsblattes W 101 der DVGW [7] als auch die des Merkblattes 1.2/7 des BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR UMWELT LFU [5] in der jeweils aktuell gültigen Fassung angewendet.

8.4.1 Fassungsbereich – Zone I

Durch die Ausweisung des Fassungsbereichs (Zone I) in einem Trinkwasserschutzgebiet, soll die Trinkwassergewinnungsanlage, in diesem Fall die Quelfassung und ihre unmittelbare Umgebung vor jeglichen Verunreinigungen und Beeinträchtigungen geschützt werden.

Nach der DVGW-Richtlinie W 101 soll die Grenze des Fassungsbereichs bei einer Quelle in Richtung des zuströmenden Grundwassers einen Mindestabstand von 20 m zur Quelfassung bzw. der Sickerleitung einhalten. Im Unterstrom und stromseitlich hingegen ist ein Mindestabstand von 10 m ausreichend. Der Fassungsbereich ist vollständig einzuzäunen und darf von Unbefugten nicht betreten werden.



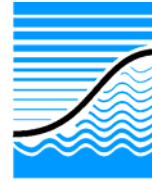
Maßgeblich für die Bemessung des Fassungsbereichs der Quelle 12 sind einerseits Lage und Größe der Quelfassung selbst und andererseits die von der DVG-Richtlinie W 101 vorgegebenen Mindestabstände von 10 und 20 m. Wie in Kap. 3.2 dargestellt, handelt es sich bei der Fassung der Quelle 12 um eine Flächenfassung mit einer knapp 0,5 m mächtigen flächigen Quarzkies-schüttung am Grunde einer rund 5 m tiefe Quellgrube, aus der über drei Sickerstränge das Quellwasser in einen Sammelschacht abgeführt wird. Die vorgeschlagene Grenze des Fassungsbereichs hat in Zustromrichtung einen Mindestabstand von 20 m zum Ende der mit Quellsteinen markierten Sickerstränge und verläuft unterstromig mit einem Abstand von mindestens 10 m unterhalb der Quelfassungsmauer. Das Quelfassungsbauwerk selbst und die ursprünglich freigelegte Quellgrube kommen dadurch vollständig innerhalb des Fassungsbereichs zu liegen. Wie aus der Anlage 6.2 hervorgeht, erstreckt er sich allerdings über die Grenze zweier Flurstücke hinweg. Es sind die Flurstücke mit den Flur-Nrn. 1452 und 1449 der Gemarkung Wasching. Eigentümer dieser Flächen ist jeweils die Familie Hödl, mit der die Gemeinde Ringelai einen Vertrag zur Nutzung der Quelle 12 geschlossen hat.

8.4.2 Engere Schutzzone – Zone II

Die Engere Schutzzone eines Trinkwasserschutzgebietes (Zone II) soll den Schutz vor Verunreinigungen durch pathogene Mikroorganismen (z.B. Bakterien, Viren, Parasiten und Wurmeier) sowie vor sonstigen Beeinträchtigungen gewährleisten, die bei geringer Fließdauer und –strecke in die Quelfassung gelangen können. Maßgeblich für die Bemessung der Engeren Schutzzone ist primär die sogenannte 50-Tagelinie, die jene Linie darstellt, von der aus das genutzte Grundwasser eine Fließzeit von 50 Tagen bis zur Fassung benötigt.

Gleichzeitig sollte die Außengrenze der Zone II einen Abstand von mindestens 100 m zur Fassung einhalten. Dies gewährleistet in der Regel, dass pathogene Mikroorganismen auf ihrem Weg zur Quelfassung im Untergrund zurückgehalten werden.

Im vorliegenden Fall ist eine überschlägige Bestimmung der 50-Tagelinie möglich, da sich aus den Ergebnissen des Grundwassermarkierungsversuchs aus dem Jahr 2011 näherungsweise Angaben zu den Abstandsgeschwindigkeiten der Grundwasserbewegungen im Granit bestimmen lassen. Die im Rah-

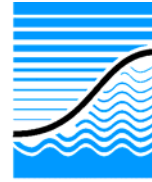


men des Grundwassermarkierungsversuchs je nach Lage der Eingabestelle für den Bereich des Nebelbachtals bestimmten Abstandsgeschwindigkeiten reichen von 2,5 bis maximal 4,4 m/d und liegen im Mittel bei 3,8 m/d [8]. Bei diesen Geschwindigkeiten legt das Grundwasser im Granit innerhalb von 50 Tagen eine Strecke von maximal 220 m zurück.

Als Bemessungsgrundlage für den in Anlage 6.1 vorgeschlagenen Umgriff der Engeren Schutzzone wurde das in Anlage 5.2 als Risikozone I ausgewiesene, morphologisch abgegrenzte, oberirdische Einzugsgebiet der Quelle 12 verwendet. Seine Fläche wurde in größtmöglichem Umfang abgedeckt, da diesem Teilbereich des Einzugsgebiets aufgrund der oberirdischen Abflussverhältnisse und des Zwischenabflusses erhöhte Schutzbedürftigkeit zukommt.

Dies ist auch der Grund, weswegen sich die vorgeschlagene Zone II im Westen bis auf die Anhöhe von Haag erstreckt und dort mit einem Abstand von 250 m zum Quellaustritt der Wasserscheide und damit der Außengrenze des Quelleinzugsgebiets folgt. Im Norden folgt die Grenze der Engeren Schutzzone mit einem stromseitlichen Abstand von 125 m zur Quelle 12 grob der Begrenzung der Risikozone I.

Der Grenzverlauf der vorgeschlagenen Zone II wurde soweit möglich grundsätzlich an vorhandene Flurgrenzen angepasst. Auf der Anhöhe von Haag, kann dieses Prinzip allerdings nicht eingehalten werden. Aufgrund sehr großzügig zugeschnittener Flurstücke sind im Bereich der Wasserscheide keine passenden Flurgrenzen vorhanden. Eine Reduzierung der Engeren Schutzzone bis an den Feldweg ist wegen der Gefälleverhältnisse und der 50-Tagelinie jedoch nicht möglich. Deshalb durchschneidet die vorgeschlagene Grenze der Engeren Schutzzone die Grundstücke der Flur-Nrn. 1413 und 1416 der Gemarkung Wasching in der Verlängerung benachbarter Flurgrenzen. Um diesen Grenzverlauf auch im Gelände nachvollziehbar zu machen, wird eine entsprechende Unterteilung der Flurstücke bzw. das Setzen von Markierungssteinen vorgeschlagen.



8.4.3 Weitere Schutzzone – Zone III

Nach der DVGW Richtlinie W 101 [7] soll die Weitere Schutzzone eines Trinkwasserschutzgebietes (Zone III) den Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen, insbesondere vor nicht oder nur schwer abbaubaren chemischen oder radioaktiven Verunreinigungen, gewährleisten und bei einer Quelle bis an die Grenze des Quelleinzugsgebietes reichen.

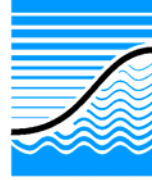
Hauptgrundlage für die Bemessung der Weiteren Schutzzone im vorliegenden Schutzgebietsvorschlag ist die in Kapitel 7 erläuterte Abgrenzung des Quelleinzugsgebietes im oberen Nebelbachtal. Maßgeblich für die Abgrenzung der Weiteren Schutzzone ist zudem die in Kapitel 8.3 erläuterte und in Anlage 5.2 dargestellte Risikozonierung.

Der als Weitere Schutzzone auszuweisende Teil des Quelleinzugsgebietes gehört fast vollständig zu dem als Risikozone 2 (Anlage 5.2) eingestuften, nördlicheren Teil des Einzugsgebietes und umfasst den Talschluss des oberen Nebelbachtals bis hinauf auf die Verebnung auf der nördlich der Straße nach Haslach gelegenen bewaldeten Anhöhe.

Die vorgeschlagene Weitere Schutzzone erstreckt sich, wie vom DVGW Arbeitsblatt W 101 [7] gefordert, jeweils bis an die Außengrenzen des in Anlage 5.1 abgegrenzten Quelleinzugsgebietes. Aufgrund der uneinheitlichen und ungünstigen Deckschichtenverhältnisse ist dies in jedem Fall erforderlich. Die Voraussetzungen für eine Reduzierung der Weiteren Schutzzone nach dem Merkblatt 1.2/7 [5] sind bei diesen Deckschichtenverhältnissen nicht gegeben.

Da das Einzugsgebiet der Quelle 12 darüber hinaus relativ klein ist und die Einzugsgebietsgrenzen maximal 550 bis 560 m oberhalb der Quelfassung verlaufen, sind die Mindestvoraussetzungen für eine Unterteilung der Weiteren Schutzzone in die Zonen III A und III B nach DVGW W 101 [7] nicht erfüllt. Bei Grundwasserabstandsgeschwindigkeiten bis 4,4 m/d, wie sie für das Einzugsgebiet der Quelle 12 festgestellt wurden, dürfte eine derartige Unterteilung erst 2 km oberhalb der Fassung vorgenommen werden.

Die Grenzen der vorgeschlagenen Weiteren Schutzzone folgen durchgehend der Außengrenze des in Anlage 5.2 dargestellten Quelleinzugsgebietes. Bei der Grenzziehung wurde grundsätzlich versucht, die Schutzgebietsgrenzen



Geowissenschaftliches Büro
Dr. Heimbucher GmbH

auf vorhandene Flurgrenzen zu verlegen. An der Nordostgrenze, nördlich der Straße nach Haslach war dies aufgrund der Fluraufteilung allerdings nicht möglich. Das Flurstück Nr. 1411 wurde daher in Verlängerung einer bestehenden Flurgrenze unterteilt.

Nürnberg, den 10.4.2018

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Heimbucher'.

Dr. O. Heimbucher
Dipl.-Geologe BDG

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'U. Troeder'.

U. Troeder
Dipl.-Geologin