

Geohydrologische Beurteilung des Quellgebiets Lackenhäuser der Gemeinde Neureichenau

Verfasser: Dr. K. D. Raum
B. Eng. A. Weber

Auftraggeber: **Gemeinde Neureichenau**
Dreisesselstraße 8
94089 Neureichenau
08583 / 96 0 10
info@neureichenau.de

Durchführung: **ANDERS & RAUM**
Sachverständigenbüro für Grundwasser
Hintelsberg 2
84149 Velden a.d. Vils
08742 / 96 74 93
info@raum-anders.de

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Anlass und Einführung	4
2.	Naturräumliche Randbedingungen	4
2.1.	Geographische Lage	4
2.2.	Beschreibung der Quellen	5
2.3.	Relief / Hydrographie.....	8
2.4.	Geologischer Aufbau des Aquifers und der GW-Deckschichten, Bodenverhältnisse.....	8
2.5.	Flächennutzung.....	14
3.	Hydrologische Charakteristik	14
3.1.	Regionale Wasserbilanz	14
3.2.	Wasserdargebot der Quellen	16
3.3.	Wasserbedarf und beantragte Ableit-/Fördermengen.....	18
3.4.	Bewertung der wasserchemischen Zusammensetzung.....	18
3.5.	Ergebnisse der mikrobiologischen Trinkwasseruntersuchungen.....	19
4.	Abschätzung der Wassereinzugsgebiete	19
5.	Auswirkungen der beantragten Quellwasserableitung.....	20
6.	Verweildauer	21
7.	Schützbarkeit der Vorkommen, Gefährdungspotentiale und Maßnahmen zur Sicherung.....	22
8.	Bemessung der Schutzzonen.....	23
8.1.	Allgemeine Bemessungskriterien	23
8.2.	Schutzzonengliederung.....	24
9.	Auflagenkatalog	26
10.	Überwachungsmaßnahmen	27

ABBILDUNGEN / TABELLEN / ANHÄNGE / ANLAGEN

ABBILDUNGEN

Abbildung 1:	Übersichtslageplan	7
Abbildung 2a:	Geologische Karte	11
Abbildung 2b:	Legende zur Geologischen Karte	12

TABELLEN

Tabelle 1:	Lagekoordinaten der Quellen	4
Tabelle 4:	Q_{\min} , Q_{\max} und Q_{mit} der untersuchten Quellen	16
Tabelle 5:	Schüttungsvariabilität der Quellen	16
Tabelle 6:	Bewertung der Schüttungsvariabilität	17

ANHÄNGE

Anhang 1.1:	Quellschüttungsmessungen
Anhang 1.2:	Graphische Darstellung der Quellschüttungsmessungen
Anhang 2:	Wasserchemische und mikrobiologische Befunde
Anhang 3:	Auflagenkatalog

ANLAGEN

Anlage 1:	Lageplan mit potenziellem Gesamtwassereinzugsgebiet
Anlage 2:	Übersichtslageplan Schutzgebieten vorschlag
Anlage 3:	Lageplan mit Schutzgebieten vorschlag (mit Höhenlinien)
Anlage 4:	Lageplan mit Schutzgebieten vorschlag (ohne Höhenlinien)
Anlage 5:	Lageplan mit Schutzgebieten vorschlag (Orthophoto)
Anlage 6:	Detallagepläne Fassungsgebiete

1. Anlass und Einführung

Die Gemeinde Neureichenau im Landkreis Freyung-Grafenau nutzt zwei Quellen (Q1 und Q2 (vormals Q3)) im ca. 5,5 ostnordöstlich von Neureichenau gelegenen Quellgebiet Lackenhäuser zur Trink- und Brauchwasserversorgung. Neben dem Quellgebiet Lackenhäuser nutzt die Gemeinde zwei weitere, nordwestlich Altreichenau gelegene Quellgebiete, das Quellgebiet Hacklwies und das Quellgebiet Brandelberg.

Es sollen die geologischen, hydrogeologischen, hydrologischen und klimatischen Rahmenbedingungen, die Einzugsgebietsabgrenzung, das Wasserdargebot und die wasserchemische Beschaffenheit sowie die Schützbarkeit und die Möglichkeiten der langfristigen Nutzung der Anlagen zur Trinkwasserversorgung dargestellt und beurteilt werden.

In einem wasserrechtlichen Verfahren sollen die Festsetzung eines dem aktuellen Kenntnisstand angepassten Wasserschutzgebietes samt nötigen Nutzungseinschränkungen dieser Flächen zur langfristigen Sicherung dieses Vorkommens und eine Entnahmeerlaubnis zur Ableitung von Quellwasser beantragt werden.

2. Naturräumliche Randbedingungen

2.1. Geographische Lage

Das begutachtete Quellgebiet Lackenhäuser liegt ca. 5,5 km ostnordöstlich von Neureichenau. Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bereich der topographische Karte TK 1:25 000, Nr. 7248/49, Blatt Jandelsbrunn. Ein Übersichtslageplan ist in Abbildung 1, die Lagekoordinaten der Gewinnungsanlagen sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Lagekoordinaten der Quellen

Bezeichnung / Kennzahl	Flur-Nr.	Gemarkung	Ostwert	Nordwert	Austrittshöhe (m ü. NN)
Qu. 1 4120/7248/00003	269	Lackenhäuser	854681	5411964	ca. 934
Qu. 2 (vormals Qu. 3) 4120/7248/00113	263	Lackenhäuser	854538	5411805	ca. 911

* *Einmessungen durch Vermessungsbüro
Austrittshöhen wurden auf Basis der DFK abgeschätzt*

2.2. Beschreibung der Quellen

Bei den Quellen handelt es sich um Schichtquellenfassung mit Fassungstiefen zwischen 2 und 5 m. Weitere Aussagen zur technischen Ausführung sind dem Erläuterungsbericht des IB Andorfer zu entnehmen.

Die Beschreibung der Quellnahbereiche beruht auf einer Ortseinsicht mit dem Wasserversorger am 15.06.2011.

() Quelle Qu. 1 Lackenhäuser:

Die Quelle wurde ca. 1969 gefasst, im Jahr 2000 fand eine umfangreiche Sanierung statt da ein Teil der Sickerleitungen durchwurzelt war.

Die Sickerung ist vergleichsweise großflächig angelegt, in den Quellsammler führen 4 Zuleitungen und 3 weitere Zuleitungen für die Ableitung des Quellwassers aus den Sickerungen bei hohem Wasserangebot.

Der Quellstein markiert den Standort der Quellstube, hangaufwärts folgen die Sickerstränge. Lage und Verlauf sind bekannt, sie wurden eingemessen.

Der abstromige Teil des Fassungsbereichs ist baum- und strauchfrei, im direkten Quellnahbereich sind kleine Fichten zu beobachten, der weitere Fassungsbereich ist mit größeren Fichten und Buchen bestanden.

Die Quelle wurde in einem mittelsteilen Hangbereich mit unruhigem Kleinrelief und vielen kleinen Verflachungen und Mulden gefasst. Auch der Fassungsbereich weist eine unruhige Kleinmorphologie auf. Hinweise auf Oberflächenwasserversickerungen konnten nicht beobachtet werden.

Sichere Hinweise auf ein ehemaliges Quellgerinne sind nicht zu beobachten. Das Überwasser wird ca. 15 m unterhalb der Quelle am Sammelschacht in den Vorfluter eingeleitet. Eine Fahrspur im Quellnahbereich diente lediglich als Zufahrt beim Bau der Quelle und des Sammelschachtes.

Die Quelle ist gut schützbar.

() Quelle Qu.2 Lackenhäuser:

Die Quelle wurde bisher Q3 genannt, wird aber ab sofort als Q2 Lackenhäuser bezeichnet.

Die Quelle wurde 1995 in einem mittelsteilen Hangbereich mit unruhiger Morphologie und Blockschuttbedeckung gefasst. Auch der direkte Quellnahbereich ist unruhig und in kleine Mulden und Erhebungen gegliedert. Hinweise auf nennenswerte Oberflächenzuflüsse waren nicht zu beobachten.

Im Fassungsbereich sind viele kleine Ahorne zu beobachten, im Randbereich auch größere Ahornbäume. Im Gegensatz zu Q1 Lackenhäuser sind bis dato keine auf Durchwurzlungen zurückzuführende Probleme bekannt.

Im Abstrom ist eine rinnenartige Struktur zu beobachten die auf ein ehemaliges Quellgerinne hinweist. In diese Rinne wird der Überlauf der Quelle eingeleitet.

Das Überwasser des Quellsammlers wird 20 – 30 m unterhalb der Fassung direkt in den Vorfluter Grenzbach abgeschlagen.

Die Quelle ist gut schützbar.

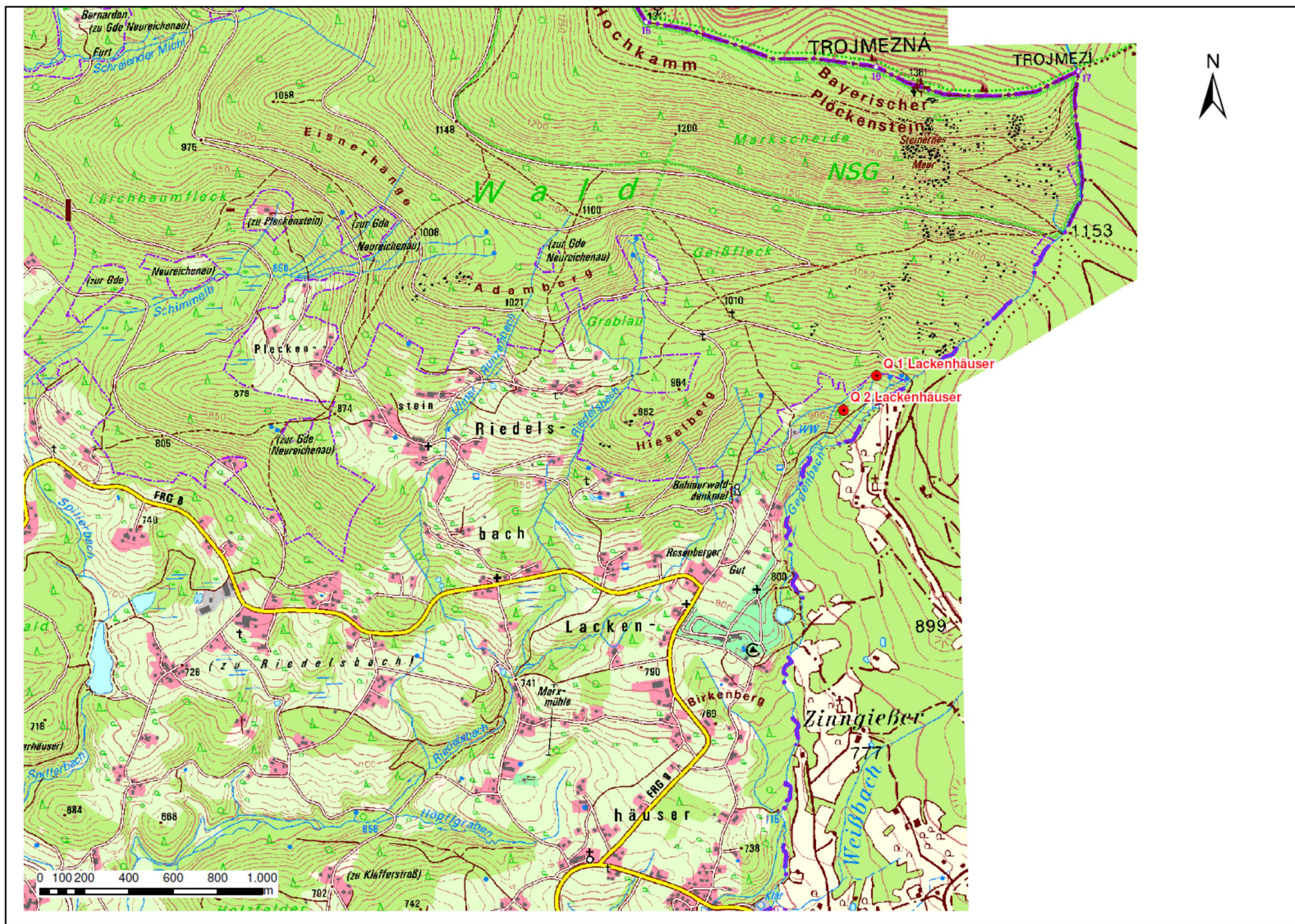


Abbildung 1: Übersichtslageplan

2.3. Relief / Hydrographie

Die untersuchten Quellen Qu. 1 und Qu. 2 liegen auf einer Meereshöhe von ca. 911 m (Qu. 2) und ca. 934 m ü. NN (Qu. 1).

Sie wurden an den nach Süden exponierten Einhängen des Bayerischen Plöckenstein gefasst.

Das Gesamteinzugsgebiet der Quellen reicht bis zum lang gezogenen Gipfelkamm bis auf eine Höhe von 1.361 m ü. NN.

Wie die gesamte Mittelgebirgslandschaft des Bayerischen Walds ist eine, vergleichsweise kleinräumige Gliederung der Landschaft in verstellte Hangbereiche und flachgeneigte, mehr oder weniger reliktsch erhaltene Verflachungsbereiche und Verebnungsflächen und eine Vielzahl an Eintalungen, Sattelstrukturen und Bergsporne zu verzeichnen. Die Raumlagen des Kluftnetzes und der bruchtektonischen Bewegungsbahnen im Untergrund spiegeln sich im Verlauf der Eintalungen und weit verbreiteten spornartigen Bergkuppen wider.

Das Einzugsgebiet der Quellen umfasst vorwiegend steil geneigte Flächen. Der mittlere Reliefgradient beträgt ca. 0,34. Nur im obersten Gipfelkambereich sowie im Bereich vereinzelter kleiner terrassenartiger Hangverflachungen ist die Hangneigung deutlich flacher.

Vorfluter der Quellen ist der Gegenbach der in südliche Richtung fließt und nördlich von Breitenberg in den Großen Michelbach mündet und mit diesem die Große Mühl bildet,

2.4. Geologischer Aufbau des Aquifers und der GW-Deckschichten, Bodenverhältnisse

Der Untergrund der untersuchten kristallinen Mittelgebirgsregion kann grob in drei Zonen gegliedert werden:

Zuoberst liegen die quartären Deckschichten, die als Lockergesteine mit unterschiedlicher Korngrößenzusammensetzung angesprochen werden können. Darunter folgt, je nach Standort, eine geringmächtige parautochthone Verwitterungszone oder gleich die autochthone, mehr oder weniger tiefgründige Verwitterungs- und Auflockerungszone des Gneisgebirges, bzw. Granitgebirges, die nach unten zu in den unverwitterten Gesteinsverband übergeht. Parautochthone und die hangenden Bereiche der Verwitterungszone sind in der Regel noch als Lockergestein anzusprechen, das sukzessive in vertikaler Richtung (aber in der Regel auch in lateraler Richtung) in den mehr oder weniger aufgelockerten Festgesteinsbereich übergeht.

Als Grund-, bzw. Quellwasserleiter, können die quartären Deckschichten (Porenwasserleiter) und die Verwitterungs-/Auflockerungszone des Grundgebirges (Porenwasserleiter bis Kluftwasserleiter) fungieren.

() Kristalliner Untergrund:

Vom untersuchten Gebiet existiert die amtliche Geologische Karte im Maßstab 1:25.000, Nr. 7248/49, Blatt Jandelsbrunn, des ehemaligen Bayerischen Geologischen Landesamtes (Bayerisches GLA, 1992). In Abbildung 2 ist der für die Begutachtung relevante vergrößerte Ausschnitt aus dem Geologischen Kartenblatt dargestellt.

Der Untergrund des Quellgebiets wird aus dem mittel- bis grobkörnigen Dreisessel-Granit aufgebaut. Das massig ausgebildete Kristallingestein wird dem variskischen Grundgebirge zugeordnet und ist als Kluffgrundwasserleiter anzusprechen. Das Wasser bewegt sich in dem feinverzweigten Netzwerk aus bis zu mehrere mm weit klaffenden Klüften und Hohlräumen zwischen Phacoidflächen.

Der zum Liegenden weniger aufgelockerte, unverwitterte Gesteinsverband mit seinem vorwiegend geschlossenen Kluffnetz bildet den Grundwasserstauer.

Somit sind die Orientierung des Kluffnetzes und die Raumlagen von Störungsflächen von vorrangiger Bedeutung für den Weg des unterirdischen Wasserflusses.

Neben der Oberflächenmorphologie muss folglich auch die Ausbildung der bruchtektonischen Gefügeelemente zur Abschätzung des Wassereinzugsgebietes ausgewertet werden.

Das Untersuchungsgebiet liegt ca. 5 km nordöstlich des Bayerischen Pfahl und zeigt eine deutliche tektonische Überprägung, die sich u. a. in der kleinräumigen Landschaftsgliederung widerspiegelt. Es dominieren NW-SE bis WNW-ESE-streichende, sowie ca. N-S-streichende Bruchstrukturen, bzw. Kluffscharen. Die Streichrichtungen dieser Scharen liegen vornehmlich zwischen N-S bis NNW-SSE und N-S bis NNE-SSW. Ebenso existieren auch ca. NE-SW-streichende Bruchstrukturen. Entsprechend der amtlichen Geologischen Karte ist davon auszugehen, dass Qu. 1 und Qu. 2 Lackenhäuser an eine ca. NE-SW-streichende Störungszone gebunden sind.

() Aufbau der Verwitterungszone und der quartären Deckschichten:

Durch die intensive chemisch/mechanische Verwitterung wurden die kristallinen Gesteine im zu begutachtenden Gebiet stellenweise sehr tiefgründig aufgelockert bis vollständig zersetzt. Aus diesem Grund wird der kristalline Festgesteinssockel häufig von einer im Bereich der Verebnungsflächen und in flachen Muldentälern sehr mächtigen Verwitterungszone (bis zu mehrere 10 m) überdeckt. Die Verwitterungszone wird in eine hangende Zersatzzone und eine liegende Vergrusungszone gegliedert.

Die sandig-grusige Vergrusungszone mit ihrem reliktsch erhaltenen Trennfugengefüge sowie das bereichsweise geklüftete, bzw. aufgelockerte Festgestein, spielen als Wasserspeicher eine bedeutende Rolle.

Unter der für das Untersuchungsgebiet geschätzten 0 m bis 25 m mächtigen Zersatz-/ Vergrusungszone (Poren-, untergeordnet Kluftgrundwasserleiter) fand eine, sich an der Lage der tektonischen Gefügeelemente orientierende, Auflockerung des Gesteinsverbandes statt (Auflockerungszone). Dieser Horizont ist als Kluftgrundwasserleiter anzusprechen. Auch wenn die aufgelockerten Bereiche mit sandigem Verwitterungsmaterial gefüllt sind, bestimmt doch die Raumlage der klüftigen Zone die GW-Fließrichtung.

Der horizontal sowie lateral schnellen Veränderungen unterworfenen, sehr heterogen aufgebauten Aquifer, kann als doppel-, bzw. multiporöses System angesprochen werden.

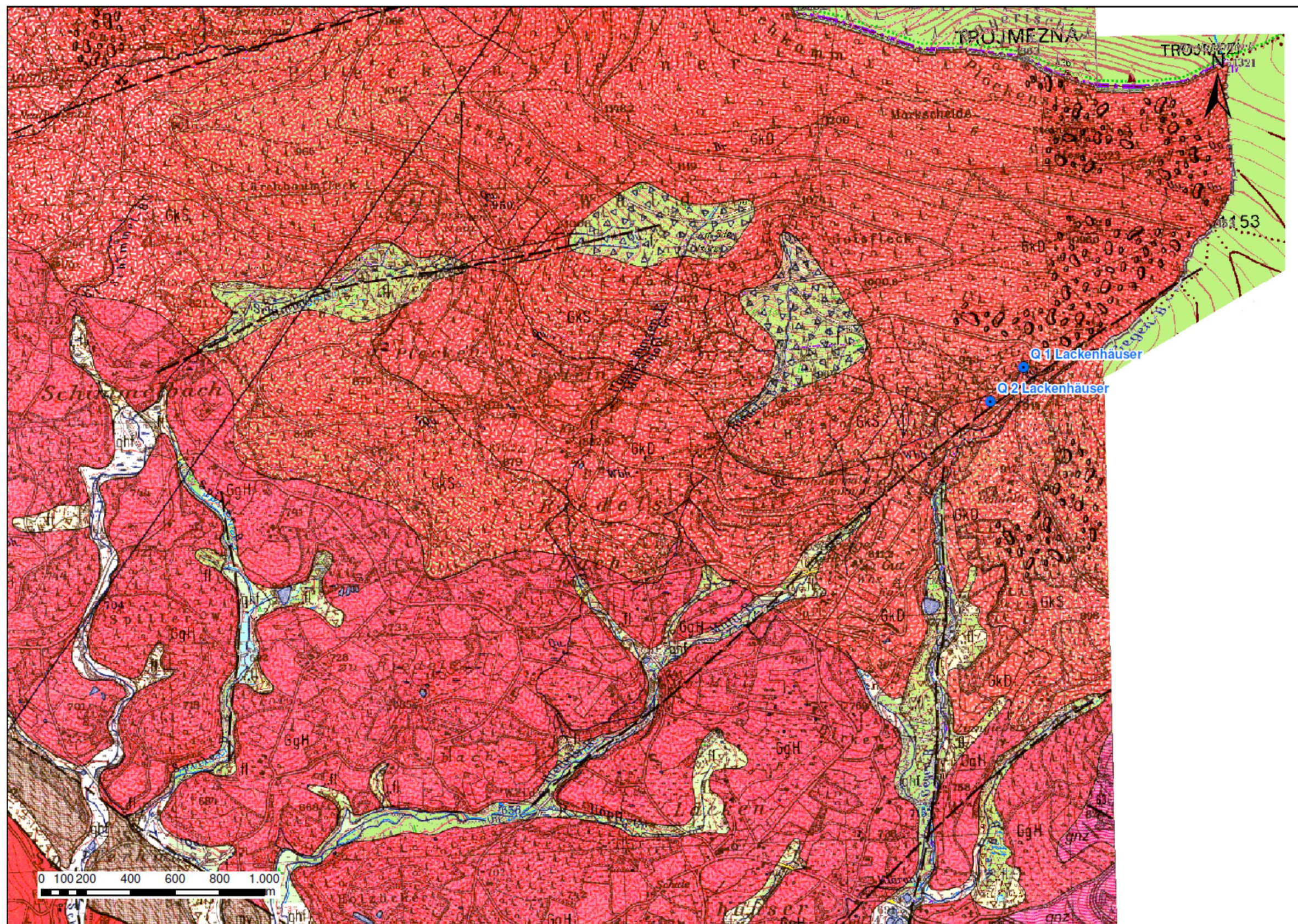


Abbildung 2a: Geologische Karte



Abbildung 2b: Legende zur Geologischen Karte

Die Mächtigkeit der über der Verwitterungszone liegenden quartären Schuttbedeckung (quartäre Deckschichten) reicht in der Regel von ca. 1 bis 5 m (Ergebnisse eigener Untersuchungen im Rahmen von Bohrungen, Quellschürfen und Einspeisegruben für Markierungsversuche im Raum Oberpfälzer und Bayerischer Wald). Es handelt sich im untersuchten, vorwiegend steil bis sehr steil geneigten Wassergewinnungsgebiet vorwiegend um Hangschutt mit hohem Blockanteil und auch Blockschutthalde. Im mittelsteil geneigten Quellnahbereich dürfte der feinklastische Anteil höher sein.

Über die Durchlässigkeit der verschiedenen Bodenhorizonte im sehr heterogen aufgebauten Untersuchungsgebiet liegen keine exakten Daten vor. Analog zu den Ergebnissen der Bohrungen der Region, Literaturangaben und Baugrunduntersuchungen können für wasserwegsame Bereiche in der Verwitterungs-/Auflockerungszone mittlere k_f -Werte von **1,0 – 5,0 · 10⁻⁶ m/s** angesetzt werden. Für die quartären Deckschichten können je nach genauer Zusammensetzung Durchlässigkeiten vergleichbarer Größenordnung bis zu deutlich höheren Durchlässigkeiten bis 1×10^{-4} m/s und lokal mehr angenommen werden.

Es handelt sich um gemittelte Werte, da insbesondere die Verwitterungs-/Auflockerungszone ein Speichersystem darstellt, das aus einer Vielzahl durch unterschiedliche hydraulische Eigenschaften charakterisierte Einzelsysteme aufgebaut wird (Multiporöses System).

Die effektive Porosität der Lockergesteinsauflage kann gemäß Literaturangaben aufgrund des Korngrößenspektrums auf 0,2 bis 0,25, die Klüftigkeit des Grundgebirges, je nach Auflockerungsgrad und betrachteten Gebirgsausschnitt, zwischen 0,01 und 0,1 abgeschätzt werden.

Berechnungen der Abstandsgeschwindigkeiten im Untergrund auf der Basis der oben aufgeführten (aus Brunnenpumpversuchen ermittelten) hydraulischen Aquifer-Kenndaten liefern erfahrungsgemäß Werte, die in der Regel deutlich niedriger sind, als die im Rahmen von Markierungsversuchen an Quellen in der Region nachgewiesenen Geschwindigkeiten. Zur Bemessung der Engeren Schutzzone für die Quellen werden die Ergebnisse der Markierungsversuche verwendet.

() Bodenverhältnisse:

Im Einzugsgebiet des untersuchten Quellgebietes sind als Böden vorwiegend **Braunerden** entwickelt, an sehr exponierten Stellen **Kristallinrohböden**.

Im Bereich von Quellaustritten, bzw. Quellhorizonten, können häufig **Hanggley-Braunerden** beobachtet werden, die im näheren Bereich von Gerinnen in reine **Hanggleye** übergehen.

2.5. Flächennutzung

Das Einzugsgebiet der untersuchten Quelle wird vollständig forstwirtschaftlich genutzt.

Hinweise auf eine Beeinflussung der wasserchemischen Zusammensetzung der Quellwässer durch anthropogene Stoffeinträge sind nicht bekannt.

Das Gebiet wird durch verschiedene Forstwirtschaftswege und Rückewege erschlossen.

3. Hydrologische Charakteristik

3.1. Regionale Wasserbilanz

Zur Erstellung der klimatischen Wasserbilanz bilden die Wasserhaushaltsgrößen, Niederschlag und Verdunstung, zur Berechnung der Abflussbildung die Ausgangsdaten. Dabei ist die Ermittlung dieser Grundgrößen in den morphologisch sehr kleinräumig gegliederten Wassereinzugsgebieten und hohen Reliefgradienten und damit großen Höhenunterschieden mit gewissen Unschärfen verbunden.

Messergebnisse, die sich speziell auf die untersuchten Quellgebiete beziehen, liegen nicht vor, d. h. bei der verwendeten Datengrundlage handelt es sich um Mittelwerte, die sich auf größere Flächen beziehen und die klimatischen Verhältnisse in den Quelleinzugsgebieten nur hinsichtlich der Größenordnung widerspiegeln.

Die Grundlage für die hier dargestellte Wasserbilanz bildet die Karte des mittleren jährlichen Gesamt-abflusses für den Zeitraum 1991 – 2020 (auf Grundlage der ÜBK25 und der ATKIS Landnutzung) des Bayerischen Landesamt für Umwelt.

Für das Einzugsgebiet des Quellgebiets Lackenhäuser kann man der Karte „mittlerer jährlicher Gesamt-abfluss“ Werte zwischen 525 – 603 mm/a entnehmen. Gemittelt ergibt sich ein mittlerer jährlicher Gesamt-abfluss von ca. 550 mm/a.

Die mittlere Meereshöhe des Einzugsgebietes lässt sich auf ca. 1.150 m ü. NN abschätzen.

Diese Werte sind als Größenordnung zu betrachten.

Tabelle 2: Wasserbilanz der untersuchten Gewinnungsgebiete

Quellgebiet	Einzugsgebietsfläche (ha)	Gesamt-abfluss (mm/a / l/s)	GW-Neubildung (mm/a / l/s)
Lackenhäuser	ca. 157 ha	550 27,4	413 20,6

Bezogen auf die gesamten Einzugsgebietsflächen (ca. 157 ha) ergibt sich eine mittlere Gesamtabflussbildung von ca. 27,4 l/s ($17,5 \text{ l/s} \times \text{km}^2$).

Bei den im Untersuchungsgebiet ausgebildeten, vorwiegend gut durchlässigen GW-Deckschichtenverhältnissen, der kleinräumigen Geländemorphologie und der starken Klüftigkeit des Untergrundes, kann davon ausgegangen werden, dass deutlich mehr als 50% des Gesamtabflusses zur Grundwasserneubildung beitragen. Die hohe Schüttungsvariabilität spricht für einen hohen bis sehr hohen Anteil der „Quellwasserneubildung“ am Gesamtabfluss. Zur weiteren Berechnung wurden 75 % des Gesamtabflusses angesetzt.

Bei einer abgeschätzten durchschnittlichen Grundwasserneubildungshöhe von 413 mm/a beläuft sich die Grundwasserneubildungsrate auf ca. 20,6 l/s, was einer durchschnittlichen Flächenspende von ca. $13,1 \text{ l/s} \times \text{km}^2$ entspricht.

Bei den hier dargestellten Werten der Grundwasserneubildung in den untersuchten Wassereinzugsgebieten handelt es sich mangels gebietspezifischer hydrologischer Daten wie bereits angesprochen um Schätzwerte, bzw. um Größenordnungen, die auf den einschlägigen amtlichen hydrologischen Karten basieren. Der Vergleich der abgeschätzten Grundwasserneubildung zur mittleren Summenschüttung des Quellgebietes (24,86 l/s) würde Erschließungsfaktoren von bis zu über 90 % suggerieren, was nicht plausibel scheint. Eine größere Einzugsgebietsfläche ist aufgrund der morphologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten ebenso nicht plausibel. Vermutlich sind die mit Hilfe der Karte „mittlerer jährlicher Gesamtabfluss“ angenommenen Schätzwerte zur Grundwasserneubildung hier zu niedrig.

3.2. Wasserdargebot der Quellen

Zur Beurteilung der Quellschüttungen liegen für Qu. 1 monatliche Schüttungsmessungen – durchgeführt vom Wasserversorger – des Zeitraumes Juli 1991 bis Dezember 2022 vor, für Qu. 2 (vormals Qu. 3) für den Zeitraum Februar 1994 bis Dezember 2022. Die Aufzeichnungen weisen nur sehr wenige Lücken auf.

Tabelle 2: Q_{\min} , Q_{\max} und Q_{mit} der untersuchten Quellen

Bezeichnung/ Kennzahl	Q_{\min}	Datum	Q_{\max}	Q_{mit}	Zeitraum
Qu. 1 4120/7248/00003	7,4	November 2018	52,7	17,1	Juli 1991 – Dezember 2022
Qu. 2 (vormals Qu. 3) 4120/7248/00113	3,3	September 1994	12,0	7,69	Februar 1994 – Dezember 2022
Summe Qu. 1 und Qu. 2 Lackenhäuser	11,9	November 2015	61,2	24,86	Februar 1994 – Dezember 2022

Sämtliche Quellschüttungen sind tabellarisch aus Anhang 1.1 zu entnehmen, die Zeitganglinien sind in Anhang 1.2 dargestellt.

Als mittlere Jahres-Niedrigstschüttung (MNQ-Wert) der Summenschüttung errechnen sich für den 28-jährigen Messzeitraum 16,94 l/s.

Die Berechnung von Alpha-Werten zur Charakterisierung des Speicherverhaltens des Aquifers ist erfahrungsgemäß auf der Basis der vorliegenden Messwerte von lediglich geringer Aussagekraft und soll unterbleiben.

Das Schüttungsverhalten der untersuchten Quellaustritte soll mit Hilfe der Schwankungsbreiten der Quellschüttungen charakterisiert werden.

Tabelle 3: Schüttungsvariabilität der Quellen

Quelle	Schüttungsvariabilität*: $Q_{\min}:Q_{\max}$
Qu. 1	1 : 7,12
Qu. 2	1 : 3,6

* $Schüttungsvariabilität = Schwankungsbreite\ der\ Quellschüttung = Q_{\min}/Q_{\max}$

Die Bewertung erfolgt ausdrücklich nach der in MUTSCHMANN & STIMMELMAYR (1991) dargestellten Klassifizierung und nicht nach der in der aktuellen Ausgabe von MUTSCHMANN & STIMMELMAYR enthaltenen Tabelle nach BENDEL. Diese in der neuen Ausgabe vorgestellte Klassifizierung ist nach Meinung des Verfassers zum einen weniger gut geeignet für Quellen der kristallinen Verwitterungszone, zum anderen enthält sie keinen ausdrücklichen Hinweis auf die „weiteren Parameter“. Dieser Hinweis ist fachlich gesehen ein wichtigeres Kriterium bei der Quellbeurteilung als eine genauere Auflösung des Schüttungsverhaltens bei Schwankungsziffern < 10 .

Hinzu kommt, dass bei der üblichen Quellschüttungsmesspraxis (1 x monatlich) insbesondere bei hohen Abflussverhältnissen allein der zufällige Messtermin über die Beurteilung „ausgezeichnet“ oder „minder gut“ entscheiden kann, d.h., dass die Bewertung nach BENDEL eine Genauigkeit vortäuscht, der die Datenbasis keineswegs gerecht wird.

Beide Quellen sind nach unten aufgeführter Bewertungstabelle als sehr gut einzustufen.

Letztendlich ist für die endgültige Beurteilung einer Quelle jedoch die hygienische Beschaffenheit des Quellwassers entscheidend.

Tabelle 4: Bewertung der Schüttungsvariabilität

Beurteilung der Quelle*	sehr gut (s.g.)	gut (g.)	gut bis ungünstig (abhängig von weiteren Parametern) (g.-u.)	ungünstig (u.)
Variabilität *	1 : 1 – 10	1 : 10 – 20	1 : 20 – 50	1 : > 50

* Die Variabilität errechnet sich aus $Q_{min} : Q_{max}$.

Die Beurteilung der Quellen erfolgt nach MUTSCHMANN & STIMMELMAYR (1991).

3.3. Wasserbedarf und beantragte Ableit-/Fördermengen

() Wasserbedarf:

Gemäß der Wasserbedarfsberechnung des IB Andorfer, ist für die WGA Lackenhäuser zukünftig mit folgenden Wasserbedarfswerten zu rechnen:

Maximaler zukünftiger Jahresbedarf: 225.000 m³/a
(entspricht kontinuierlich 7,13 l/s)

Maximaler zukünftiger Tagesbedarf: 960 m³/d
(entspricht kontinuierlich 11,11 l/s)

() Bisher genehmigte Ableitmengen:

Gemäß den WR-Bescheiden vom 28.09.1989 und vom 18.03.1997 war bisher folgende Ableitmenge erlaubt.

Jahresbedarf: 250.000 m³/a

() Vorschlag für die genehmigungsfähigen Förder-/Ableitmengen aus dem Quellgebiet Lackenhäuser

Maximale Momentanentnahme: **maximal 16 l/s**
Maximale tägliche Entnahme: **maximal 960 m³/d** (= kontinuierlich 11,11 l/s)
Maximale Jahresentnahme: **maximal 225.000 m³/a** (= kontinuierlich 7,13 l/s)

3.4. Bewertung der wasserchemischen Zusammensetzung

Zur Beurteilung der wasserchemischen Zusammensetzung liegen Analysen gemäß EÜV-Kurz- und Volluntersuchung) des Misch-Rohwassers von Qu. 1 und Qu. 2 Lackenhäuser aus den Jahren 2011, 2012, 2013, 2014 und 2019 vor. Ebenso eine Untersuchung auf Pestizide aus dem Jahre 2019. Diese Befunde sind aus Anhang 2 zu ersehen.

Es handelt es sich um ein typisches Quellwasser des kristallinen Gesteinsmilieus mit sehr niedriger Gesamtmineralisation. Es steht nicht im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht und wird durch einen niedrigen pH-Wert, eine sehr geringe Härte und ausreichende Sauerstoffsättigung charakterisiert.

Das Quellwasser entspricht bis auf die nötige Entsäuerung den Vorgaben der aktuellen TWVO.

Hinweise auf eine anthropogene Beeinflussung sind nicht zu erkennen. Dies ist bei der gegebenen

Flächennutzung plausibel.

3.5. Ergebnisse der mikrobiologischen Trinkwasseruntersuchungen

Die vorliegenden Befunde zeigen keine hygienischen Auffälligkeiten.

Nach Aussagen des Wasserversorgers waren seit mehr als 10 Jahren keine mikrobiologischen Auffälligkeiten zu beobachten.

4. Abschätzung der Wassereinzugsgebiete

Das potenzielle Gesamtwassereinzugsgebiet der beantragten Quellen ist in der Anlage 1 dargestellt. Es umfasst ca. 157 ha und setzt sich aus dem anhand der Oberflächenmorphologie abgegrenzten, oberirdischen Wassereinzugsgebiet und dem, über den Kluftgrundwasserleiter angekoppeltem, unterirdischem Wassereinzugsgebiet zusammen. Die Quellen weisen zwar Kernanstromzonen auf, diese überlappen jedoch großflächig. Aus diesem Grund werden keine Einzeleinzugsgebiete abgegrenzt, sondern ein potenzielles Gesamtwassereinzugsgebiet.

Das Untersuchungsgebiet zeigt eine deutliche tektonische Überprägung, die sich u. a. in der kleinräumigen Landschaftsgliederung widerspiegelt.

Es dominieren NW-SE bis WNW-ESE-streichende, sowie ca. N-S-streichende Bruchstrukturen, bzw. Kluftscharen. Die Streichrichtungen dieser Scharen liegen vornehmlich zwischen N-S bis NNW-SSE und N-S bis NNE-SSW. Ebenso existieren auch ca. NE-SW-streichende Bruchstrukturen. Entsprechend der amtlichen Geologischen Karte ist davon auszugehen, dass Qu. 1 und Qu. 2 Lackenhäuser an eine ca. NE-SW-streichende Störungszone gebunden sind.

Aus diesem Grund ist von einer nennenswerten unterirdischen Erweiterung des oberirdischen Einzugsgebietes vorwiegend in nordöstlicher Richtung auszugehen.

Die oberirdische Anstromrichtung ist von Nord nach Süd gerichtet.

Das Einzugsgebiet der Quellen umfasst vorwiegend steil geneigte Flächen. Der mittlere Reliefgradient beträgt ca. 0,34. Nur im obersten Gipfelkambereich sowie im Bereich vereinzelter kleiner terrassenartiger Hangverflachungen ist die Hangneigung deutlich flacher.

Vorfluter der Quellen ist der Gegenbach der in südliche Richtung fließt und nördlich von Breitenberg in den Großen Michelbach mündet und mit diesem die Große Mühl bildet,

5. Auswirkungen der beantragten Quellwasserableitung

Die Ableitung von Quellwasser wirkt sich generell auf den Oberflächenwasserhaushalt der abstromig gelegenen Flächen samt dem Vorfluter einer Quelle aus.

Insgesamt sollen aus den Wassergewinnungsanlagen bis maximal 225.000 m³/a (= kontinuierlich ca. 7,13 l/s) entnommen werden. Hierbei handelt es sich um einen Maximalwert.

() Vorneweg ein kurzer Überblick zur Einzugsgebiets- und Vorflutsituation der Quellen:

Vorfluter der Quellen ist der Gegenbach der in südliche Richtung fließt und nördlich von Breitenberg in den Großen Michelbach mündet und mit diesem die Große Mühl bildet,

Um einen Überblick über das Ausmaß des Eingriffs in den natürlichen Wasserhaushalt des Quellgebietes zu geben, werden im Folgenden die Schätzwerte mittlerer Gebietsgesamtabfluss und GW-Neubildung im Einzugsgebiet mit der beantragten Jahresableitmenge (225.000 m³/a (= kontinuierlich ca. 7,13 l/s)) in Relation gesetzt.

Der überschlägig berechnete, durchschnittliche Gebietsabfluss für das Einzugsgebiet (157 ha) beträgt 27,4 l/s. Dies entspricht ca. 864.000 m³/a. Bei der beantragten Entnahmemenge von 225.000 m³/a sollen somit maximal **26 % des Gesamtabflusses** des Einzugsgebietes der Quellen (bezogen aufs Jahr) abgeleitet werden. Hierbei handelt es sich um einen Maximalwert.

Vergleicht man die abgeschätzte durchschnittliche GW-Neubildungsrate im Einzugsgebiet von ca. 20,6 l/s mit einer Entnahmemenge von maximal im Mittel 7,13 l/s, ergibt sich, dass ca. 35 % **des sich im Einzugsgebiet neu bildenden Grundwassers** genutzt werden sollen.

Auch hier gilt, dass es sich um einen rechnerischen Maximalwert handelt.

Bei den vorwiegend mit Hang- und Blockschutt bedeckten Abstromflächen, handelt es sich um forstwirtschaftlich genutzte Flächen.

Das oberirdische Einzugsgebiet des Gegenbachs auf Höhe der Quelfassungen ist um mehr als das doppelte größer als das der hier untersuchten Quellen. Es ist davon auszugehen, dass die Quellwasserableitung im Mittel weniger als 10 % der Wasserführung des Gegenbachs auf Höhe der Quellaustritte darstellt.

() Auswirkungen auf benachbarte Wassergewinnungsanlagen:

Hinweise auf eine mögliche Beeinflussung weiterer Wassergewinnungsanlagen durch die Quellwasserableitungen sind nicht bekannt.

6. Verweildauer

Die untersuchten Quellfassungsanlagen erschließen einen oberflächennahen und sehr heterogen aufgebauten Grundwasserleiter. Das Schüttungsdargebot setzt sich aus mehreren Zuflussanteilen unterschiedlicher Verweildauer zusammen. Prozentualer Anteil und Verweildauer der einzelnen Zustromanteile zeigen eine je nach Quelltyp mehr oder weniger deutliche Abhängigkeit vom jeweils aktuellen Witterungs-/Abflussgeschehen.

Berechnungen zur Bestimmung der Verweildauer, wie sie für näherungsweise homogen aufgebaute Porengrundwasserleiter zur Anwendung kommen und dort auch zu ausreichend realistischen Ergebnissen führen, sind aufgrund der vielen Unbekannten im heterogen aufgebauten Aquiferkomplex (es handelt sich um ein doppel- bzw. multiporöses System aus Porenhohlräumen und Trennfugen mit Klaffweiten im Bereich zwischen Bruchteilen eines Millimeter bis vermutlich über 1 Zentimeter) des Untersuchungsgebietes erfahrungsgemäß nicht sinnvoll.

Stattdessen soll auf die Ergebnisse von hydrogeologischen und geologischen Untersuchungen (u. a. Auswertung von ca. 70 Markierungsversuchen in der Region Oberpfälzer und Bayerischer Wald) des Verfassers zurückgegriffen werden.

Die verschiedenen landschaftsmorphologischen Baueinheiten einer kristallinen Mittelgebirgsregion werden durch unterschiedlich aufgebaute Grundwasserspeicher charakterisiert, die in der morphologisch kleinräumig gegliederten Landschaft hydraulisch in direkter Verbindung stehen und auch hinsichtlich Aufbaus und hydraulischer Eigenschaften fließend ineinander übergehen. Mit fließenden Übergangsformen dazwischen bilden die Steilhangbereiche den einen GW-Speichertyp, die Hangverflachungen, bzw. Verflachungsbereiche, den anderen. Das Gesamtwassereinzugsgebiet der untersuchten Quellen ist vorwiegend steil bis sehr steil geneigt (Reliefgradient im Mittel 0,34).

() Für die Grundwasserfließverhältnisse in **steil geneigten Hangbereichen** ist von Bedeutung:

- Die Verwitterungszone ist meist nur noch geringmächtig erhalten bis vollständig ausgeräumt.
- Durch schwerkraftbedingte Kriechbewegungen kann es, je nach Aufbau des Untergrundes, zu einer tiefgreifenden Auflockerung des Trennfugengefüges, insbesondere der spitzwinklig zur Hangstreichlinie verlaufenden Trennflächenscharen im Gebirge (Hangzerreißungsklüfte) und somit zur Ausbildung einer mächtigen Auflockerungszone kommen.

Die Ergebnisse der Markierungsversuche zeigen, dass diese gravitativ geweiteten Trennfugenscharen von bedeutendem Einfluss auf die GW-Fließrichtungen in den untersuchten Mittelgebirgseinhängen sind. Die beobachteten maximalen Abstandsgeschwindigkeiten sind in den untersuchten steilen Hangbereichen mit Werten zwischen **mehreren 10 m/d und mehreren 100 m/d**, gelegentlich auch deutlich über 1.000 m/d, vorwiegend sehr hoch.

7. Schützbarkeit der Vorkommen, Gefährdungspotentiale und Maßnahmen zur Sicherung

Die genutzten Quellwasservorkommen gehören zu einem oberflächennahen Speicherraum innerhalb der Verwitterungs-/Auflockerungszone des Grundgebirges. Es ist nicht auszuschließen, dass die überlagernden Lockergesteine (oberste, stark aufgelockerte/verwitterte Zonen der Verwitterungszone und quartäre Deckschichten) zumindest während Nässeperioden in den Grundwasserbereich miteinbezogen werden. Aufgrund der kleinen Flurabstände (in der Regel 0,5 bis 5 m) und der verhältnismäßig geringen Filterwirkung der Lockergesteinsauflage kommt der Flächennutzung im Wassergewinnungsgebiet eine vorrangige Bedeutung zu.

Das Einzugsgebiet der untersuchten Quellen wird vollständig forstwirtschaftlich genutzt, bzw. ist bewaldet.

Hinweise auf eine Beeinflussung der wasserchemischen Zusammensetzung der Quellwässer durch anthropogene Stoffeinträge gibt es nicht.

Das Gebiet wird durch verschiedene Forstwirtschaftswege und Rückewege erschlossen.

Die Quellen sind gut schützbar.

Um die Gefahr einer Durchwurzelung und Schädigung der Fassungsanlagen zu minimieren, soll nach derzeitigen Vorgaben der gesamte Fassungsbereich (Umgriff bis 10 m unterhalb der Quellstube, bis 20 m oberhalb der obersten Teile der Sickerung und bis 10 m rechts und links von den jeweils äußersten Teilen der Sickerung) baum- und strauchfrei angelegt werden. Generell ist diese Forderung / Vorgabe zum langfristigen Schutz der Quellen sinnvoll und effektiv, jedoch gilt es bei Quellen, deren Fassungsbereich aktuell bewachsen ist und kein direkter Sanierungsbedarf besteht, abzuwägen.

Nach Meinung des Verfassers ist unter diesen Bedingungen keine pauschale Vorgehensweise sinnvoll, sondern nur eine speziell an die örtliche Situation im jeweiligen Fassungsbereich angepasste Vorgehensweise (Entfernung des Baumes/Strauches zur Quellsickerung, Bodenbeschaffenheit, Fassungstiefe der Quelle, Baum-/Strauchart, etwaige mikrobiologische Auffälligkeiten des Quellwassers).

Diese jeweils speziell angepasste Vorgehensweise ist nötig, um die Gefahr zu minimieren, dass durch die bloße Erfüllung der allgemeinen Vorgaben negative Nebeneffekte erzielt werden, die die Gesamtsituation eher verschlechtern als verbessern.

Im Falle von Q1 Lackenhäuser wird angeraten, die kleinen Fichten im direkten Quellnahbereich zu entfernen („umzuschneiden“), ebenso die Buchen im gesamten Fassungsbereich, die größeren Fichten im weiteren Fassungsbereich jedoch vorerst unverändert stehen zu lassen. Wichtig ist, in Zukunft jeden Anflug sofort wieder zu beseitigen.

Im Fassungsbereich von Qu. 2 sind viele kleine Ahorne zu beobachten, im Randbereich auch größere Ahornbäume. Nach dem Erfahrungsschatz des Verfassers geht u.a. von Ahornen eine große Gefahr

der Schädigung von Quelfassungsanlagen durch Durchwurzelung aus. Es wird empfohlen sämtliche Ahorne aus dem gesamten Fassungsbereich zu entfernen (umschneiden, bzw. die ganz kleinen Bäumchen ausreißen) und jeden Anflug sofort wieder zu entfernen. Die Fichten im weiteren Fassungsbereich können nach Ansicht des Verfassers so verbleiben. Dies ist jedoch noch mit Gesundheitsamt und Wasserwirtschaftsamt endgültig abzustimmen.

Im Allgemeinen ist darauf zu achten, dass das auf die Wegflächen auftreffende Niederschlagswasser im Einzugsgebiet der Quellen breitflächig zur Versickerung gelangt und nicht zusammengeleitet, punktuell in den Untergrund gebracht wird.

Kahlschläge können zur Stickstoffmobilisierung führen und sollen daher im Trinkwasserschutzgebiet 3.000 m² nicht überschreiten.

Wildfütterung ist in der Engeren Schutzzone aufgrund der davon ausgehenden potenziellen Gefährdung der oberflächennahen Quellwasservorkommen nicht erlaubt.

Die weiteren, zur langfristigen Sicherung der Quell-/ Grundwasserqualität erforderlichen Auflagen und Nutzungseinschränkungen im Wasserschutzgebiet sind in Anhang 3 „Auflagenkatalog“ aufgelistet.

Er orientiert sich am offiziellen aktuellen Auflagen-Musterkatalog.

In Anlage 5 ist ein Lageplan mit Luftbild dargestellt.

8. Bemessung der Schutzzonen

8.1. Allgemeine Bemessungskriterien

Der Schutzgebietsvorschlag ist aus den Anlagen 2 – 5 zu ersehen. Der Schutzgebietsvorschlag deckt die gesamten potenziellen Gesamtwassereinzugsgebiete (oberirdisches und über Kluftgrundwasserleiter unterirdisch angekoppeltes Einzugsgebiet) der beantragten Wassergewinnungsanlagen ab.

Der Bemessung der Schutzzonen liegen die Vorgaben der W 101/DVGW-Richtlinien (Juni 2006) zugrunde.

() Folgende Erkenntnisse finden Berücksichtigung:

Im Rahmen von ca. 70 Markierungsversuchen des Verfassers in der Region Oberpfälzer / Bayerischer Wald, d.h. im auch hier näher zu beurteilenden Aquiferkomplex der Verwitterungs-/ Auflockerungszone, wurde eine breite Datengrundlage geschaffen, die zur Beurteilung der hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet und als Basis zur Schutzgebietsbemessung Anwendung finden soll.

Die klimatisch bedingte Variabilität der Einzugsgebietsflächen wird so weit als möglich berücksichtigt.

Die in den Trocken- und Nassphasen sich ändernden Einzugsgebietsdimensionierungen werden nicht gesondert ausgewiesen. Für die Schutzgebietsbemessung gilt das maximal mögliche Einzugsgebiet. Dies beinhaltet das oberirdische Einzugsgebiet sowie das anhand des Trennflächengefüges abgeschätzte unterirdische Wassereinzugsgebiet.

In den oberirdischen Einzugsgebieten ist in jedem Falle davon auszugehen, dass Oberflächenwässer und oberflächennahe Wässer schnell zum Nahbereich der jeweiligen Gewinnungsanlage vordringen können.

Auch das über den Kluftgrundwasserleiter angekoppelte unterirdische Wassereinzugsgebiet besteht vorwiegend aus Bereichen mit sehr hohen Reliefgradienten. In versteilten Einhängen wurden Abstandsgeschwindigkeiten der Größenordnung mehrere 10 m/d bis mehrere 100 m/d und in Einzelfällen auch mehr nachgewiesen.

8.2. Schutzzonengliederung

() Fassungsbereich (Schutzzone I):

Der Fassungsbereich soll den Schutz der Trinkwassergewinnungsanlage und ihrer unmittelbaren Umgebung vor jeglichen Verunreinigungen und Beeinträchtigungen gewährleisten. Der Mindestumgriff beträgt 20 m im Anstrom, lateral jeweils 10 und im Abstrom ebenfalls 10 m. Die Mindestabstände sind jeweils auf die äußersten Randbereiche der Fassungsanlage (bei Schichtquellenfassungen: Quellstube und Sickerung) zu beziehen.

Lage und Umgriff der Sickerungen sind bekannt und wurden eingemessen. Auf dieser Grundlage wurden Detaillagepläne der Fassungsbereiche erstellt. Diese sind mit Koordinatenlisten der Eckpunkte aus der Anlage 6 zu ersehen.

Auf das Thema Bewuchs im Fassungsbereich wurde bereits in Kapitel 7 näher eingegangen.

Die Fassungsbereiche sind einzuzäunen oder in einer, an die jeweilige ortsspezifische Situation angepassten, Weise zu kennzeichnen. Die Position der Quellstube ist mit einem Quellstein, der die Bezeichnung der Quelle trägt, gekennzeichnet.

Die Nutzung der Fassungsbereichsflächen muss weitestgehend unterbleiben.

() Engere Schutzzone (Schutzzone II):

Die Schutzzone II soll insbesondere Schutz vor Verunreinigungen durch pathogene Mikroorganismen sowie vor sonstigen Beeinträchtigungen gewähren, die in geringerer Entfernung zur Wassergewinnungsanlage eine Gefährdung darstellen können.

Unter Berücksichtigung der hohen unterirdischen Fließgeschwindigkeiten in den versteilten Hangbereichen und des Oberflächenabflusses muss sich die Engere Schutzzone auf das gesamte potenzielle Gesamtwassereinzugsgebiet erstrecken.

Da sich mit Hilfe des im Untersuchungsgebiet bestehenden Flurgrenzen- und Wegenetzes eine, dem Einzugsgebiet der Quellen angepasste, Engere Schutzzone nicht über die gesamte Grenzerstreckung hinreichend exakt festlegen und somit nachvollziehen lässt, muss der Grenzverlauf über einen Teil der Strecke mit geeigneten Markierungen vor Ort gekennzeichnet werden. Diese sind im Rahmen einer Ortsbegehung festzulegen.

Die Engere Schutzzone umfasst eine Fläche von 163 ha und wird vollständig forstwirtschaftlich genutzt, bzw. ist bewaldet.

() Weitere Schutzzone (Schutzzone III):

Da das gesamte potenzielle Wassereinzugsgebiet der Quellen als Engere Schutzzone vorgeschlagen wird, entfällt die Ausweisung einer Weiteren Schutzzone.

9. Auflagenkatalog

Die in Anhang 3 aufgeführten Schutzgebietsauflagen nach § 3 der Schutzgebietsverordnung orientieren sich an der Musterverordnung für Wasserschutzgebiete (Leitlinien Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung Materialien Nr. 55 (Juli 2005) des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft). In diesem Kapitel soll auf die aufgrund der gebietspezifischen Verhältnisse wichtigsten Auflagen im Detail eingegangen werden.

Folgende Kriterien sind von besonderer Bedeutung:

- Das, auf die das Einzugsgebiet durchziehenden Wirtschaftswege, auftreffende Niederschlagswasser muss breitflächig zur Versickerung gelangen und darf nicht zusammengeleitet und punktuell versenkt oder versickert werden.
- **Einsatz von bodenschonenden forstwirtschaftlichen Maßnahmen im Schutzgebiet, Kahlschlagflächen dürfen eine Fläche von maximal 3.000 m² umfassen.**
- Keine flächenhaften Rodungsmaßnahmen im Schutzgebiet.
- Keine Pferchhaltung und Wildfütterung im Schutzgebiet.
- Keine Beweidung im Schutzgebiet.
- Das Anlegen von Holzlagerplätzen und Forststraßen kann nur im Rahmen einer Ausnahmegenehmigung erfolgen, sobald bei diesen Maßnahmen die Deckschichten bis in eine Tiefe von **mehr als 30 cm** verletzt werden.
- Vorhalten einer Desinfektionsmöglichkeit zur Eliminierung episodisch auftretender mikrobiologischer Belastungen als Folge von Starkniederschlägen.

10. Überwachungsmaßnahmen

Ab 01.01.1996 ist die Verordnung zur Eigenüberwachung von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen (Eigenüberwachungsverordnung-EÜV vom 20.09.1995) gültig.

In dieser Verordnung werden die Maßnahmen, die der Wasserversorger zur Überwachung der von ihm genutzten Wassergewinnungsanlagen und -vorkommen durchzuführen hat, aufgelistet und beschrieben. In diesem Kapitel soll lediglich auf die wichtigsten Punkte eingegangen werden. Es muss ein Betriebstagebuch geführt werden, ein Jahresbericht ist aufzustellen.

() Schüttungsmessungen:

- Monatlich an den Einzelquellen soweit technisch möglich, verbunden mit der Temperatur.
- Die abgeleiteten Wassermengen sind z.B. durch Wasserzähler zu erfassen.

() Bakteriologische Untersuchungen:

- Untersuchungsprogramm gemäß EÜV und TWVO

() Wasserchemische Untersuchung:

- Untersuchungsprogramm gemäß EÜV und TWVO

() Überwachung der Schutzgebietsauflagen:

- Siehe Kap. 9 und Anhang 3

Velden / Vils, den 10.11.2023

Sachverständigenbüro für Grundwasser

Dr. Klaus Dieter Raum

Dieses Gutachten umfasst 27 Seiten.

Der Sachverständige hat an dem von ihm angefertigten Gutachten ein Urheberrecht. Der Auftraggeber darf das Gutachten nur für den im Gutachten oder im Gutachtensvertrag angegebenen Zweck verwenden. Eine darüberhinausgehende Verwendung, insbesondere Vervielfältigung und Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Sachverständigen gestattet.