Antragsteller:	**Deutsche Flussspat GmbH**
Vorhaben:	**Fluss- und Schwerspatgrube Käfersteige** **Sümpfung, Exploration und Probebetrieb**
Anlage:	**3**
Titel:	**SPANG (2025):** **Überblick zur Geologie und Hydrogeologie, Stellungnahme zu potenziellen Auswirkungen der Sümpfung, sümpfungsbegleitendes Monitoring**

DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Deutsche Flussspat GmbH
Herr Peter Geerdts
Alter Göbricher Weg 49
75177 Pforzheim

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
42.7834	P7834b250407_REV03	vZ	Witten	07.04.2025

FLUSS- UND SCHWERSPATGRUBE KÄFERSTEIGE

- RBPL "SÜMPFUNG, EXPLORATION UND PROBEBETRIEB"-

Teil H 1 der Antragsunterlagen

- Überblick zur Geologie und Hydrogeologie -
- Stellungnahme zu potenziellen Auswirkungen der Sümpfung -
- sümpfungsbegleitendes Monitoring -

Auftrag vom 18.06.2021

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, https://www.dr-spang.de
58453 Witten, Rosi-Wolfstein-Straße 6, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Christian Spang, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christoph Spang

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Lyoner Straße 12, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
30655 Hannover, Leo-Sympher-Promenade 65, Tel. (0511) 132 291-50, Fax 132 291-90, hannover@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 29, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14482 Potsdam, Walter-Klausch-Straße 25, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de
A-6330 Kufstein, Salurnerstraße 22, Tel. +43 (5372) 23 20-00, Fax 23 20-20, kufstein@dr-spang.at

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDEDB430
Stadtsparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN

INHALT **SEITE**

1.	**ALLGEMEINES**	3
1.1	Projekt	3
1.2	Auftrag	3
1.3	Unterlagen	3
2.	**GEOLOGISCHE SITUATION**	4
2.1	Geologische Verhältnisse	4
2.2	Tektonik	8
2.3	Lagerstätte	9
3.	**HYDRGEOLOGISCHE SITUATION**	10
3.1	Beschreibung der Grundwasserleiter	10
3.2	Herkunft der Grubensümpfungswässer	14
3.3	Erkenntnisse aus der Flutung der Grube Käfersteige	15
3.4	Wasserwirtschaftliche Nutzungen im Umfeld	16
3.5	Hydrochemische Verhältnisse	19
4.	**GEPLANTES WEITERES VORGEHEN**	20
4.1	Grundsätzliche Vorgehensweise	20
4.2	Geplante Monitoringmaßnahmen	21
4.2.1	Datengewinnung in Grundwassermessstellen / Gewinnungsanlagen	21
4.2.2	Sümpfungsbegleitende Datengewinnung in der Grube Käfersteige	25
5.	**ABSCHLIESSENDE BEWERTUNG**	27
6.	**ANLAGEN**	
Anlage H1.1: Übersichtsplan Grundwassermonitoring		(1)

1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Aufgrund einer weltweiten Verknappung des Ressourcenminerals Flussspat plant die Deutsche Flussspat GmbH die Reaktivierung der Grube Käfersteige im Nordschwarzwald im Würmtal, südöstlich von Pforzheim in Baden-Württemberg. Die Fluss- und Schwerspatgrube wurde erst in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts stillgelegt und gilt als eine der größten Flussspat-Lagerstätten in Mitteleuropa.

Die Grube hatte man mit Abstellen der Sümpfung kontrolliert und gut dokumentiert „absaufen“ lassen. In einem ersten Schritt soll daher die Grube gesümpft werden, um dann weitere Untersuchungen der Lagerstätte und Probeabbautätigkeiten vornehmen zu können.

Für die Genehmigung des Rahmenbetriebsplans "Sümpfung, Exploration und Probebetrieb" zur geplanten Wiederaufnahme ist eine geologisch-hydrogeologische Stellungnahme auf der Basis vorhandener Unterlagen erforderlich. Diese ist Gegenstand des vorliegenden Berichts.

1.2 Auftrag

Die Dr. Spang Ingenieurgesellschaft mbH, Witten, wurde am 31.03.2021 von der Deutschen Flussspat GmbH beauftragt, die übergebenen Unterlagen zur Grube Käfersteige sowie geologisch-hydrogeologisches Kartenmaterial zu sichten, auszuwerten und die Ergebnisse in einer geologisch-hydrogeologischen Stellungnahme im Hinblick auf die geplante Sümpfung zu bewerten.

1.3 Unterlagen

Für diese Stellungnahme wurden mehrere Ordner DIN A 4 an Akten zum Betrieb und zur Dokumentation der Grube Käfersteige verwendet. Auch wissenschaftliche Bearbeitungen in und um die Grube Käfersteige waren Bestandteil der Unterlagen. Maßgebende Veröffentlichungen / Berichte werden nachstehend explizit aufgeführt:

[U1] **sehr umfangreiche Datengrundlage (Geologie/Hydrogeologie/Hydrochemie),** aus Akten und frei verfügbarem geologischem / hydrogeologischem Kartenmaterial und Literatur.

[U2] **zahlreiche wissenschaftliche Bearbeitungen und Unterlagen** aus der Zeit des Betriebs der Grube Käfersteige.

[U3] **umfangreicher Behördenschriftwechsel;** Genehmigungen, Änderungen, Stellungnahmen, Betriebspläne, Rißzeichnungen usw., aus dem Archiv der Bergaufsichtsbehörde (LGRB, Freiburg).

[U4] **„Ergebnisse von isotopenhydrologischen Voruntersuchungen im Rahmen des Projekts Käfersteige“ – Gesellschaft für Stahlen- und Umweltforschung mbH, München 1984.**

[U5] **„Untersuchungen über die Grubenwässer der Flußspatgrube Käfersteige (Schwarzwald)“ – Elke Siegmann, 1995.**

[U6] **„Stellungnahme Grube Käfersteige“ – Andreas Renk, im Zuge des Schriftverkehrs mit RPF und LRGB, von 03/2011.**

[U7] **Stilllegung der Fluss- und Schwerspatgrube Käfersteige bei Pforzheim -** Die Flutung des Bergwerks / Dokumentation und Bewertung begleitenden hydrogeologischen geophysikalischen Messprogramms / FRITZ Planung GmbH / Dez. 2000.

[U8] **Gewässerökologische Untersuchung** zur Einleitung von Sümpfungswasser in die Würm im Rahmen der Wiedererschließung des Bergwerks Käfersteige bei Pforzheim, ALAND, Karlsruhe, Stand 02/2025.

[U9] **HGE – Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg – Enztal-Pforzheim,** Mappe 2, Hydrogeologischer Bau, Grundwassergleichen, Herausgeber: Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein, Freudenstadt, von 2002.

[U10] **Masterplan Wasserversorgung Baden-Württemberg**, Landesanstalt für Umwelt BW, Karlsruhe, 07/2024

2. GEOLOGISCHE SITUATION

2.1 Geologische Verhältnisse

Nachstehende Abbildung 1 zeigt die großräumige Geologie/Tektonik. Das Gebiet gehört zum Nordschwarzwald und ist durchzogen von Störungen in rheinischer, variszischer und herzynischer Orientierung.

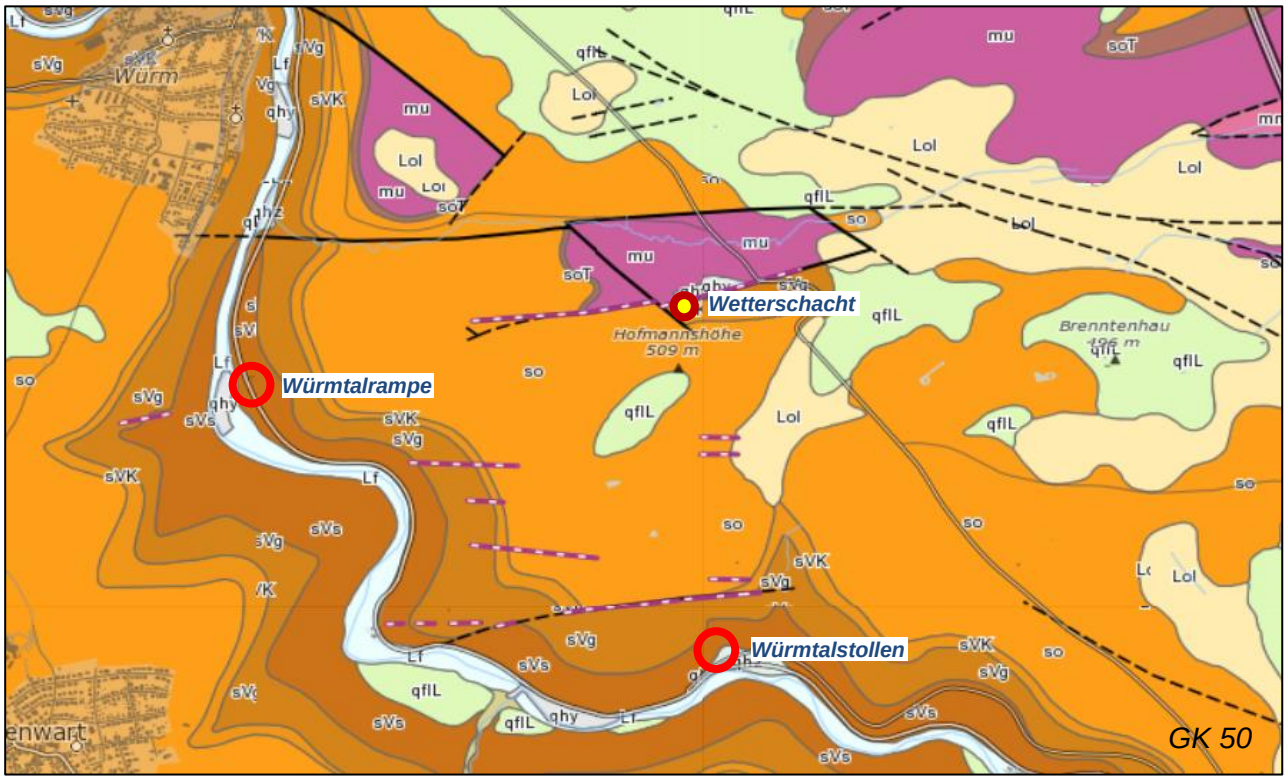


Abbildung 1: Geologische Übersicht, Basis GK 50

Die Lagerstätte der Grube Käfersteige ist auf einer Störung im variszischen Streichen angelegt. Im Bereich der Grube besteht eine Art Horststruktur, welche sich durch regionale Störungen (Würmtalstörung/ Friolzheim-Hagenschieß-Verwerfung) gebildet hat. Insgesamt ist das Gebiet um die Grube Käfersteige kleinräumig gestört.

Im Bereich der Grube Käfersteige stehen hauptsächlich Schichten aus dem Buntsandstein (Unterer, Mittlerer und Oberer Buntsandstein) an, wobei an der Störung, an welcher die Mineralisierungen stattgefunden haben, ein Höhenversprung von mehr als 100 m stattgefunden hat. Demzufolge ist auch die stratigraphische Abfolge versetzt. Dabei handelt es sich um:

- Unterer Buntsandstein: Tigersandstein, unter Eck-Formation (310 m bis ca. 200 m Sohle);
- Mittlerer Buntsandstein: Hauptbuntsandstein - Bausandstein (heute: Miltenberg Formation), überlagert vom Hauptkonglomerat (ca. 200 m bis ca. 90 m Sohle);
- Oberer Buntsandstein: Karneolhorizont, überlagert von Plattensandstein (oberhalb ca. 90 m Sohle).

Die Festgesteinsabfolgen des Oberen, Mittleren und Unteren Buntsandsteins bestehen aus geklüfteten mächtigen Abfolgen von fein- bis grobkörnigen Sandsteinen, in denen immer wieder bindigere Zwischenlagen aus tonig-schluffigen Sandsteinen oder Ton- / Schlufflagen (Wechselfolgen) eingeschaltet sind.

Im Umfeld der Grube Käfersteige folgen oberhalb des Oberen Buntsandsteins Schichten des Muschelkalks, in Form von tektonisch bedingten Schollen, welche für die Grube Käfersteige allerdings geologisch nicht relevant sind.

Im Liegenden des Unteren Buntsandsteins folgen ebenfalls geklüftete Schichten des Zechsteins und Rotliegend aus dem Perm. Diese bestehen aus Feinsandsteinen mit Schluffeinlagerungen (Zechstein) bzw. Arkosen, Fanglomeraten sowie Schluff- und Tonstein (Rotliegend).

Im Rotliegend können auch karbonatische klastische Sedimente und Karbonate auftreten. Diese können grundsätzlich an den Trennflächen verkarstet sein.

Unter dem Rotliegend folgen Granite (Gneise) des kristallinen Grundgebirges. Hierbei handelt es sich um massige metamorphe Gneise, in denen intrusive Granitstöcke eingelagert sind.

Die Schichten des Perms und des Grundgebirges sind in der Grube Käfersteige nicht direkt aufgeschlossen – mit Erkundungsbohrungen von der 310 m Sohle wurden sie allerdings aufgeschlossen.

Die nachfolgende Abbildung 2 (Schnittdarstellung) zeigt die stratigrafische Abfolge im Bereich der Grube Käfersteige.

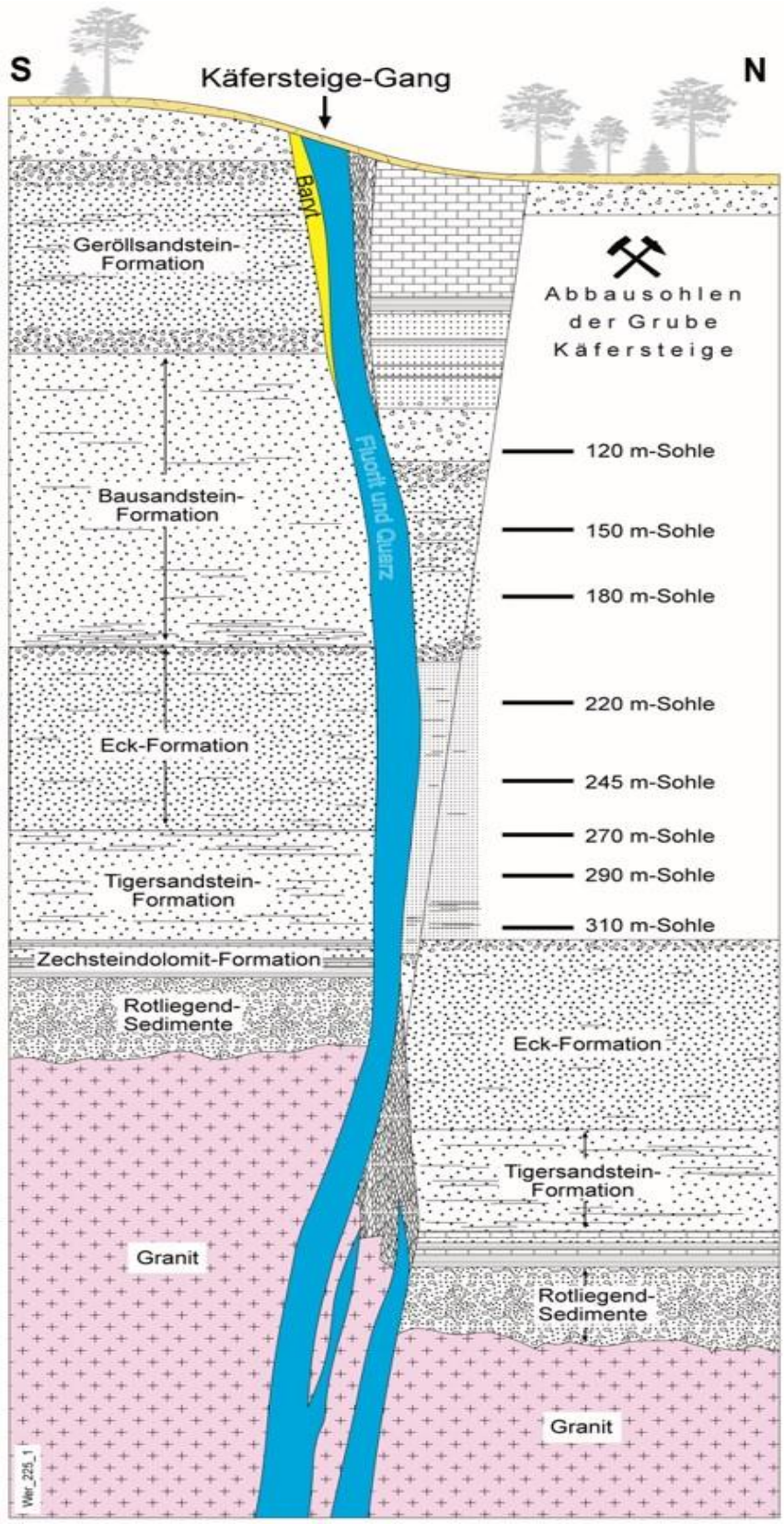
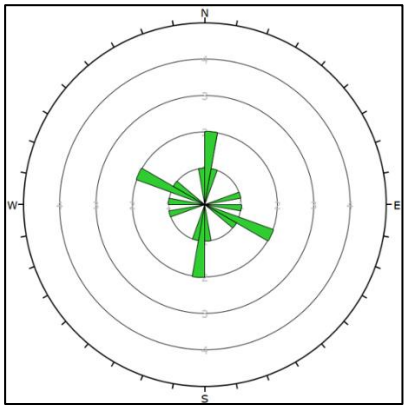


Abbildung 2: Schnitt mit stratigraphischer Abfolge in der Grube Käfersteige

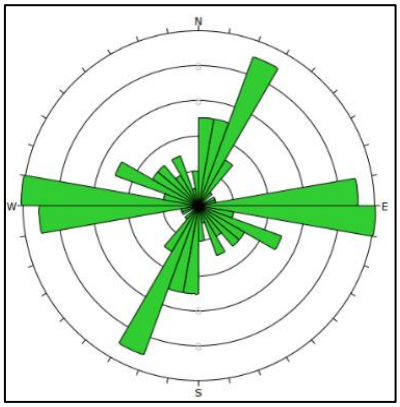
2.2 Tektonik

Im Bereich der Grube Käfersteige sind 3 Hauptkluftsysteme (variszisch / rheinisch / flach und steil herzynisch) vorhanden. Jüngere Klüfte sind weniger stark durch Verwitterungsprodukte verfüllt. Steil stehende, herzynisch streichende Klüfte zeigen die größten Öffnungsweiten, variszisch streichende Klüfte die geringsten Öffnungsweiten. Folgende Kenndaten sind den Unterlagen zu entnehmen:

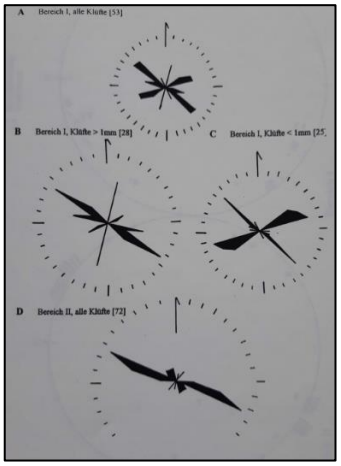
- Insgesamt starke Zerklüftung im Bereich der Grube Käfersteige; mit zunehmender Entfernung vom Gang abnehmend.
- ältere Messungen (1995): diesen zeigen im oberen Grubenbaubereich II (150 – 200 m u GOK) weniger geöffnete Klüfte als im unteren Grubenbaubereich I (250 m u GOK)
- neue Messungen (2022): Klüfte auf 75 m Sohle streichen erwartungsgemäß ähnlich wie Klüfte im Grubenbaubereich II;
- neue Messungen (2022) im Würmtalstollen zeigen ein etwas anderes Bild als die Kartierung des Grubenbaubereichs I. Dies ist wegen einer kleineren Anzahl an Messungen auf 75 m Sohle aber eher statistisch bedingt, nicht notwendigerweise aus geologischen Gründen;
- NW-SE Richtungen sowie E-W ist im Würmtalstollen und auf der 75 m Sohle vergleichbar.



Messung 2022, 75 m Sohle



Messung 2022, Würmtalstollen



Messung 1995, Siegmann

Abbildungen 3, 4 und 5: Gefügemessungen aus dem Bereich der Grube Käfersteige

Insgesamt ergibt sich aus den verschiedenen Messungen ein **einheitliches Kluftmuster**, auch wenn die durchgeführten Messungen eine gewisse Streubreite aufweisen. Dies ist abhängig von räumlichen Orientierung der Messlokationen (wie liegen die Messlokationen in Bezug zum Trennflächeninventar) und welche Trennflächen sind an diesen Stellen vorherrschend. Eine auf den Messungen basierende statistische Auswertung führt dann zwangsläufig zu der o.g. Streubreite.

2.3 Lagerstätte

Der Mineralgang der Grube Käfersteige sitzt auf einer altangelegten tektonischen Großstruktur auf, der sog. Baden-Baden - Lalaye Struktur, einer paläozoischen Suturzone zwischen Moldanubikum im Süden sowie Saxothuringikum im Norden. Eine mehrfache Aktivierung und Reaktivierung dieser Großstruktur führte zur Öffnung und Anlage eines für die Grube Käfersteige charakteristischen Störungs- und Kluftmusters. Die Genese der Flussspatlagerstätte ist auf mehrere, nacheinander ablaufende Ereignisse zurückzuführen:

- In einer 1. Phase bildeten sich aufgrund der tektonischen Prozesse oder auch großtektonischen Ereignissen offene Klüfte, im Buntsandstein, welche dann durch die Bildung von Gangletten aus dem Muschelkalk zur Geländeoberfläche zu einer Abdichtung der Störungssysteme führte;

- In einer 2. Phase kam es zu einer erneuten Öffnung der Klüfte und zur Ausscheidung von Flussspat aus den hydrothermalen Lösungen. Die Gangmasse liegt als verwachsene Masse aus xenomorphen Quarz- und Flussspatkörnern vor. Zusätzlich zu der Ausscheidung im Hauptgangsystem fand auch eine Infiltration in das Nebengestein statt und führte auch dort zu hydrothermalen Kluftverfüllungen. Der anteilige Gehalt an Flussspat – CaF_2 – im Gang der Grube Käfersteige beträgt 50%.

- In der 3. Phase kam es durch Änderung des aktiven tektonischen Stressfeldes zu einer mehrfachen Reaktivierung der Gangstörung mit Brekziierung des Ganginhaltes, Reaktivierung alter Kluftmuster sowie Ablagerung jüngerer Flussspat-Quarz - Gänge, diskordant zum Hauptgang.

Die aktuell bekannten Ausmaße der +/- seiger stehenden Lagerstätte betragen ca. 10 m durchschnittlicher Mächtigkeit und ca. 1.000 m im Streichen. Es ist aufgrund der Genese an einer überregionalen Großverwerfung sowohl in lateraler als auch zu Tiefe hin von weiteren großvolumigen Gangfüllungen auszugehen, die z.T. auch bereits mit Erkundungsbohrungen dokumentiert wurden, welche im Zuge des seinerzeitigen Betriebs der Grube Käfersteige abgeteuft worden sind.

3. HYDROGEOLOGISCHE SITUATION

3.1 Beschreibung der Grundwasserleiter

Maßgebend für die hydrogeologischen Verhältnisse in der Grube Käfersteige sind **Kluftaquifere im Festgestein**. Die Grundwasserfließrichtung orientiert sich entlang der variszischen Störungslinien. Grundlage für die nachstehenden Ausführungen ist u.a. die **HGE – Hydrogeologische Erkundung** Baden-Württemberg – Enztal-Pforzheim [U 9].

Die Grundwasserfließrichtungen werden u.a. auch durch Markierungsversuche im Zuge der HGE [U 9] bestätigt. Hier hat man anhand der Markierungsversuche auf die Fließrichtung des Grundwassers geschlossen. Dabei zeigt sich, dass alle Wässer aus dem nördlichen Hagenschieß nach Norden, Richtung Enz entwässern.

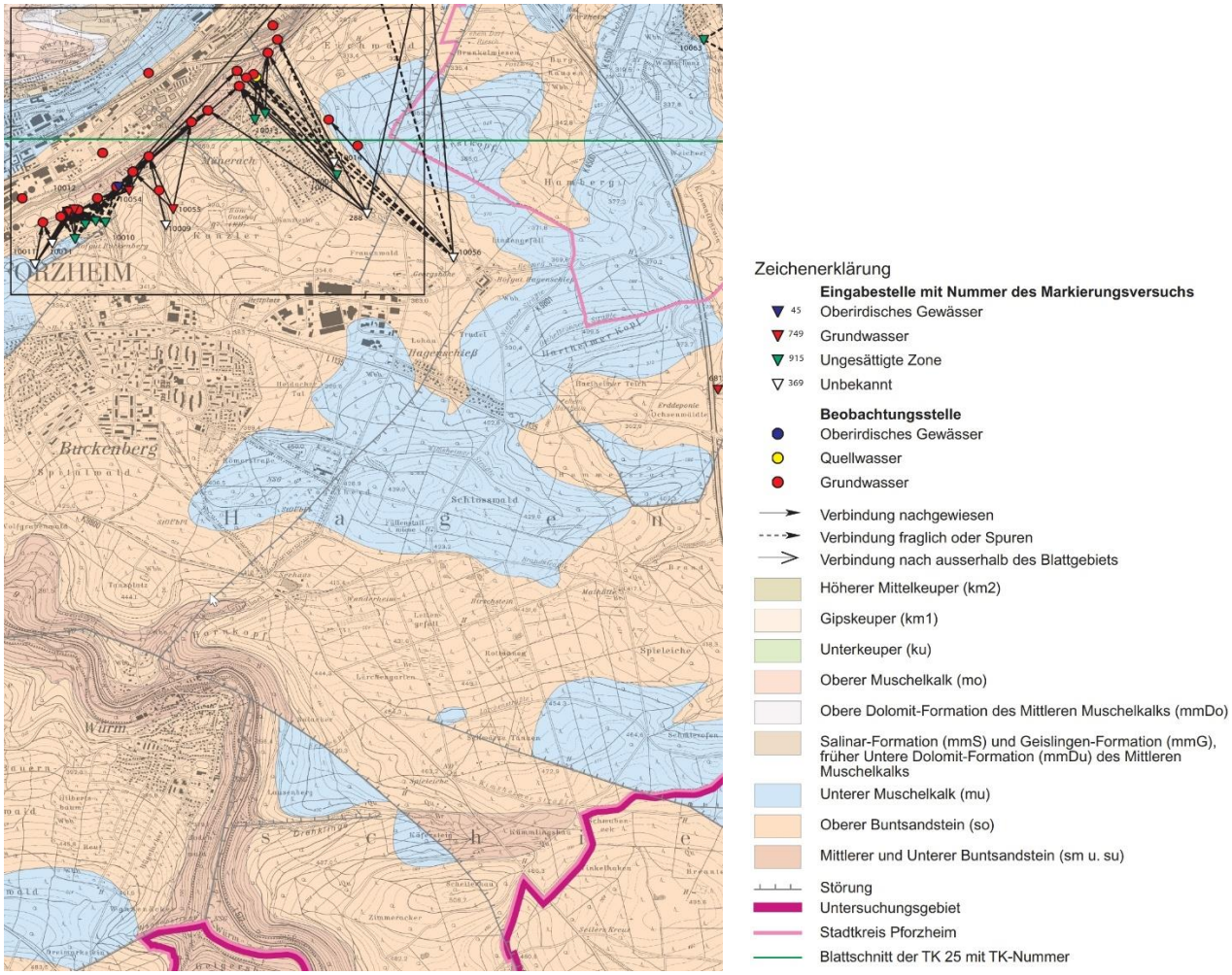


Abbildung 6: Auszug Karte 13 aus Mappe 3 in HGE [U 9]

Vor allem in den steil stehenden herzynischen angelegten Störungen (weiteste Öffnung) sind gute Wasserwegsamkeiten gegeben. Warme Tiefenwässer fließen durch Spalten des unterlagernden Granites zu. Diese haben ein weiträumiges Einzugsgebiet, welches aber sehr linear ausgebildet ist. D.h. es sind keine großen Absenktrichter vorhanden, die Reichweite wird sich voraussichtlich entlang der hydraulisch wirksamen Störungen orientieren.

Ein Aufsteigen von warmem Tiefenwasser erfolgt erst durch Abpumpen des oberen GW-Stockwerkes. Das passiert derzeit nicht, daher bleiben die warmen Tiefenwässer im tiefen Aquifer. Die Temperatur der warmen Tiefenwässer wurde mit 20°C - 25°C auf der 310 m Sohle gemessen. Es gibt mehrere Grundwasserstockwerke, die nachfolgend aufgelistet werden:

- Im **Quartär Porengrundwasserleiter**, wassererfüllt nur in den Schottern der Würm, lokal Fließrichtung entlang Talachse, in den Hanglagen kein Grundwasser in der quartären Überlagerung, lokale Stauwasserhorizonte sind möglich. Aufgrund der weitgehend söhlig lagernden / flach geneigten Schichten des Buntsandsteins mit darin eingeschalteten wasserstauenden Tonsteinlagen ist das Grundwasser in den quartären Talfüllungen der Würm allenfalls lokal hydraulisch an oberen Kluftgrundwasserleiter angebunden;

- **oberstes Kluftgrundwasserstockwerk**: Oberer Buntsandstein, nach unten abgedichtet durch den Karneolhorizont / Tonsteinzwischenlagen, insgesamt stärkere bindige Zwischenlagen, kein nennenswertes Grundwasserdargebot; Fließrichtung entlang der vorhandenen Kluftorientierungen;

- **Kluftgrundwasserstockwerk** im Bausandstein (Miltenberg Formation, **Mittlerer Buntsandstein**): durch tonige Zwischenlagen nicht vollständig ausgebildet. Im Buntsandstein nur Wasserbewegungen entlang Klüften und Störungen, lokal Wasserspeicher in „porösen“ Sandsteinen, lokal geschlossener Grundwasserspiegel der dann auch **wasserwirtschaftlich genutzt** wird (vgl. hierzu auch Kapitel 3.4), lokale schwebende Stauwasserhorizonte oberhalb des Vorflutniveaus, unterhalb Vorflutniveau Trennflächensystem wassererfüllt, jüngere Grundwässer. Fließrichtungen entlang der vorhandenen Kluftsysteme, nach HGE [U 9] großräumig mit geringem Gefälle von Südosten nach Nordwesten. Dieser Kluftgrundwasserleiter wird zum Liegenden durch den Bröckelschiefer oberhalb des Rotliegend als Stauhorizont abgeschlossen.

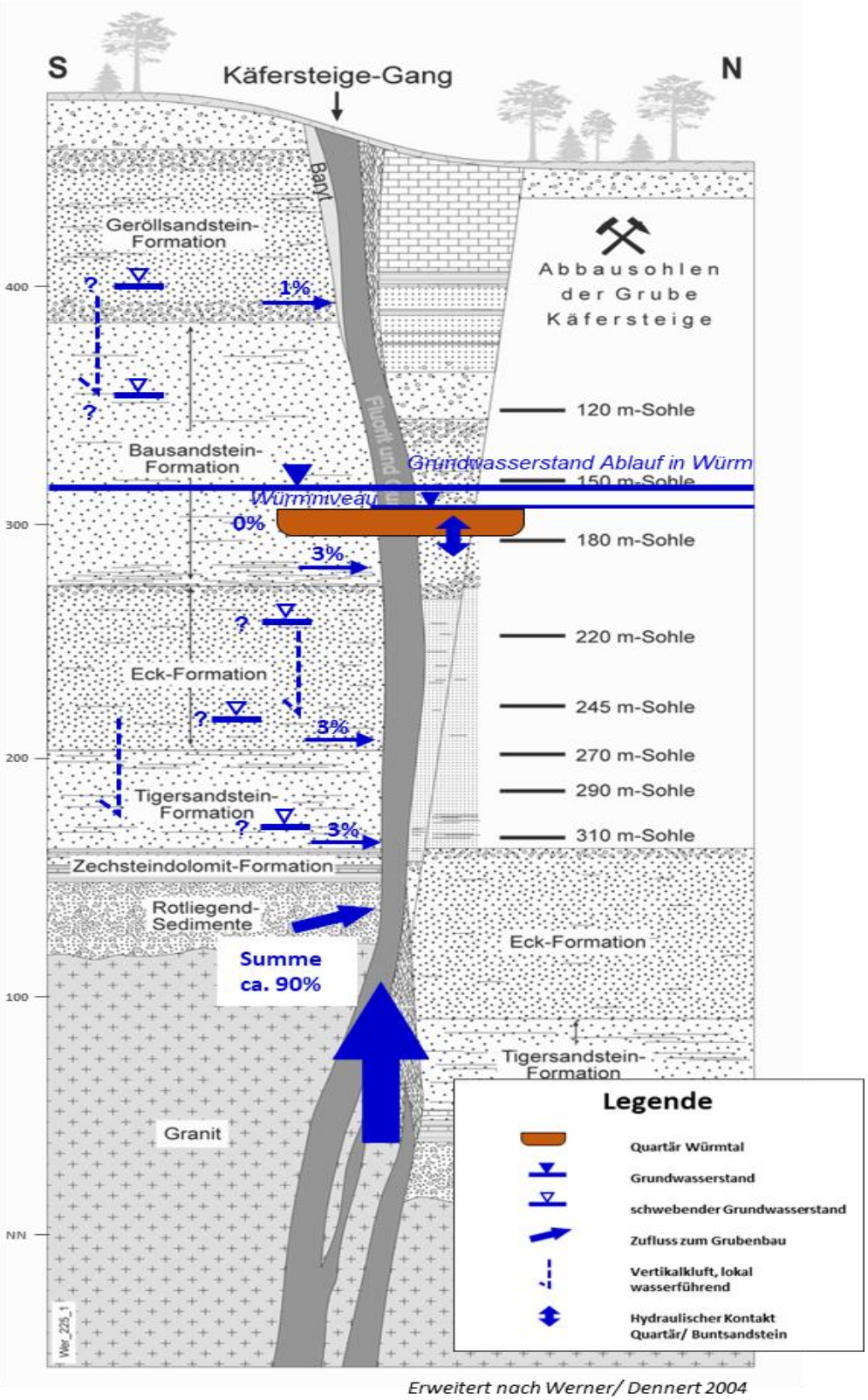
- **Kluftgrundwasser in permischen Sedimentgesteine** (Zechstein, Rotliegend), z.T. karbonatisch – hier Aufweitungen des Trennflächengefüges infolge Verkarstung möglich und wahrscheinlich. Das Gebirge liegt grundsätzlich aufgrund der Tiefenlage vollständig im Kluftgrundwasser. Wegen der räumlichen Lage über dem Granit und der generellen Tiefenlage der permischen Gesteine im Bereich der Grube Käfersteige liegen Mischwässer aus geringen Anteilen jüngerer, überwiegend aber älterer, warmer Tiefenwässern vor.

- Unter den o.g. Kluftgrundwasserleitern sind **ältere warme Tiefenwässer** aus dem Granitstock vorhanden. Im Granit existieren nur Wasserbewegungen an Kluft- und Störungszonen. Das Gestein selber ist dicht.

In der nachfolgenden Abbildung 7 sind Prozent-Angaben der geschätzten Zuflüsse aus den verschiedenen Grundwasserstockwerken zum Sümpfungswasser angegeben. Diese wurde anhand der Messungen im Zuge des seinerzeitigen Betriebs, den verschiedenen Angaben in wissenschaftlichen Untersuchungen (Isotopen-Untersuchungen der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München) (vgl. [U 4]) während des Betriebs und aus den Erkenntnissen im Zuge der Flutung (Temperaturverlauf, Wiederanstiegsraten) abgeleitet.

Die prozentualen Angaben beziehen sich auf das bis zur befahrbaren 310 m- Sohle gesümpfte Grubengebäude während der letzten Betriebsphase und die damalige Sümpfungswassermenge von ca. 75 l/s.

In der nachfolgenden Abbildung 7 sind die hydrogeologischen Zusammenhänge zusammenfassend grafisch dargestellt.



Erweitert nach Werner/ Dennert 2004

Abbildung 7: Schnitt mit hydrogeologischen Zusammenhängen der verschiedenen Grundwasserleiter in der Grube Käfersteige

3.2 Herkunft der Grubensümpfungswässer

Nach den Untersuchungen zu [U 4] ist in den Grubensümpfungswässern nur ein geringer Anteil (< 20 %) von Grundwasser aus den oberen Grundwasserstockwerken vorhanden, die von jungem zusickerndem Oberflächenwasser gespeist werden. Der überwiegende Zufluss von bis zu 90 % erfolgt offenbar aus dem tiefen Grundwasserstockwerk im Grundgebirge (Gneis / Granit), ggf. aus dem Rotliegend. Im Zuge des Betriebs in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts erfolgten nach mündlichen Berichten teilweise gespannte Grundwasserzuflüsse von ca. 100 l/s auf der 310 m Sohle durch Klüfte/Störungen, üblicher Sümpfungszufluss während des letzten Betriebs waren < 75 l/s. Seit Stilllegung der Grube läuft am Ablauf der Würmtalrampe eine relativ konstante Wassermenge um 16 l/s (Durchschnitt der Messungen seit Mitte 2023) in die Würm. Das Wasser hat eine Temperatur um 18 Grad.

Es existiert nach historischen Unterlagen keine messbare Infiltration von Wasser der Würm / des quartären Aquifers in Richtung der Grube. Beim Betrieb der Grube wurde keine Absenkung in der Würm oder dem quartären Aquifer festgestellt. Eine prozentuale Verteilung zwischen den Zuflüssen aus den verschiedenen Grundwasserhorizonten geht aus der Abbildung 7 hervor. Die Abgrenzung zwischen „jungem“ und „altem“ Grundwasser ist anhand von Isotopenuntersuchungen [U 4] dokumentiert:

Die Unterscheidung erfolgte anhand der Gehalte an Tritium (H_3). Mit Gehalten sind hier die Aktivitätskonzentrationen des radioaktiven Wasserstoff-Isotops H_3 (1 TU = 0,118 Bq/kg Wasser) gemeint.

- hoher Tritium Unit Gehalt (nachfolgend TU-Gehalt) (>35): junges Wasser aus Niederschlägen
- geringer TU-Gehalt (<2): altes Grundwasser im GW-Leiter
- mittlerer TU-Gehalt (2 - 20): altes Grundwasser mit jüngeren Beimengungen
- ^{18}O: nur geringer Anteil an Wasser mit Sickerzeit < 6 Monaten

Hohe Druckspiegeldifferenzen sind aufgrund möglicherweise abdichtender, vertikaler Störungen vorstellbar, entsprechende mündliche Berichte dazu mit Angaben in der Größenordnung von über 100 m existieren aus der Betriebszeit, können aber nicht unabhängig verifiziert werden. Eine Abdichtung von Klüften und Störungen in horizontaler Richtung durch in die Gesteinsabfolgen eingeschaltete tonige Lagen innerhalb des Buntsandstein existiert. Auch wirkt der Mineralgang selbst durch seine Mineralisation abdichtend. Eine Zerklüftung im Umfeld um die Grube Käfersteige ist

grundsätzlich aber nachgewiesen. Damit bestätigt sich die Feststellung der geringen Anteile von < 10 % an oberflächennahen Grundwässern aus den oberen Grundwasserstockwerken in den Grubensümpfungswässern – größere vertikale Wasserwegsamkeiten sind offenbar nicht flächendeckend vorhanden. Der Einfluss der Grubensümpfung auf die oberflächennahen Grundwasserleiter (Porengrundwasserleiter im Quartär des Würmtals und Kluftgrundwasser im obersten Kluftgrundwasserstockwerk des Oberen Buntsandsteins) ist – auch bestätigt durch seinerzeitige Pegelmessungen – als gering zu bewerten.

Das zeigt auch, dass die Reichweiten der Absenkung infolge der Grubensümpfung sehr unterschiedlich sein können. Sie sind sehr stark abhängig von der Durchlässigkeit von Störungen und dem Kluftsystem. Im seinerzeitigen Betrieb wurden ungünstige Einflüsse auf die hydrogeologischen Gegebenheiten im Umfeld der Grube Käfersteine nicht festgestellt, sowohl im Hinblick auf die Würm und deren oberflächennaher quartärer Aquifer, als auch die im weiteren Umfeld liegenden Wassergewinnungsanlagen.

3.3 Erkenntnisse aus der Flutung der Grube Käfersteige

Die kontrollierte Flutung der Grube Käfersteige erfolgte zwischen Dezember 1998 und April 2000. Er wurde ein flutungsbegleitendes Monitoring durchgeführt [U 7]. Hieraus lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten, die dem Grund nach die vorstehenden Ausführungen bestätigen.

- Der Beginn der Flutung erfolgte bei 170 m NN (Wasserstand Sümpfung Betrieb);
- Anstieg bis 1. Haltepunkt (Halten des Wasserstands im Grubenbau zur Probennahme) bei ca. 198 m NN mit Anstieg ca. 1,97 m/d, Zufluss am 1. Haltepunkt ca. 30 l/s.
- Anstieg bis 2. Haltepunkt bei ca. 293 m NN mit Anstieg ca. 0,49 m/d, Zufluss am 2. Haltepunkt < 6 l/s.
- Anstieg bis Auslauf Würmtalrampe bei ca. 313 m NN mit Anstieg ca. 0,25 m/d.

Es zeigte sich also mit dem Wiederanstieg des Grubenwassers insgesamt eine starke Abnahme der Flutungsgeschwindigkeiten, was daraus schlussfolgernd geringere Wasserzuflüsse aus den oberen Kluftgrundwasserstockwerken anzeigt. Auf die nachfolgende Abbildung 8, nach [U 7], Anlage 3.1d, wird verwiesen.

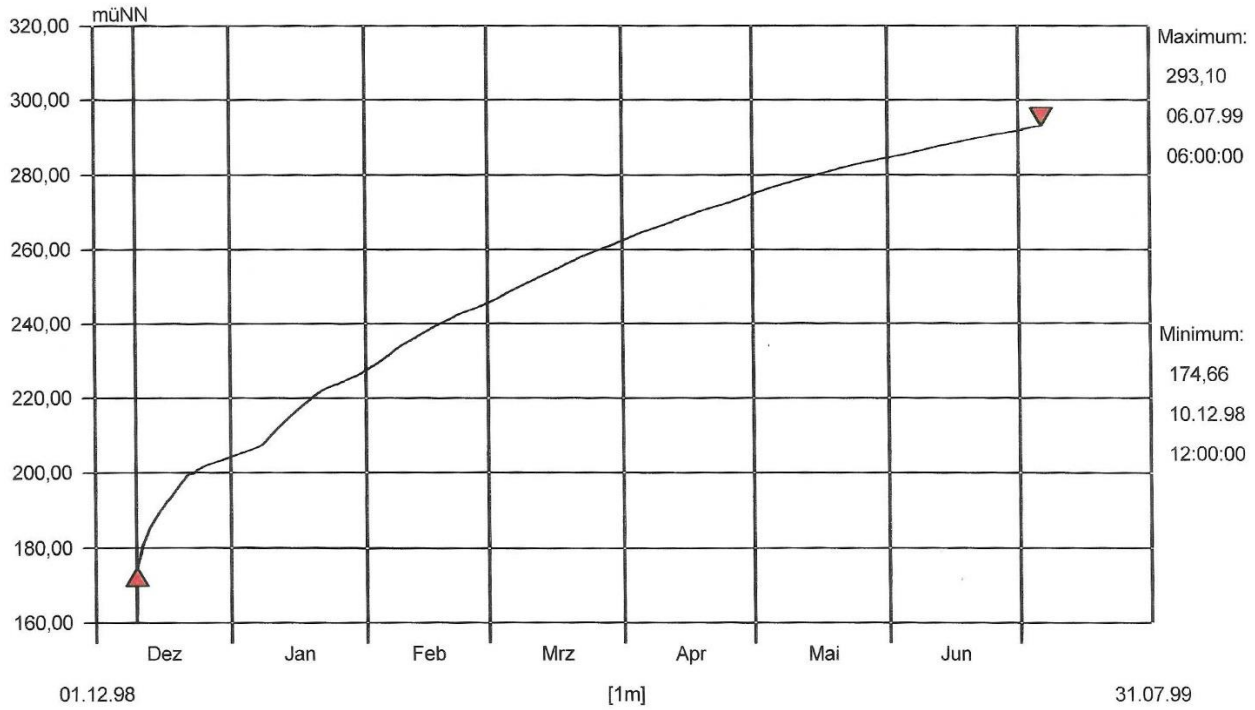
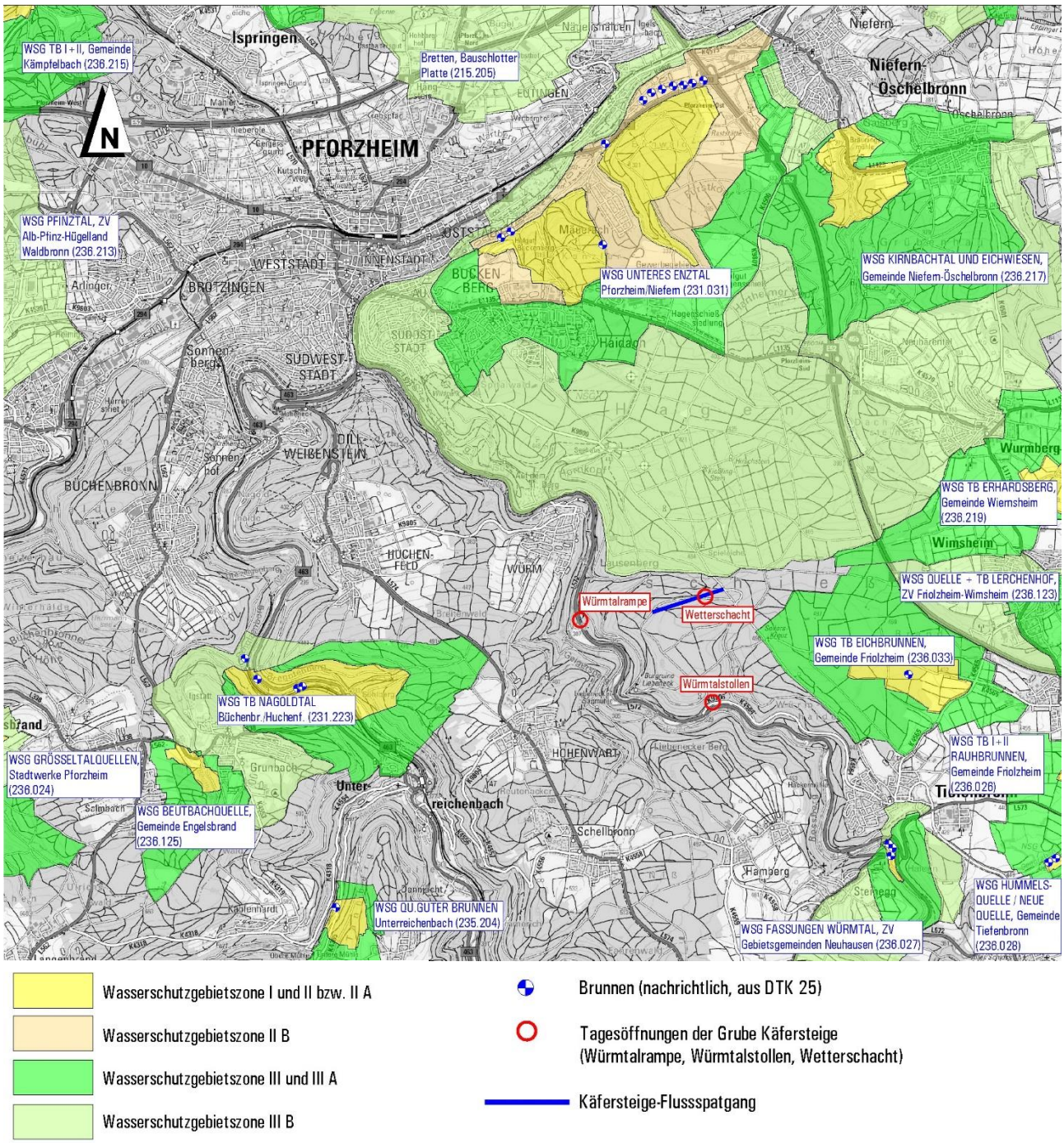


Abbildung 8: Wiederanstiegskurve Grubenwasser Blindschacht zwischen Dez. 2998 und Juli 1999 nach [U 7]

3.4 Wasserwirtschaftliche Nutzungen im Umfeld

In der nachfolgenden Abbildung 9 ist die Lage der vorhandenen Wassergewinnungsanlagen in Bezug zum Gangverlauf der Grube Käfersteige dargestellt.



Wasserschutzgebietszone I und II bzw. II A

Wasserschutzgebietszone II B

Wasserschutzgebietszone III und III A

Wasserschutzgebietszone III B

Brunnen (nachrichtlich, aus DTK 25)

Tagesöffnungen der Grube Käfersteige (Würmtalrampe, Würmtalstollen, Wetterschacht)

Käfersteige-Flussspatgang

Abbildung 9: Wassergewinnungsanlagen im Umfeld der Grube Käfersteige

Im Umfeld der Grube Käfersteige liegen einige **Trinkwassergewinnungsanlagen**, vorzugsweise im Tal der Nagold, der Enz und auch im Oberlauf der Würm. Die Betreiber (Stadt Pforzheim), Landkreis Tiefenbronn sowie der Enzkreis wurden kontaktiert und es wurden relevante Datensätze von den

Betreibern dankenswerterweise zur Verfügung gestellt. Die Auswertung dieser Daten für den Enzkreis ergab für die im Umfeld der Grube Käfersteige liegenden Wassergewinnungsanlagen folgende Kenndaten, die in der Tabelle 1 zusammengefasst sind:

WSG Nr.	Bezeichnung	Entnahme-Aquifer	Art der Fassung	Entnahmemenge ca. [l/s]
236027	Fassungen Würmtal	Unterer Muschelkalk und Oberer Buntsandstein	4 Quellfassungen und 2 Tiefbrunnen, ca. 28 und 50 m tief	20
236033	Tiefbrunnen Eichbrunnen	Oberer und Mittlerer Buntsandstein	Tiefbrunnen, ca. 60 m tief	20
236123	Quelle und TB Lerchenhof	Unterer Muschelkalk, TB = Oberer Buntsandstein	mehrere Quellfassungen, 1 Tiefbrunnen, ca. 65 m tief	10
236219	TB Erhardsberg	Unterer Muschelkalk und Oberer Buntsandstein	1 Tiefbrunnen, ca. 43 m tief	7
236217	TB Eichwiesen und Kirnbachtal	Oberer und Mittlerer Buntsandstein	2 Tiefbrunnen, ca. 140 m tief	36
231031	Tiefbrunnen Niefern und Öschelbronn	Oberer und Mittlerer Buntsandstein	4 Tiefbrunnen, um ca. 80 m tief	75
231031	Tiefbrunnen SW Pforzheim	Oberer und Mittlerer Buntsandstein	11 aktive Tiefbrunnen, geschätzt: um ca. 80 m tief 1)	geschätzt: 200 1)
231223	Tiefbrunnen Nagoldtal	Oberer und Mittlerer Buntsandstein	4 Tiefbrunnen, Tiefe nicht genau bekannt 1)	geschätzt: 70 1)
236125	Beuthbachquelle	Oberer und Mittlerer Buntsandstein	Quellfassung 1)	geschätzt: 10 1)

1) noch keine genauen Daten

Tabelle 1: Zusammenstellung von Trinkwassergewinnungsanlagen im Umfeld der Grube Käfersteige

Festzuhalten ist, dass fast alle Grundwasserentnahmen aus tieferen Brunnen in den Sandsteinabfolgen des Oberen und Mittleren Buntsandsteins, tlw. sogar im Unteren Muschelkalk erfolgen. In Kombination mit der Abbildung 6 in Kap. 3.1 bzw. der Anlage H1.1 zu den WSG ergibt sich daraus der Punkt, dass die Brunnen hydrologisch keinen unmittelbaren Zusammenhang mit dem hydraulischen System im Bereich der Grube Käfersteige haben.

Das heißt, die Trinkwasserentnahmen erfolgen aus Aquiferen, die nur einen sehr untergeordneten Anteil an den Zuflüssen zu den Sümpfungswässern aus der Grube Käfersteige haben.

Das deckt sich auch mit den bisherigen Erkenntnissen, dass beim seinerzeitigen Betrieb der Sümpfung für den Abbau bis Mitte der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts keine negativen Auswirkungen der Sümpfung auf die Wassergewinnung bekannt geworden waren.

Aktuell wurde vom Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg aufgrund des Klimawandels ein **Masterplan zur Wasserversorgung** in Baden-Württemberg erstellt (vgl. [U 10]). Zusammenfassend liegen nach etwa einjähriger Datenerhebung nun erste Auswertungsergebnisse der ersten beiden Chargen vor, die u.a. auch den Raum Enztal-Pforzheim erfassen. Es zeigt sich, dass die Versorgungssicherheit aktuell grundsätzlich gegeben ist. Bei fast allen Versorgungsbereichen kann der mittlere Bedarf in vollem Umfang gedeckt werden.

3.5 Hydrochemische Verhältnisse

Bezüglich der **Hydrochemie** der in der Grube Käfersteige auftretenden Grundwässer sind in den Unterlagen umfassende Untersuchungen dokumentiert. Nachfolgend sind die wesentlichen Punkte zusammengefasst.

Im Zuge des Betriebs der Grube Käfersteige zeigten sich bei Untersuchungen auf der (tiefsten) **310 m Sohle** folgende Untersuchungsergebnisse:

- Kluftwässer: kühle Wässer mit geringer Leitfähigkeit; Tiefenwässer als warme Wässer mit höherer Leitfähigkeit, gebunden an steil herzynisch streichende Klüfte;

- In der Summe ergibt das ein Mischwasser, dessen Temperatur und Leitfähigkeit zwischen dem von Kluft- bzw. Tiefenwasser liegt.

- Es ist anzunehmen, dass der Anteil an Tiefenwässern grundsätzlich mit zunehmender Teufe des Abbaus zunehmen wird. Das Maß dieser Zunahme kann derzeit nicht bestimmt werden. Auch ob und inwieweit sich hieraus eine Zunahme der Temperatur der Grubensümpfungswässer ergibt, kann an dieser Stelle nicht genau abgeschätzt werden – grundsätzlich ist anzunehmen, dass bei höheren Anteilen an Tiefenwässern auch eine anteilige Temperaturerhöhung der Grubensümpfungswässer nicht unwahrscheinlich ist.

Für die **Grubenstandwässer** zeigt sich auf der Basis neuerer Untersuchungen von Anfang 2022 eine Mischung von Kluft- und warmen Tiefenwasser im Blindschacht 1.

Nachfolgende Abbildung 10 zeigt eine Zusammenstellung verschiedener Grundwasseranalysen, zum einen aus der Zeit des Betriebs der Grube (vgl. [U 5], zum anderen die (farbige) aktuelle Analyse von Herbst 2022 (Beprobung im Blindschacht 1 aus dem Würmtalstollen heraus).

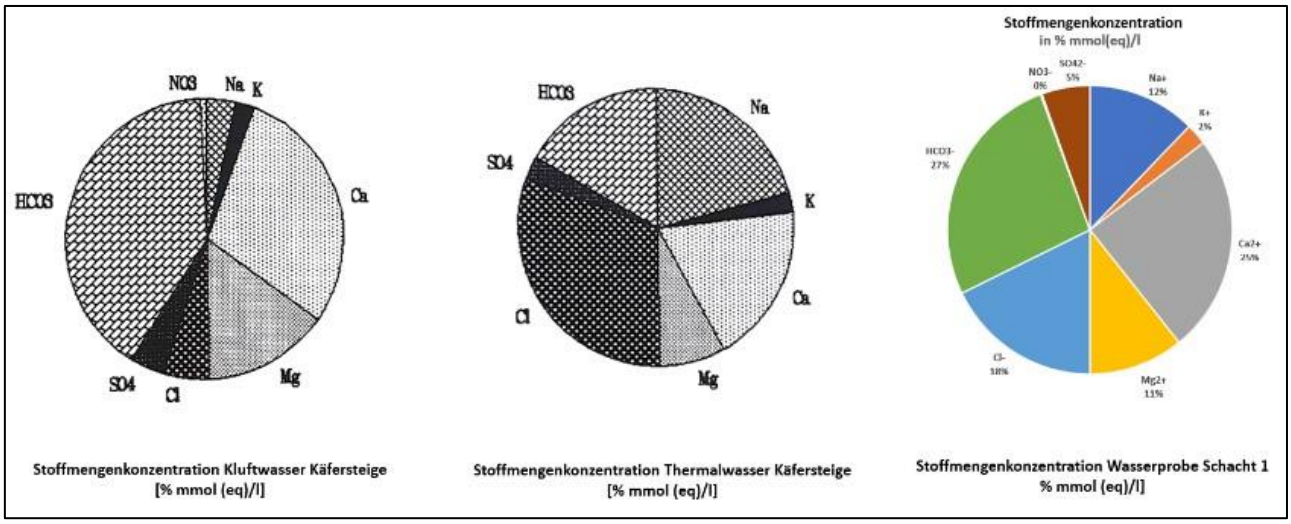


Abbildung 10: Vergleich der chemischen Zusammensetzung von Wasserproben aus der Grube

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass mit den Beprobungen von 2024 geringfügige geogene Auffälligkeiten bei einigen Metallen sowie Sulfat und Kalium erkennbar waren. Diese ziehen allerdings im Hinblick auf die geplante Wiederinbetriebnahme der Sümpfung der Grube Käfersteige keinen Handlungsbedarf nach sich.

4. GEPLANTES WEITERES VORGEHEN

4.1 Grundsätzliche Vorgehensweise

In einem ersten Schritt soll der historische Zustand der Grube durch Sümpfung wiederhergestellt werden. Sobald dann Zugang in das Grubengebäude besteht, wie auch schon sümpfungsbegleitend, soll eine umfangreiche Datengewinnung durchgeführt werden:

1) Gutachterliche Bewertung einer Absenkung bis auf das historische Sümpfungsniveau (310 m Sohle). Die Leistung ist Gegenstand des vorliegenden Gutachtens,

2) Ausarbeitung und Umsetzung eines Monitoringkonzepts für die Sümpfungsphase. Hierzu erfolgt nachstehend noch eine Beschreibung der geplanten Maßnahmen.

3) Sobald Zugang in das Grubengebäude besteht, auch schon sümpfungsbegleitend, soll eine hydrogeologische Detailkartierung der Wasserzuflüsse / Untersuchung zu der Wasserherkunft in einem mit den zuständigen Behörden abzustimmenden Untersuchungsrahmen durchgeführt werden.

4) Auf der Basis der noch zu erhebenden Daten / den schon vorhandenen umfangreichen Kenntnissen soll ein digitales Grundwassermodell zur Bewertung des Gewinnungsbetriebs erstellt werden. Die Erstellung eines Grundwassermodells soll mittels Finiter-Elemente-Modellierung zur Bewertung möglicher Auswirkungen einer Sümpfung der Grube in die Tiefe und für eine horizontale Vergrößerung vorgenommen werden, basierend auf realen Daten.

Die Sümpfung soll über Teile der vorhandenen Infrastruktur vorgenommen werden. Die geplante Sümpfungswassermenge ist mit maximal 200 l/s vorgesehen. Zum Erreichen des Sümpfungsniveaus der letzten Betriebszeit (Nutzung der 310 m-Sohle) muss aus technischen Gründen dafür ein Sumpf / eine Sumpfstrecke in einem bestehenden oder ggf. neu aufzufahrenden Grubenbau unterhalb der 310 m Sohle eingerichtet werden.

Die bisher maximal dokumentierte Fördermenge im Betrieb betrug ca. 100 l/s, die letzte dauerhafte Sümpfungsmenge lag bei ca. 75 l/s. Gemäß der aktuellen Planung wird zunächst das Standwasser im Grubengebäude mit einer erhöhten Förderrate abgepumpt – eine dauerhafte Erhöhung gegenüber der Sümpfungsmenge zum Ende des Betriebs auf der 310 m Sohle ist nicht zu erwarten. Damit wird quasi nur der Stand zum Zeitpunkt der Stilllegung wiederhergestellt – der seinerzeit gegebene hydrogeologische Zustand wird damit nicht verändert.

Die geplante Ableitung der Wässer aus Sümpfung und Wasserhaltung sollen über die Würmtalrampe erfolgen.

4.2 Geplante Monitoringmaßnahmen

4.2.1 Datengewinnung in Grundwassermessstellen / Gewinnungsanlagen

Geplant ist die Begleitung der Sümpfung der Grube Käfersteige durch ein umfassendes Monitoring der Grundwasserstände und durch chemisch-physikalische Wasseruntersuchungen innerhalb und außerhalb der Grube Käfersteige. Eine zusammenfassende Darstellung der einzelnen Messstellen des Monitorings zeigt die Anlage H 1.1. Folgende Punkte sind dazu zu nennen:

1) Reaktivierung und Messung der vorhandenen Messstellen im Grubengebäude und an der Tagesoberfläche. Die Pegel P2, P3 und P 4 sind verschüttet; als Ersatz können die Pegel in der Würmtalrampe herangezogen werden, die parallel zur Sümpfung ertüchtigt werden;

2) Errichtung eines neuen Pegels in den quartären Ablagerungen der Würm, zum Ausschluss einer hydraulischen Kommunikation zwischen dem Grundwasser im Quartär des Würmtals und im Festgestein (Buntsandstein);

3) Monitoring der Wassergewinnungsanlagen (Wassermengen, chemische Überwachung) – wird durch die Betreiber ohnehin durchgeführt - auch wenn diese nach derzeitigem Stand außerhalb der Absenkbereiche der Sümpfung liegen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Wasserentnahmen der Wasserwerke wesentlich höher sind, als diejenigen aus der Sümpfung der Käfersteige – und zudem im Wesentlichen aus Zuflüssen aus den oberen Grundwasserleitern (Oberer und Mittlerer Buntsandstein) bestehen;

4) Sollte sich im Zuge des Monitorings beim Abpumpen des Grubenstandwassers (z.B. Messungen im Grubenbau selber) zeigen, dass weitere Messstellen außerhalb erforderlich sind, ist z.B. die Errichtung einer Grundwassermessstelle im östlichen Teil des Ganges (Schrägpegel), östlich der beim Abbau seinerzeit erkundeten Störung in herzynischem Streichen, denkbar.

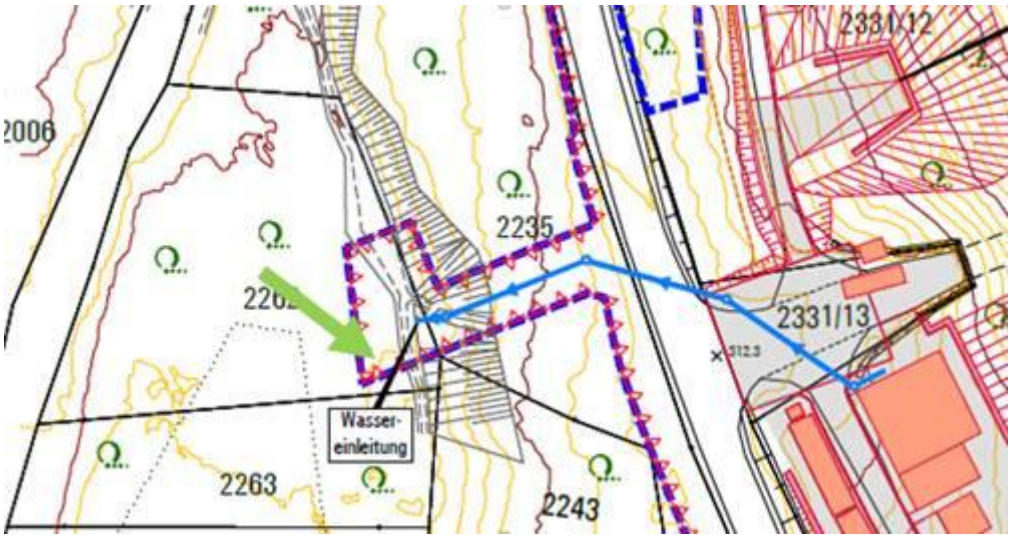


Abbildung 11a: Geplante Grundwassermessstelle in der Würmaue

Vorstehende Abbildung 11a zeigt eine Karte mit der geplanten neuen Grundwassermessstelle in der Würmaue. Die genaue Lage wird noch vor Ort mit dem Amt für Umweltschutz der Stadt Pforzheim

abgestimmt. Geplant ist ein Ansatzpunkt im Bereich der Einleitstelle, westlich jenseits des Grabens (siehe Abbildung 11a, grüner Pfeil). Hier kann eine ältere schon bestehende Zufahrt/Brücke genutzt werden, um naturschutzrechtlich relevante Eingriffe zu minimieren.

Der Pegel (geplant: 2“ mit Überflurausbau) wird ausschließlich in den quartären Schottern verfiltert und zu kontinuierlichen Messung mit einem Diver ausgerüstet, bei dem die Messintervalle mehr oder weniger beliebig eingestellt werden können (Vorschlag: stündlich).

Der Wasserstand der Würm steht sicherlich in Wechselwirkung mit dem Grundwasserstand in der Talfüllung, hier ist der Einbau einer Wasserstandsmessstelle (quasi als Pegel im Uferbereich, mit Diver ausgerüstet und ggf. mit kleiner optischen Pegelmesslatte) vorgesehen. Auch die Lage dieser Messstelle ist vor Ort mit dem Amt für Umweltschutz der Stadt Pforzheim festzulegen.

Nachfolgende Abbildung 11b zeigt eine Karte der vorhandenen Grundwassermessstellen unter- und übertage sowie die geplante neue Grundwassermessstelle.

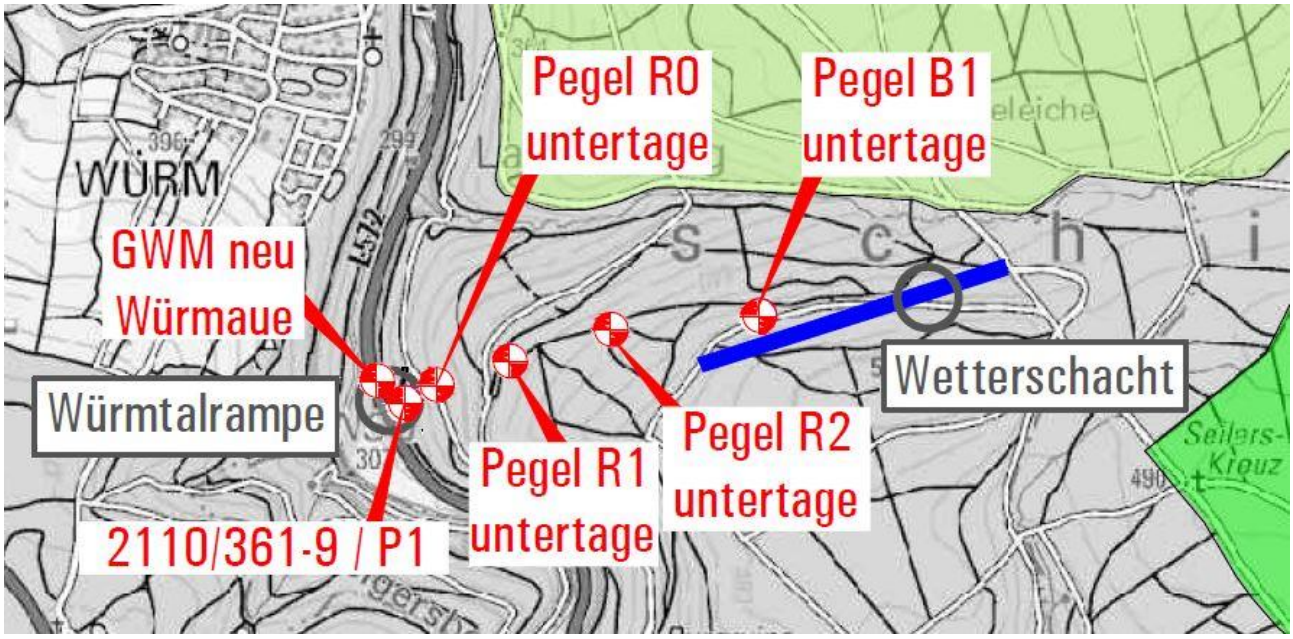


Abbildung 11b: Vorhandene und geplante Grundwassermessstellen im direkten Umfeld der Grube Käfersteige

Messstellen (GW)-Nummer	Tiefe [m]	Geologische Einheit	Ausbau [mm]	Geländehöhe [m NN]
Pegel R0 (untertage)	ca. 70	Mittlerer Buntsandstein	ca. 100	ca. 290
Pegel R1 (untertage)	ca. 100	Mittlerer bis Unterer Buntsandstein	ca. 100	ca. 270
Pegel R2 (untertage)	ca. 50	Unterer Buntsandstein	ca. 100	ca. 210
Pegel B1 (untertage)	ca. 100	Grundgebirge	ca. 100	ca. 170
P1 (2110/361-9s)	43,0	Buntsandstein	125	315,76
GWM neu Würmaue	15	Quartär	50	ca. 305

Tabelle 2: Zusammenstellung der für das Monitoring vorgesehenen Messstellen im Nahbereich der Grube Käfersteige

In der vorstehenden Tabelle 2 sind die geplanten Messstellen unter- und übertage im unmittelbaren Umfeld der Grube Käfersteige zusammengestellt, einschließlich der neuen Messstelle im Quartär der Aue der Würm.

In der folgenden Abbildung 12 ist in einem historischen geologischen Schnitt durch die Grube Käfersteige aus Betriebszeiten die Lage der Messstellen eingetragen, die von der Geländeoberfläche aus zugänglich sind.

Weiterhin sind die in der Würmtalrampe angelegten Grundwassermessstellen (rot markiert) eingetragen, die im Zuge der Sümpfung wieder ertüchtigt und dann in das Monitoringkonzept eingebunden werden sollen.

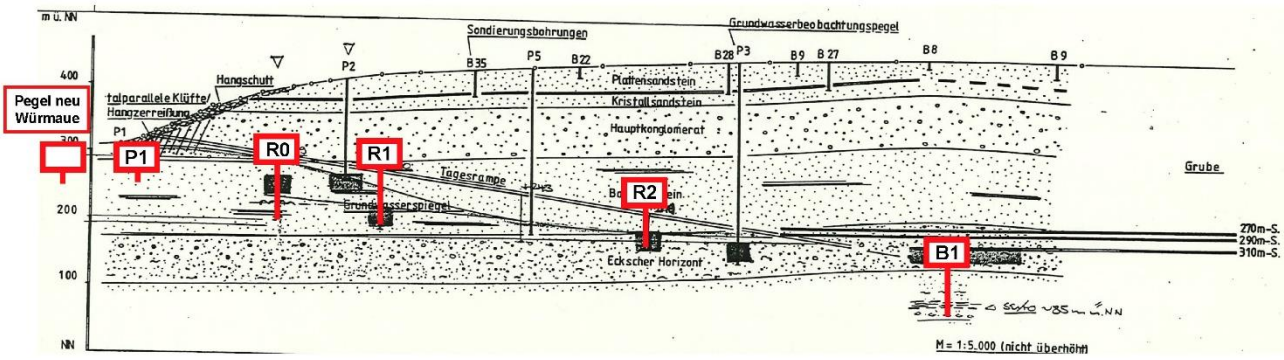


Abbildung 12: Historische Schnittzeichnung aus Betriebszeiten mit Einzeichnung der Grundwassermessstellen im unmittelbaren Bereich der Grube Käfersteige

Zusätzlich zu den Messungen der im Nahbereich der Grube vorhandenen und geplanten Messstellen (vgl. Abbildungen 11 und 12) sollen aktive Messstellen in das Monitoring-Programm aufgenommen werden, vorzugsweise soweit sie im weiteren, aber noch relevanten Bereich der Grube Käfersteige und in der Nähe von Wassergewinnungsanlagen bzw. deren Schutzgebieten liegen.

In der nachfolgenden Tabelle 3 ist ein Auszug der Pegelmessstellen für das geplante Monitoring aufgeführt, die in der Anlage H 1.1 eingezeichnet sind und zu denen nach [U 9] Kenndaten für diese Pegel enthalten sind. Diese sollten für das Monitoring – zusätzlich zu den in Abbildung 9 eingetragenen Pegeln herangezogen werden.

Messstellen (GW)-Nummer	Tiefe [m]	Geologische Einheit	Ausbau [mm]	Geländehöhe [m NN]
2219/361-5	12,2	Buntsandstein	50	420,0
2220/361-2	17,0	Buntsandstein	50	420,0
2221/361-8	15,2	Buntsandstein	50	420,0
2034/361-6 sm	71,1	Mittlerer Buntsandstein	350	297,73
2215/361-3	12,5	Buntsandstein	50	318,20
2124/361-7 h,qg,sm	9,0	Quartär und Mittlerer Buntsandstein	300	241,72
2101/361-8	17,2	Buntsandstein	30	318,55
2100/361-2	34,8	Buntsandstein	45	317,48

Tabelle 3: Zusammenstellung der für das Monitoring vorgesehenen Messstellen im weiteren Umfeld der Grube Käfersteige

In dafür geeigneten Messstellen (vgl. Tabellen 2 und 3) ist vorgesehen, sogenannte „Diver“ einzuhängen, die eine kontinuierliche Aufzeichnung der Grundwasserstände gewährleisten. Diese können dann zu festzulegenden Zeitpunkten ausgelesen werden und die Grundwasserstandsverläufe grafisch aufgetragen werden.

Nach Sichtung der bisherigen Unterlagen zu den **Wassergewinnungsanlagen** werden durch die Betreiber regelmäßige Messungen von Brunnenwasserständen durchgeführt und Wassermengen festgehalten. Eine regelmäßige physikalisch-chemische Überwachung der Wasserqualität wird ebenfalls durchgeführt. Die Daten werden regelmäßig bei den Betreibern abgefragt, z.B.: monatlich Brunnenwasserstand + Entnahmemenge / jährlich Analysedaten („physikalisch-chemische Beschaffenheit“. In das Monitoring eingebunden werden die folgenden Gewinnungsanlagen:

- 236027 Fassungen Würmtal
- 236033 Tiefbrunnen Eichbrunnen
- 236123 Quelle und TB Lerchenhof
- 236219 TB Erhardsberg
- 236217 TB Eichwiesen und Kirnbachtal
- 231031 Tiefbrunnen Niefern und Öschelbronn
- 231223 Tiefbrunnen Nagoldtal
- 236125 Beuthbachquelle

Eigene Messungen in den Wassergewinnungsanlagen sind nicht geplant. Wasserstände und Entnahmemengen werden vom Betreiber selber erfasst. Aus den zur Verfügung gestellten Daten kann ggf. abgeleitet werden, ob. z.B. bei gleichen Fördermengen tiefere Wasserstände in den Brunnen im Zusammenhang mit der Wiederaufnahme der Sümpfung in der Grube Käfersteige erkennbar sind. Eine laufende chemische Überwachung der Wasserqualität wird ebenfalls durch den Wasserwerksbetreiber durchgeführt. Sofern signifikante Änderungen der Wasserqualitäten auftreten sollten, ist deren Ursache in Bezug auf die Sümpfung in der Grube Käfersteige zu prüfen. Momentan wird auf Grundlage der begutachteten Daten in diesem Gutachten von keinen Beeinflussungen ausgegangen.

4.2.2 Sümpfungsbegleitende Datengewinnung in der Grube Käfersteige

Mit Beginn der Wiederinbetriebnahme der Grube Käfersteige ist die Durchführung eines sümpfungsbegleitenden Monitorings vorgesehen. Dieses soll kontinuierlich mit dem Absinken des Grubenwasserstandes erfolgen. Die Daten sollen kontinuierlich ausgewertet und bewertet werden – auch schon um ggf. neue Erkenntnisse unmittelbar in Entscheidungsprozesse einfließen zu lassen. Eine enge Abstimmung seitens der Deutsche Flussspat GmbH, deren Gutachtern und den zuständigen Behörden ist vorgesehen. Folgende Punkte sind bei der Erfassung der Daten im Grubengebäude relevant:

1) Messen der zufließenden Wassermengen in der Grube in Bezug zur Sümpfungstiefe, aus welchem Aquifer kommt der Zufluss;

2) Ermittlung der maßgebenden Kluftsysteme, aus denen ein Zufluss erfolgt und in welcher Größenordnung dieser erfolgt;

3) Chemisch-physikalische Untersuchungen der Sümpfungswässer (Bestimmung Anteile „junger“ und „alter“ Grundwässer), gegebenenfalls mittels Isotopenuntersuchung;

4) Wie im Kapitel 4.2.1 beschrieben, Reaktivierung / Ertüchtigung der während der Sümpfung freifallenden vorhandenen Messstellen innerhalb der Würmtalrampe;

Entscheidender Vorteil der vorbeschriebenen Vorgehensweise ist, dass die Gewinnung entscheidungsrelevanter Daten schon während der laufenden Sümpfung möglich ist und nach Erreichen des tiefsten Punktes der Sümpfung auf alle zugänglichen Bereiche ausgedehnt werden kann. Beginnend mit der Sümpfung, kann in den dann freiwerdenden Bereichen zum einen das Trennflächengefüge gemessen und kartiert werden, zum anderen können Wasserzutritte zum Grubenbau erfasst werden (wo, aus welchen Kluftorientierungen und in welcher Größenordnung). Mit dem gesamten Grubenbau – soweit er dann zugänglich sein wird - ist ein sehr umfangreicher geologischer / hydrogeologischer Aufschluss vorhanden. Die gewonnenen Daten bilden die Grundlage für weitergehende hydrogeologische Untersuchungen (wie z.B. Modellierungen), die dann erforderlich werden, wenn nach erfolgreichem Abschluss von Exploration und Probebetrieb ein Antrag auf den Regelbetrieb in tieferen Sohlenniveaus gestellt werden kann.

Grundwassermodelle sind in der wasserwirtschaftlichen Praxis zu einem Standardinstrument geworden. Hiermit können hydrogeologische und grundwasserhydraulische Fragestellungen präzise und zielführend beantwortet werden.

Mit den gewonnenen Daten sollen im Falle eines erfolgreichen Abschlusses von Exploration und Probebetrieb für die Planung des Abbaus zur Tiefe und in horizontaler Ausrichtung Berechnungen mit einem Finite Elemente Modell (z.B. Programme Fe-Flow, ModFlow) vorgenommen werden. Eine genaue Auswahl der durchzuführenden Berechnungen und Darstellungen wird vorab mit den zuständigen Behörden abgestimmt.

5. ABSCHLIESSENDE BEWERTUNG

Mit Bezug auf die vorstehenden Ausführungen werden aus gutachterlicher Sicht nachfolgende Bewertungen zu den maßgebenden hydrogeologischen Faktoren gegeben.

- **Grubensümpfung:** Schon zum Zeitpunkt des aktiven Betriebs des Bergwerks Käfersteige gab es infolge der Sümpfung keine in den verwendeten Unterlagen dokumentierten negativen Auswirkungen auf die Würm. Dies betrifft in gleicher Weise auch die Absenkungen des Grundwassers im Umfeld der Grube Käfersteige infolge der Sümpfung. Auch hier gab es zum Zeitpunkt des aktiven Betriebs des Bergwerks Käfersteige keine in den verwendeten Unterlagen dokumentierten negativen Auswirkungen auf das Teil-Schutzgut Grundwasser (wie z.B. Trockenfallen von oberflächennahen Grundwasserleitern, negative Auswirkungen auf im weiteren Umfeld liegende Wasserschutzgebiete und Wassergewinnungsanlagen). Seinerzeitige Pegelmessungen zeigten nur eine Absenkung der Kluftgrundwässer im Buntsandstein im Nahbereich der Grube Käfersteige.

  Das Sümpfen der abgesoffenen Grubenbaue mit einer Fördermenge von 150 bis zu 200 l/s hat keine darüberhinausgehenden ungünstigen Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt. Die erhöhte Wassermenge beruht zunächst ja nur auf dem Leerpumpen der abgesoffenen Grubenbauten. Wenn die Grubenstandwässer abgepumpt sind, sollte die zufließende Wassermenge derjenigen der seinerzeitigen Sümpfungsmenge von ca. 75 l/s entsprechen. Die benannte Wiederinbetriebnahme der Grube Käfersteige führt nicht zu nachteiligen Auswirkungen auf das (Teil-) Schutzgut Grundwasser.

- **Einleitestelle:** Wie vorbeschrieben soll die Sümpfung der Grube Käfersteige über die Würmtalrampe vorgenommen werden, über die Einleitestelle, über die derzeit das Grubenwasser ab der Würmtalrampe in die Würm fließt. Eine hydraulische / hydrogeologische Veränderung gegenüber dem seinerzeitigen Zustand während des Betriebs ist nicht zu erwarten.

- **Wasserzutritte:** Nach den dokumentierten Untersuchungsergebnissen erfolgt der Zutritt des Grubenwassers mit > 90% durch das Kluftsystem (Grundwasser aus dem tiefen Kluftaquifer im Bausandstein und Anteilen von warmen Tiefenwasser aus der Tiefe) und zu < 10 % aus oberflächennahen Grundwasserleitern.

  Bei dem hohen Anteil an Tiefenwässern ist eine vorhabensbedingte Abnahme des Wasserdargebots, auch unter dem Aspekt Niederschlagsrückgang infolge Klimawandel nicht zu befürchten. Eine ggf. erforderliche Erhöhung der Eigenwasserversorgung der Stadt Pforzheim oder umliegender Gemeinden wird durch das Vorhaben nicht tangiert, da auch die tiefen Gewinnungsanlagen höher gelegene Aquifere des Oberen und Mittleren Buntsandsteins nutzen. Dies gilt auch unter Berücksichtigung des Masterplans Wasserversorgung BW [U 10].

Für das geplante Sümpfen der Grubenbaue bis zur 310 m Sohle ist eine Änderung der Zuflussanteile durch die geplante Sümpfung nicht zu erwarten. Erst mit einem Abbau unterhalb der 310 m Sohle ist ggf. eine stärkere Mobilisierung von mineralisiertem Tiefenwasser zu erwarten. Dann kann das Grubensümpfungswasser ggf. eine höhere Temperatur und Mineralisation aufweisen. Sollte dies eintreten, wird es durch das begleitende kontinuierliche Monitoring festgestellt werden können.

- **Wärmeeintrag:** Nach den vorliegenden Unterlagen und aktuellen Messungen hat das Grubenwasser eine Temperatur zwischen knapp 20°C und 25°C. Eine nennenswerte Temperaturänderung ist bei dem Wiederanfahren mit Wiederherstellung des historischen Zustandes aus Betriebszeiten aus hydrogeologischer Sicht nicht zu erwarten.

- **Immissionen**: Die Wiederaufnahme des Grubenbetriebes führen nach derzeitigem Planungsstand bezogen auf das Grundwasser nicht zu schädlichen Immissionen, z.B. infolge einer Verlagerung von Schadstoffen mit dem Grundwasser. Ein entsprechendes Schadstoffpotenzial ist beim Betrieb von Pumpen zur Sümpfung nach den bisherigen Messungen im seinerzeitigen Betrieb und aktuellen Messungen nicht vorhanden, da das hydraulische Gefälle sich zu dem Pumpensumpf hin einstellen wird.

ppa.

Dipl.- Geol. G. von Zezschwitz
(Senior Experte | Leiter KC Grundwasser)

Verteiler: - Deutsche Flussspat GmbH, Pforzheim, 1 x per Mail an <permit@deutsche-flussspat.de>; <geerdts@deutsche-flussspat.de>

- Arguplan GmbH, Herr Fugmann, 1 x per Mail an <fugmann@arguplan.de>

- Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x