

Hydrogeologie von Grubenwässern des ehemaligen Steinkohlenbergbaus in Rheinland-Pfalz

GEORG H.E. WIEBER, ROGER LANG & MARION MAYS

Zusammenfassung: Die oberkarbonischen Steinkohlenlagerstätten des Westfaliums und Stefaniums im Saarland reichen bis nach Rheinland-Pfalz. Dort sind jedoch nur noch Kohlenvorkommen des obersten Oberkarbons (Breitenbach-Formation) aufgeschlossen. Der Großteil der rheinland-pfälzischen Steinkohlengruben baute auf Flözen des Rotliegenden (Glan-Subgruppe). Diese besaßen wirtschaftlich eine geringe Bedeutung und wurden meist nur zu Zeiten der Energiearmut abgebaut. Daher entstanden untertägige Bergwerke mit oft nur relativ geringer Ausdehnung und dementsprechend geringem Volumen über Röschen gefasster und abfließender Grubenwässer. Zwar kommt es in einigen Grubenwässern zu Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellenwerte der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser und erhöhten Sulfatgehalten, die auf die Pyritoxidation zurückzuführen sind, schädliche Beeinträchtigungen der Oberflächengewässergüte lassen sich jedoch daraus nicht ableiten.

Abstract: The Upper Carboniferous hard coal deposits of the Saarland extend into the southwestern part of Rhineland-Palatinate, where coal seams of the uppermost Carboniferous (Breitenbach-Formation) are outcropping. The major part of the reachable coal deposits of Rhineland-Palatinate is of Lower Permian age (Glan Subgroup). These were of little economic importance by modern standards and only mined in times of energy poverty. Accordingly, only underground mines of relatively small extent and correspondingly small volume of mine waters captured and drained via florets were present. Although some of the mine waters exceed the low threshold values of the Federal State Working Group on Water (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) and have elevated sulfate contents due to pyrite oxidation, no harmful effects on surface water quality can be inferred from this.

1. Einleitung

Aktuell werden derzeit die Abschlussbetriebsplanverfahren für die Steinkohlenbergwerke in Nordrhein-Westfalen und dem Saarland durchgeführt. Dabei werden auch die Flutungsniveaus und die hydrochemische Beschaffenheit der Grubenwässer in den Fokus gestellt.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Grubenwässern kleinerer Steinkohlenvorkommen der Nordwestpfalz. Neben vier ehemals bedeutenderen Steinkohlenbergwerken, die auf der rheinland-pfälzischen Seite Kohlen des Karbons abbauten (bei Breitenbach, Altenkirchen, Steinbach am Glan und Brücken; RUTH 2000), wurden an der Nahe und im Nordpfälzer Bergland im Gebiet von Meisenheim bis südlich Kusel Steinkohlen des Rotliegenden gewonnen (LGB 2005). Die Kohlenflöze besaßen nur eine geringe Mächtigkeit, der Bergbau wurde daher bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts eingestellt, zuletzt die Gruben "Labach" 1953 und "Maria" 1959 (ROSENBERGER 1971, ZIMMER 1998). Nach Einstellung des Bergbaus wurden die Wasserhaltungen aufgegeben und die ehemaligen Bergwerke entwässern im freien Gefälle in die angrenzenden Vorfluter.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Grubenwässer ausgewählter ehemaliger Steinkohlengruben in Rheinland-Pfalz beprobt, hydrochemisch analysiert und interpretiert.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erfassung der ehemaligen Steinkohlenbergwerke fanden eine Literatur- und Aktenrecherche sowie eine Auswertung eines digitalen Geländemodells (DGM) basierend auf LiDAR-Daten und ergänzt durch Geländebegehungen statt. In einem ersten Schritt wurden die "alte" bayerische Mutungsübersichtskarte (Abb. 1) sowie die Literatur (v.a. KLUDING 1923, ROSENBERGER 1971 und RUTH 2000) gesichtet. Hinzu kam die Auswertung von Grubenrissen und speziell abgeleiteter LiDAR-Daten (Neigung) unter Mithilfe von RALF KAUTH (Meisenheim), der vor allem bei der Lokalisierung der Tagesöffnungen seine langjährige Erfahrung und Ortskenntnis einbrachte. Darauf basierend fanden erste Begehungen und Probenahmen an wasserführenden Stollen im Rahmen einer Masterarbeit an der JGU Mainz statt (MÜLLER 2021). Eine zweite Probenahmekampagne durch Mitarbeiter des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB) vervollständigte das Analysenprogramm. Die hydrochemische Analytik erfolgte im Labor des Landesamtes.

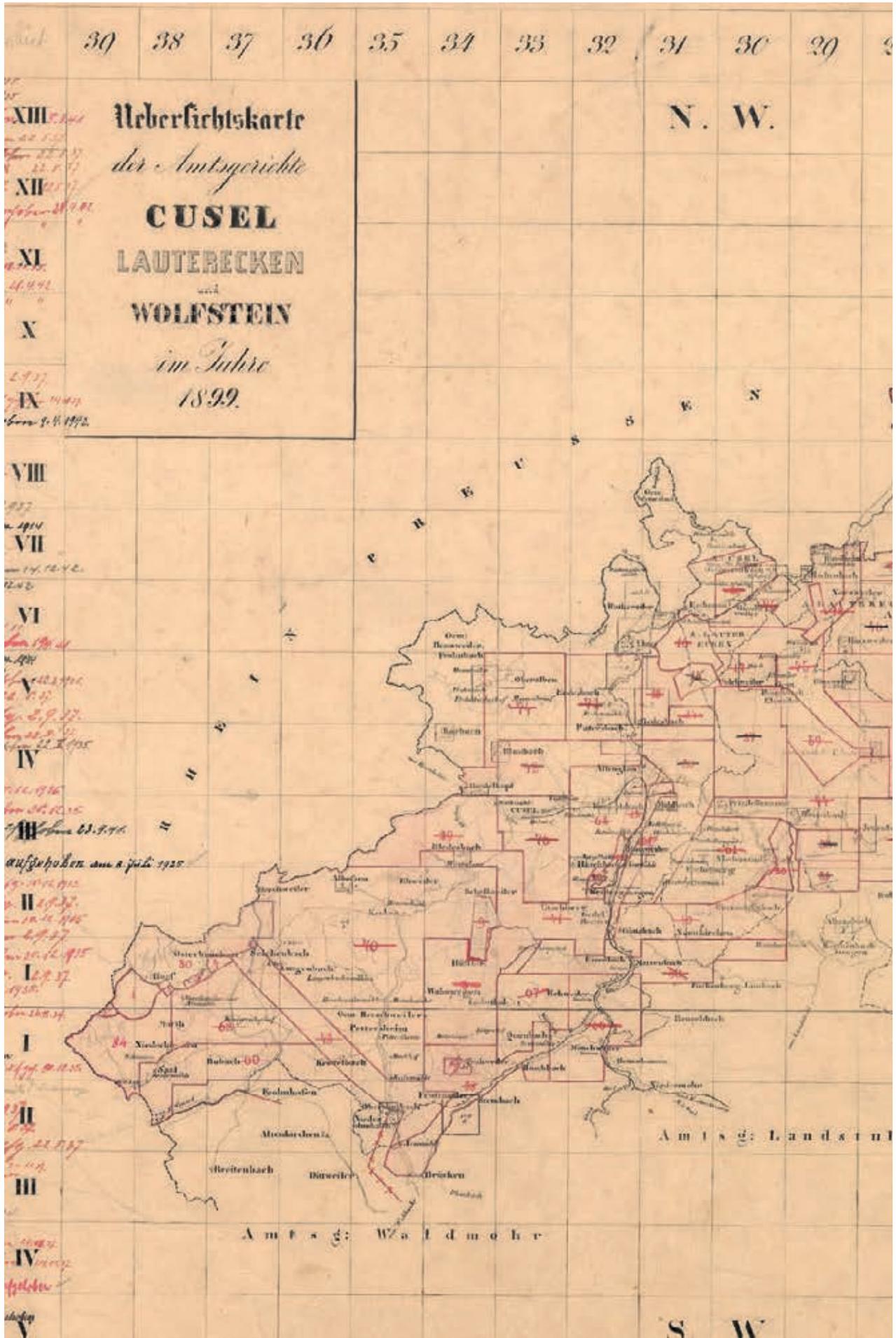
3. Geologische Verhältnisse

Das Saarkarbon mit seinen ehemals bedeutenden Steinkohlenlagerstätten, regionalgeologisch Teil des Saar-Nahe-Beckens, setzt sich auch nach Rheinland-Pfalz fort. In der Saarpfalz wurden in den grenznahen Bergwerken Frankenholz und Consolidiertes Nordfeld, deren Abbaubereiche teilweise in das heutige Rheinland-Pfalz reichten, Kohlen dieser Lagerstätte gewonnen (RUTH 2000). Das kohlenführende Oberkarbon an der Saar hat eine Mächtigkeit von ca. 3.500 m mit insgesamt 567 eingelagerten Steinkohlenflözen, wobei die Flözmächtigkeiten zwischen wenigen Zentimetern und mehreren Metern betragen. Die stärkste Kohlenführung enthalten die Schichten des Westfaliums C und D. Die Gesamtmächtigkeiten der Kohlen addieren sich auf ca. 130 m (RUTH 2000). Außerdem wurden auch im Saarland in zahlreichen kleinen Bergwerken Flöze der Glan-Subgruppe abgebaut, die allerdings keine wirtschaftliche Bedeutung besaßen (RUTH 2000).

Die Steinkohlenvorkommen des Nordpfälzer Berglandes sind im südwestlichen Bereich nahe der Landesgrenze stratigraphisch dem obersten Oberkarbon (Stefanium, Breitenbach-Formation) zuzuordnen, nach Nordosten und Osten gehören sie dem Rotliegenden (Glan-Subgruppe) an (ROSENBERGER 1971, LGB 2005). Sie liegen hauptsächlich im Bereich des Pfälzer Hauptsattels und werden im (Süd-)Osten etwa durch die Linie Bexbach–Kirchheimbolanden–Bad Kreuznach begrenzt. Im Norden und Nordwesten liegt die Verbreitungsgrenze mehr oder weniger an der Grenze zum Devon des Hunsrücks, wo einzelne Vorkommen in Rotliegendensedimenten bekannt sind (z.B. bei Kirn und Argenschwang). Abgebaut wurden das Breitenbach-Flöz (Karbon) sowie verschiedene kleine Flöze innerhalb der Glan-Subgruppe (Perm).

Das Breitenbach-Flöz, auch "Grenzkohlenflöz" oder "Hausbrandflöz" genannt, liegt in der Schichtenfolge mehrerer Hundert Meter über den "Saarflözen". Die Mächtigkeit beträgt in der Regel 15 bis 30 cm und sein Verlauf ist nicht regelmäßig. Durch synsedimentäre Senkungsprozesse und dadurch höhere Akkumulation werden lokal Mächtigkeiten von zwei Metern erreicht (RUTH 2000), normalerweise übersteigt sie jedoch nur selten einen Meter (LGB 2005). Die Qualität der Kohle wird als "gute Hausbrandkohle" bezeichnet, da sie "nicht rußt und sehr lange das Feuer hält" (RUTH 2000).

Abb. 1 (rechts): Ausschnitt einer Übersichtskarte der Steinkohlegrubenfelder in den Amtsgerichten Kusel, Lauterecken und Wolfstein im Jahr 1899 (Archiv LGB).



Das wichtigste Flöz innerhalb der Glan-Subgruppe ist das Odenbach-Flöz in der Lauterecken-Formation. Es weist Mächtigkeiten von 12 bis 15 cm, lokal bis 30 cm auf und wird auch als Odenbach Kalk-Kohlenflöz bezeichnet (RUTH 2000, HANEKE 2013). Im Hangenden ist eine Karbonat-Bank von 20 bis 30 cm Mächtigkeit verbreitet, die in dieser Region häufig zur Herstellung von Branntkalk abgebaut wurde. Die Steinkohle stellte als geeignetes Brennmaterial ein "angenehmes Nebenprodukt" dar (RUTH 2000). Gleichwohl war der Heizwert der Kohle gering und der Aschegehalt hoch.

Im Hangenden des Odernheim-Flözes sind in Sedimente der Meisenheim-Formation (Rotliegendes, Glan-Subgruppe) gebietsweise zwei bis drei Kohlenflöze eingeschaltet, die sogenannten "Hoof-Kohlenflöze". Sie besaßen allerdings nur eine geringe wirtschaftliche Bedeutung und sind bislang nicht hinreichend untersucht. Die früher übliche stratigraphische Einstufung der Vorkommen rund um den Donnersberg bei Imsbach und Marienthal zu diesen Flözen ist überholt, in neueren geologischen Karten werden diese der Quirnbach-/Lauterecken-Formation zugeordnet und entsprechen dem Odenbach-Flöz (HANEKE & LORENZ 2000, HANEKE 2018).

Der Bergbau wurde wegen der geringen Bedeutung bereits früh eingestellt. Die Gruben in den Vorkommen der Glan-Subgruppe erreichten ohnehin nur lokale Bedeutung und dienten überwiegend als Brennstoff für die zahlreichen Kalköfen sowie als schlechter Hausbrand. Lediglich in den Steinkohlenbergwerken auf dem oberkarbonen Breitenbacher Flöz ging ausgiebigerer

Bergbau um. So ist der Bergbau auf die Hausbrandkohlen bei Altenkirchen und Breitenbach bereits seit der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts belegt. 1953 wurde der Abbau auf der Grube Labach bei Breitenbach und 1959 auf der Grube Maria in Steinbach am Glan als letzte der rheinland-pfälzischen Steinkohlengruben endgültig beendet (ZIMMER 1998).

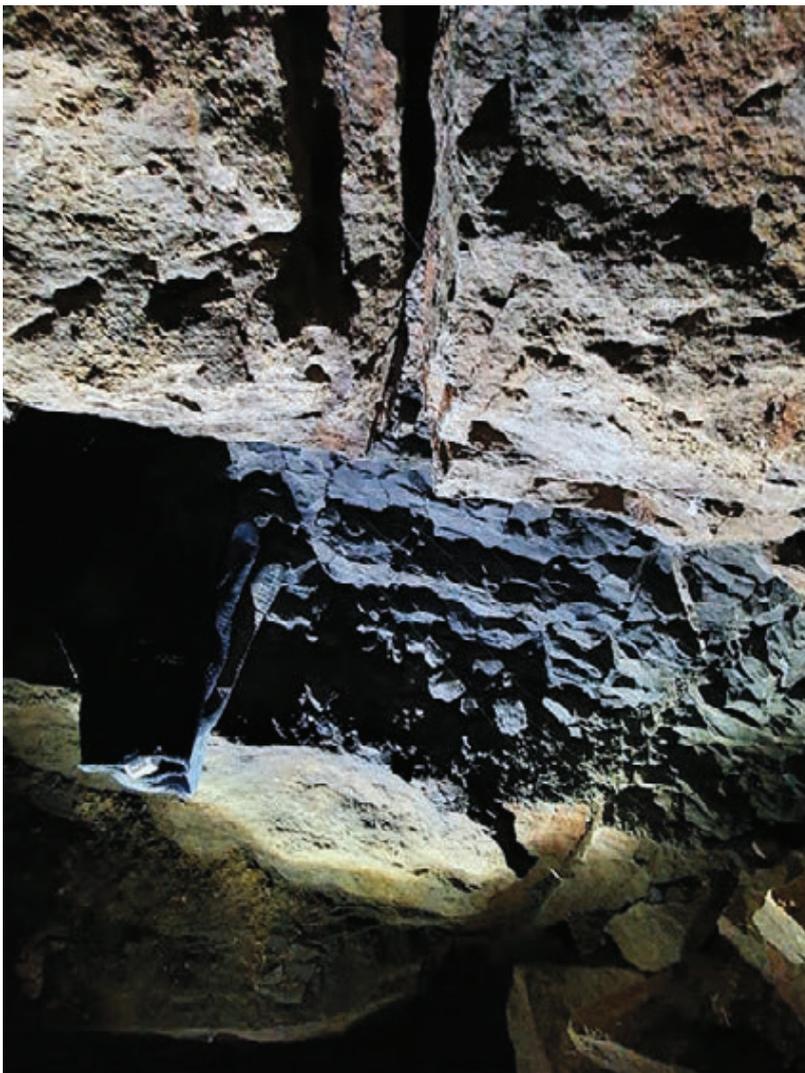


Abb. 2: Aufschluss eines Steinkohlenflözes ("Schieferkohle") in der Lauterecken-Formation, Glan-Subgruppe. Mächtigkeit ca. 0,30 m (Foto: G. WIEBER).

4. Beprobte Vorkommen

Zunächst wurden von MÜLLER (2021) Ortsbegehungen zur Erfassung von Wasseraustritten aus den Tagesöffnungen durchgeführt. Dabei wurden neun wasserführende Stollen ausgewählt, aus denen zehn Wasserproben entnommen wurden. Im Einzelnen handelt es sich um die Probenahmestellen:

- Reiffelbach (zwei Probenahmelokalitäten): Grube **An der Pfarrwiese**
- Rathskirchen: Grube **Sulzbach**
- Imsbach: Grube **Ernst**, Eugen-Stollen
- Rockenhausen (Mariantal): Grube **Philippszeche**, Tiefer Stollen
- Wolfstein: Grube **St. Michael**
- St. Julian – Obereisenbach: Grube **Fixstern**
- Schiersfeld: Grube **Reitz(en)graben**
- Offenbach – Hundheim: Grube **Am Geis(en)graben**
- Theisbergstegen: Grube **(Neu-)Kleeb**

BOCKHARDT (1974) und MÜLLER (2021) machen einige Angaben zu den vorgenannten Steinkohlengruben (Nr. gemäß BOCKHARDT 1974):

Die Konzession **Hollerbach** weist in der alten bayerischen Mutungsübersichtskarte (Abb. 1) zwei kleinere Felder südlich des Ortes Reiffelbach auf. In diesem Mutungsfeld werden sie als **Hollerbach** und **Hollerbach I** benannt. Das Streichen- und Streichwerte werden mit 126°/Fallen 6° NE und 120°/8° NE angegeben. In dem Feld wird ein "Melaphyrgang" beschrieben, der das Flöz abschneidet. Gemäß BOCKHARDT (1974) handelt es sich bei der untersuchten Grube aber um die Grube **An der Pfarrwiese**, die ebenfalls am Reiffelbach direkt angrenzend an die Grube **Hollerbach** liegt und zeitweise mit ihr gemeinsam betrieben wurde (Abb. 3). Der Förderstollen am Bachlauf ist heute noch erkennbar.

Grube **Sulzbach** bei Rathskirchen (57): Flözmächtigkeit 0,17 m incl. 0,03 m Schramkohle, 3 Hauptstollen. Streichen 55°, Fallen 11° SE.

Grube **St. Michael** bei Wolfstein: BOCKHARDT (1974) beschreibt eine Michaelsgrube, deren Konzession im Jahre 1772 erteilt wurde. Die Mächtigkeit des Steinkohlenflözes betrug 0,20-0,28 m, Streichen 7,6 hora, Fallen 25-32°, drei Stollen.

Grube **Am Geisengraben** (42): Streichen/Fallen 86°/5° NW, zwei Flöze: Nerzweiler- und Fuchswiesenflöz, ein Stollen

Grube **(Neu-)Kleeb**: Streichen 165° - 191°, Fallen 23° - 19° SW, Mächtigkeit 0,25 – 0,28 m, drei Stollen, häufige Sprünge (Verwerfungen), viel Schwefelkies (Pyrit/Markasit). In der Grube musste eine Wasserhaltung betrieben werden, die zunächst mittels Karren erfolgte. Später erfolgte der Einbau von Pumpen (BOCKHARDT, 1974).

Die Steinkohlenvorkommen der genannten Gruben gehören alle in die Lauterecken-Formation.

Die Gruben **Ernst** und **Phillipszeche** befinden sich am Donnersberg und bauten gemäß der aktuellen Geologischen Karten 1:25.000 auf dem Odenbach-Flöz in der Lauterecken-Formation, in

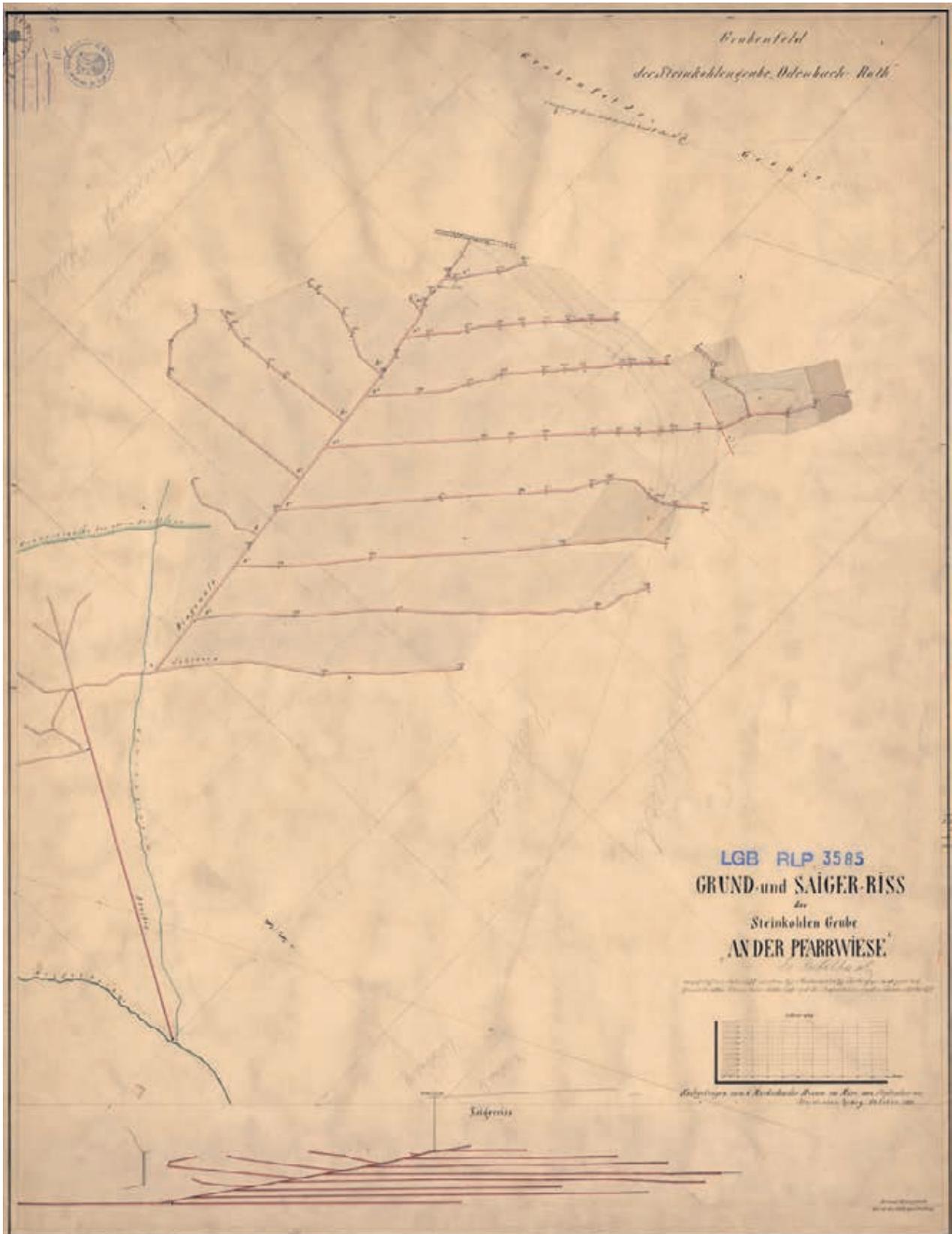


Abb. 3: Grubenriss des ehemaligen Steinkohlenbergwerks "Auf der Pfarrwiese" südlich von Reiffelbach am gleichnamigen Gewässer gelegen. Laut der mit Bleistift eingetragenen Notizen lag das Bergwerk überwiegend im Grubenfeld Hollerbach III. Wie aus dem unten dargestellten Saigerriss zu erkennen ist, liegen die Abbaustrecken alle im Niveau oberhalb des Stollens, der im Reiffelbachtal mündet. Damit entwässert das Grubengebäude vollständig dorthin. Die Bewetterung wurde über ein Wetterbohrloch gewährleistet, welches ebenfalls im Grubenriss eingetragen ist (Archiv LGB).

früheren Publikationen werden sie auch in die "Hoofer Schichten" gestellt. Mit der Intrusion des Donnersberg-Rhyolithdoms wurden die umgebenden Gesteine mit hochgeschleppt und steilgestellt. Dadurch fallen die Kohleflöze z.T. steil ein (65° - 70°) und erreichen lokal größere Mächtigkeiten, die allerdings im weiteren Verlauf nicht anhielten (Bergamtsunterlagen vom 8.6.1935).

Grube **Ernst** bei Imsbach (52): Flözmächtigkeit i.d.R. 0,10 bis 0,12 m, lokal flözartige Vorkommen mit Mächtigkeiten bis 3,5 m, Streichen 4 h, Fallen 60° SE. Entwässerungsstollen: Eugen-Stollen. Zum Eugen-Stollen liegen detaillierte Angaben aus dem frühen 20. Jahrhundert vor (ARCHIV PFÄLZISCHES BERGBAUMUSEUM IMSBACH, vgl. auch Abb. 5, S. 228). Demnach war die Entdeckung der dortigen Kohlenvorkommen ein "Versehen". Die Gewerkschaft "Pfalzkupfer" hatte 1908 an der Südseite des Kupferberges nördlich von Imsbach, direkt an der Trasse der zur Erzlaugerei der Imsbacher Kupfergruben führenden Feldbahn, den Stollen anfahren lassen. Er sollte zur Erschließung und Bewetterung der Grube "Grauer Hecht" sowie zum Abtransport der darin anstehenden Erze dienen. Nach 360 Metern traf man im Berg überraschend auf Sedimentgesteine mit einem Kohlenflöz. Eugen Abresch, Unternehmer aus Neustadt/Wstr. und Mehrheitseigentümer der Gewerkschaft "Pfalzkupfer", sicherte sich sogleich die Gewinnungsrechte an dem vermeintlich reichen Kohlenvorkommen. 1920 wurde sogar unter seiner Führung eine Gewerkschaft "Ernst" gegründet. Anfänglich wurden tatsächlich Kohlen aus dem Kupferberg gefördert. Sie waren jedoch auf Grund ihrer schlechten Qualität weitgehend unverkäuflich und lagerten vor dem Bergwerk auf Halde. Bereits 1921 wurde der Kohlenbergbau endgültig wieder eingestellt.

Grube **Philippszeche** (30) beim Mordkammerhof südlich von Marienthal: ein Stollen, schiefrige Kohle. Die Grube weist einen Förder- sowie zwei Tagschächte und einen Tiefen Stollen auf (MÜLLER 2021). Die Kohle war von schlechter Qualität (ROSENBERGER 1971). Das Flöz besteht aus mehreren durch Schiefermittel (Tonstein) getrennten Bänken, von denen meist das mittlere mit einer Mächtigkeit von 0,13 m bis 0,15 m gewonnen wurde (BOCKHARDT 1974). Die (Schiefer-)Kohle wurde wegen ihrer geringen Qualität überwiegend zum Brennen von Kalk verwandt. Letzte Arbeiten fanden in den frühen 1920er Jahren statt. Neben dem Wasserauslauf am Tiefen Stollen zeugt heute noch die deutlich im Gelände sichtbare Pinge des Förderschachts mit Halde (Abb. 4) vom ehemaligen Bergbau.

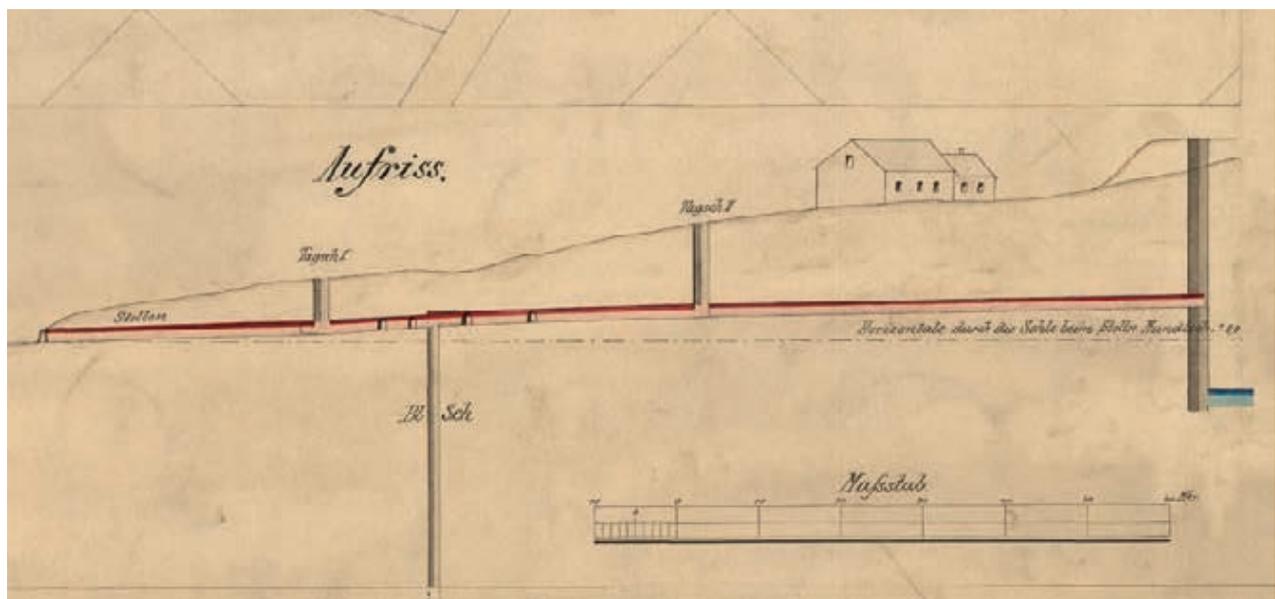


Abb. 4: Saigerriss der Grube "Philippszeche" beim Mordkammerhof (Archiv LGB).

Abb. 5 (links): Saiger- und Grundriss des Eugen-Stollens bei Imsbach aus dem Jahr 1908. Die Skizze zeigt eindrücklich, wie die geologische Situation seinerzeit angetroffen wurde. Nachdem Rhyolithkonglomerat und Rhyolith durchörtert waren, traf man auf Sedimente der Lauterecken-Formation, die als "Melaphyr bzw. zersetzter Sandstein" und "Schiefer" bezeichnet werden. Das Kohlenflöz ist schwarz dargestellt, die durch Schleppung infolge der Intrusion des Donnersberg-Rhyolithdoms erfolgte Steilstellung der Schichten wird ersichtlich (ARCHIV PFÄLZISCHES BERGBAUMUSEUM)

Die Flöze all dieser Gruben traten meist an den Berghängen zutage und wurden unter Tage über Stollen mit meist geringer First- und Pfeilerhöhe aufgeschlossen und abgebaut. Das taube Gestein bestand aus relativ weichen Sedimentgesteinen (FALK 1975). Die Aus- und Vorrückung der Flöze erfolgte über Stollen und Diagonal-Förderstrecken (BOCKHARDT 1974). Die Abbaumethode war meist streichender, seltener diagonaler Strebbau. Bei der Betrachtung der vorliegenden Grubenrisse wird deutlich, dass bei einem nicht unbedeutenden Teil der Gruben die Förderstollen mit dem Flöz in den Berg hinein einfallen. Dies bedeutete dann die Notwendigkeit einer aktiven Wasserhaltung, um ein Absaufen der Gruben während des Betriebs zu verhindern und trug mit Sicherheit nicht zu einer Wirtschaftlichkeit der ohnehin durch vergleichsweise schlechte Kohlenqualität geplagten Betriebe bei.

Nach Einstellung des Bergbaus erfolgte keine weitere bergrechtliche Überwachung der Grubenbaue. Die Stollenmundlöcher sind teilweise durch natürliche Vorgänge verbrochen oder gezielt verschlossen. Die erhaltenen Stollen haben heute wichtige Naturschutzfunktionen und dienen häufig Fledermäusen und anderen geschützten Tieren als Unterschlupf oder Winterquartier.

Die Grubenwässer treten über die (nur wenigen) Tiefen- bzw. Entwässerungsstollen, z.T. über Röschen gefasst oder diffus, zu Tage und fließen den angrenzenden Vorflutern zu.

5. Beprobung, Vor-Ort-Parameter und hydrochemische Zusammensetzung

Die Probenahmen fanden am Auslauf des jeweiligen Stollenmundloches unter Messung der Vor-Ort-Parameter und der Schüttung statt (Abb. 6). Daneben wurden die Säurekapazität bis pH 4,3 und die Basenkapazität bis pH 8,2 titriert. Lediglich bei der Grube "An der Pfarrwiese" wurde eine zweite Lokalität eines stärkeren Wasseraustritts ca. 50 m bergwärts unter Tage durchgeführt. Die Beprobungen erfolgten im Oktober 2020 sowie bei ausgewählten Stollen am 11.05.2021. Die Wasserproben wurden im chemischen Labor des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz analysiert.

Bei den Probenahmen wurden in der Regel keine bis nur sehr schwache Trübungen sowie keine Verfärbungen und kein Bodensatz festgestellt. Die Schüttungen zum Zeitpunkt der Probenahmen waren gering ($<< 1$ L/s), z.T. nicht messbar. Bei den Gruben "St. Michael", "Fixstern" und "Am Geisengraben" (Tab. 1) wurden unterhalb der Vernässungen händisch flache Drainagegräben angelegt, um austretende Grubenwässer überhaupt repräsentativ fassen zu können. Die Schüttungen waren jeweils sehr gering und kaum messbar.

Die pH-Werte liegen überwiegend im alkalischen bis (seltener) neutralen Bereich (Tab. 1). Die elektrische Leitfähigkeit ist gering (279 bis 1249 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Die bestimmten Redox-Potentiale reichen von 155 mV bis 307 mV. Die Sauerstoffkonzentrationen betragen generell $> 9,0$ mg/L. Die Wassertemperaturen reichen von 9,5°C bis 12,8°C, wobei ein Ausreißer mit 7,6°C bestimmt wurde.



Abb. 6: Probenahme und Bestimmung der Vor-Ort-Parameter bei Rathskirchen (Foto: R. LANG).

Tab. 1: Vor-Ort-Parameter von Grubenwässern des ehemaligen Steinkohlenbergbaus.

| Name der Grube | Datum Probenahme | Schüttung (l/s) | pH | Elektr. Lf. ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | Redoxpotential (mV) | Sauerstoff (mg/l) | Temp. ($^{\circ}\text{C}$) |
|-------------------|------------------|-----------------|------|---|---------------------|-------------------|------------------------------|
| An der Pfarrwiese | 05.10.20 | - | 7,85 | 1249 | 262 | 10,4 | 11,3 |
| An der Pfarrwiese | 05.10.20 | - | 7,41 | 726 | 264 | 10,4 | 10,7 |
| An der Pfarrwiese | 11.05.21 | - | 7,76 | 899 | 216 | 10,7 | 9,50 |
| Sulzbach | 05.10.20 | k.A. | 7,79 | 911 | 265 | 9,4 | 10,7 |
| Sulzbach | 11.05.21 | 0,2 | 7,61 | 682 | 254 | 9,75 | 9,90 |
| Ernst | 05.10.20 | k.A. | 7,72 | 614 | 260 | 9,5 | 11,3 |
| Ernst | 11.05.21 | 0,1 | 7,69 | 592 | 292 | 9,03 | 10,5 |
| Philippszeche | 05.10.20 | k.A. | 6,87 | 339 | 230 | 7,13 | 12,3 |
| Philippszeche | 11.05.21 | 0,05 | 6,86 | 279 | 307 | 9,12 | 7,6 |
| St. Michael | 05.10.20 | diffus*) | 7,63 | 1087 | 269 | 9,65 | 11,4 |
| Fixstern | 05.10.20 | diffus*) | 8,30 | 624 | 268 | 10,1 | 12,0 |
| Reitzengraben | 05.10.20 | diffus*) | 8,20 | 1021 | 252 | 9,9 | 12,8 |
| Reitzengraben | 11.05.21 | ca.0,02 | 7,82 | 940 | 222 | 10,3 | 10,1 |
| Am Geisengraben | 05.10.20 | k.A. | 7,88 | 944 | 207 | 10,27 | 10,9 |
| (Neu-)Kleeb | 05.10.20 | k.A. | 8,27 | 634 | 155 | 11,8 | 11,1 |

*) : Wasserfassung für die Probenahme über eine selbst angelegte Drainage

Die hydrochemische Zusammensetzung (Hauptkationen und –anionen) ist in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tab. 2: Hydrochemische Beschaffenheit von Grubenwässern des ehemaligen Steinkohlenbergbaus (Hauptkationen und –anionen).

| Lokalität | K | Na | Mg | Ca | HCO ₃ | NO ₃ | Cl | SO ₄ |
|-------------------------|------|------|------|------|------------------|-----------------|-------|-----------------|
| Grube An der Pfarrwiese | 4,53 | 25,1 | 60,9 | 173 | 340 | 13,3 | 19,7 | 412 |
| Grube An der Pfarrwiese | 3,25 | 12,8 | 17,1 | 129 | 384 | 24,5 | 25,26 | 46,9 |
| Grube An der Pfarrwiese | 3,48 | 17,3 | 35,2 | 129 | 264 | 18,5 | 18,6 | 201 |
| Grube Sulzbach | 5,25 | 17,6 | 34,6 | 123 | 295 | 8,48 | 14,17 | 195 |
| Grube Sulzbach | 5,24 | 15,6 | 30,4 | 112 | 248 | 19,1 | 15,5 | 169 |
| Grube Ernst | 2,95 | 7,83 | 36,4 | 76,9 | 352 | 17,8 | 7,38 | 31,4 |
| Grube Ernst | 2,43 | 7,95 | 35,7 | 71,2 | 333 | 18,7 | 6,72 | 28,3 |
| Grube Phillipszeche | 9,56 | 11,3 | 13,6 | 31,4 | 168 | 0,35 | 9,99 | 25,0 |
| Grube Phillipszeche | 7,99 | 9,2 | 10,7 | 20,7 | 132 | 0,17 | 8,26 | 26,2 |
| Grube St. Michael | 5,02 | 17,6 | 66,1 | 136 | 247 | 8,01 | 12,46 | 388 |
| Grube Fixstern | 2,41 | 13,3 | 25,5 | 77,2 | 386 | 9,31 | 6,96 | 22,2 |
| Grube Reitzengraben | 5,04 | 19,1 | 55,7 | 142 | 436 | 30,3 | 31,72 | 144 |
| Grube Reitzengraben | 4,27 | 18 | 49,8 | 123 | 384 | 34,5 | 26,3 | 122 |
| Grube Am Geisengraben | 4,73 | 13,8 | 64,8 | 85,8 | 441 | 8,9 | 9,98 | 173 |
| Grube (Neu-)Kleeb | 6,49 | 8,7 | 19,8 | 33 | 396 | 2,64 | 8,48 | 17,5 |

Spurenelemente

Neben der Bestimmung der Hauptkationen und -anionen beinhaltet die chemische Analytik auch die Spurenelemente. Die Konzentrationen lagen meistens unterhalb oder im Bereich der Nachweisgrenze. Auch die Gehalte an Eisen und Mangan, der umweltrelevanten Metalle sowie von Arsen lagen nur in geringen Konzentrationen vor.

6. Auswertungen

Die analysierten Grubenwässer weisen alkalische bis neutrale pH-Werte und nur eine geringe Mineralisation von 10 bis 30 mmol(eq)/L (Abb. 7) auf. Die Kationen werden durch die Erdalkalien dominiert (>75 eq-%), wobei die Calcium-Anteile i.d.R. über denen an Magnesium liegen (Abb. 7, 8). Ausnahmen stellen die Wässer der Gruben "Am Geisengraben" und "(Neu-)Kleeb" dar. Die Anteile der Alkalien liegen meist unter 10 eq-%, wobei hier die Wässer der Gruben "Phillipszeche" (22 bzw. 24 eq-%) und "(Neu-)Kleeb" (14 eq-%) höhere Gehalte aufweisen.

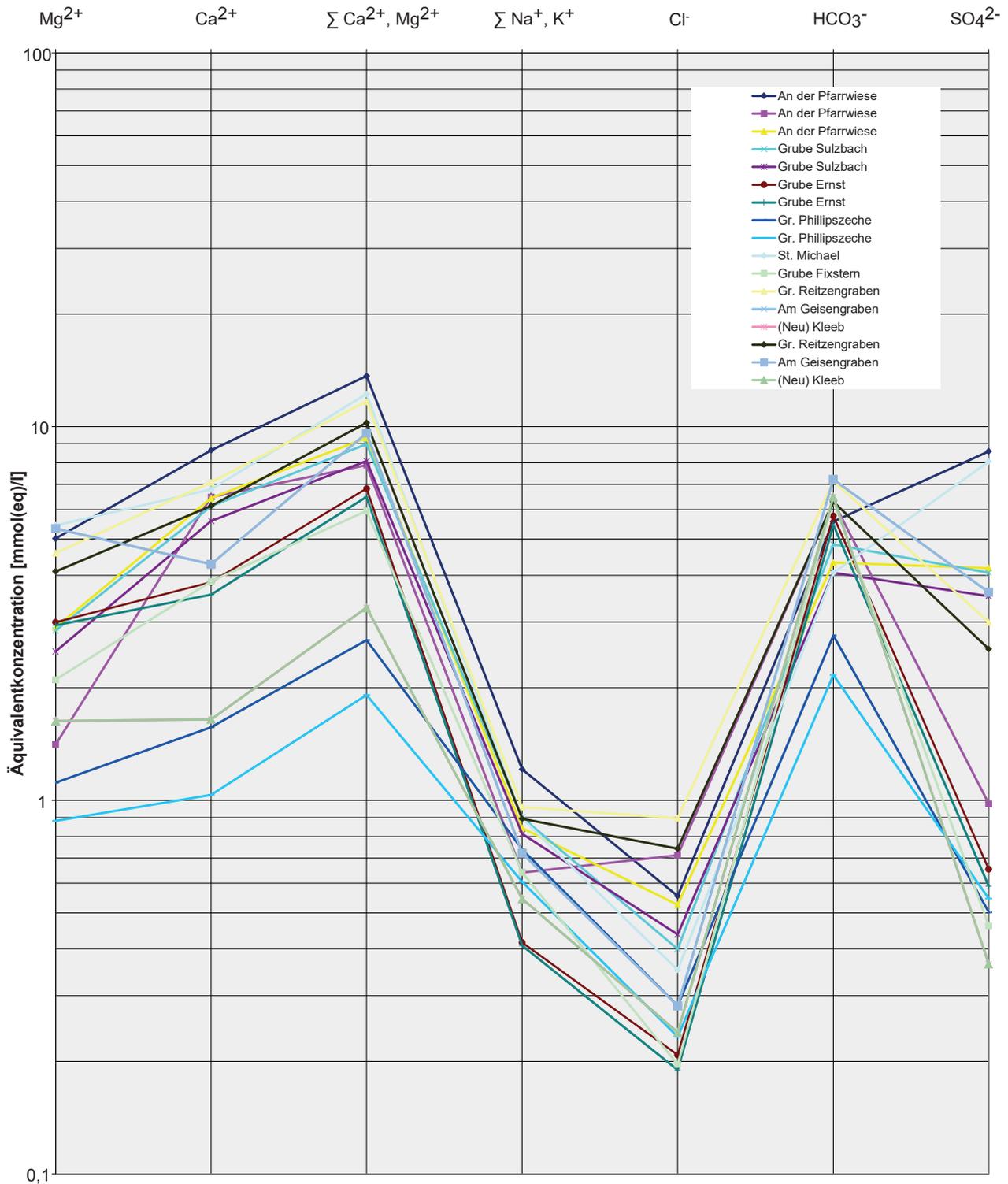


Abb. 7: SCHOELLER-Diagramm von Grubenwässern des Steinkohlenbergbaus in der Pfalz.

Bei den Anteilen der Anionen zeigen sich größere Unterschiede (Abb. 8). Meist werden die Anionen durch Hydrogencarbonat dominiert. Ausnahmen stellen die Wässer der Bergwerke "An der Pfarrwiese" sowie "St. Michael" dar. Hier liegen die Anteile von Sulfat in der gleichen Größenordnung wie Hydrogencarbonat (um 40 eq-%) oder z.T. darüber (>50 eq-%). Ein analysierter Sickerwasseraustritt in der Grube "An der Pfarrwiese" in der Nähe des Stollenmundloches weist aber gegenüber den eingestauten Grubenwässern eine deutliche Dominanz von Hydrogencarbonat auf (Abb. 8).

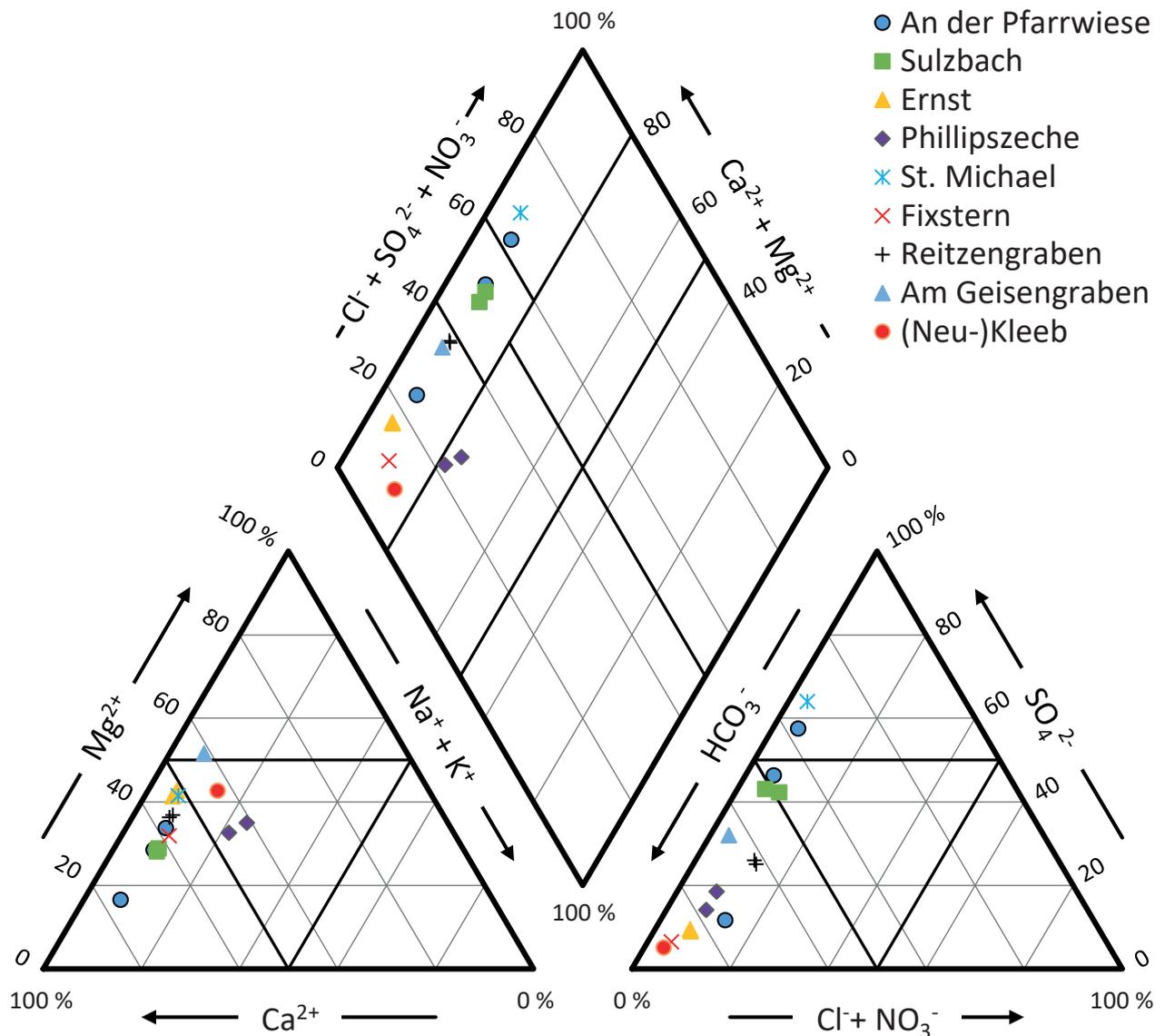


Abb. 8: PIPER-Diagramm von Grubenwässern des Steinkohlenbergbaus in der Pfalz.

Zur hydrochemischen Beurteilung wurden von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, 2004, 2016) die sogenannten Geringfügigkeitsschwellenwerte abgeleitet (Tab. 3). Die Geringfügigkeitsschwelle wird als Maßstab verwendet, bis zu welchen Stoffkonzentrationen anthropogene, räumlich begrenzte Änderungen der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers als geringfügig einzustufen sind und ab welcher Konzentration eine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit des Grundwassers vorliegt. Die untersuchten Spurenelemente liegen überwiegend nur in geringen Konzentrationen vor. Die Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2004, 2016) werden – abgesehen von wenigen Parametern bei Einzelproben – eingehalten (Tab. 3). Die festgestellten Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellenwerte bewegen sich auf einem moderaten Niveau.

Die höchsten Urangelhalte wurden in den Wässern der Grube Ernst mit gemessen. In den Wässern aus den Tiefen Stollen der Gruben "Ernst" und "Sulzbach" wurden die Schwellenwerte für Arsen mit max. $12,7 \mu\text{g/l}$ überschritten. Ebenso wurden beim Parameter Nickel in der Grube Ernst mit $50 \mu\text{g/l}$ erhöhte Konzentrationen bestimmt. Weitere geringe Überschreitungen des GFS-Wertes von Nickel ($7 \mu\text{g/l}$) liegen bei den Probennahmestellen der Gruben "An der Pfarrwiese", "Phil-

lipszeche" und "St. Michael" mit jeweils 10 µg/l vor. Leicht erhöhte Quecksilbergehalte wurden bei den Grubenwasseranalysen der Gruben "Ernst", "Sulzbach" und "Phillipszeche" mit 2,0 bzw. 5,0 µg/l vorgefunden. Schließlich werden in der Analyse des Grubenwassers "Phillipszeche" die Anforderungen an Zink gerade eben überschritten (Messwert: 63 µg/l; GFS 60 µg/l).

Tab. 3: Geringfügigkeitsschwellenwerte (LAWA, 2016) und gemessene Überschreitungen.

| Elemente/Verbindungen | GFS (µg/L) | Messwerte (µg/l) |
|---------------------------|------------|---|
| Antimon | 5 | |
| Arsen | 3,2 | 12,7 (zwei Analysen) |
| Barium | 175 | |
| Blei | 1,2 | |
| Bor | 180 | |
| Cadmium | 0,3 | |
| Chrom | 3,4 | |
| Kobalt | 2,0 | |
| Kupfer | 5,4 | |
| Molybdän | 35 | |
| Nickel | 7 | 50 (eine Analyse), 10 (drei Analysen) |
| Quecksilber | 0,1 | 5,0 (eine Analyse), 2,0 (zwei Analysen) |
| Selen | 3 | |
| Thallium | 0,2 | |
| Vanadium | 4 | |
| Zink | 60 | 63 (eine Analyse) |
| Chlorid | 250 mg/l | |
| Cyanid leicht freisetzbar | 10/50 | |
| Fluorid | 900 | |
| Sulfat | 250 mg/l | 413 (eine Analyse) |

Auffallend ist, dass bei den Grubenwässern aus dem Umfeld des Donnersberges (Gruben "Ernst" und "Phillipszeche") erhöhte Gehalte bei mehreren Parametern festzustellen sind (Kupfer, Quecksilber, Arsen, Nickel, Uran). Diese sind geogen bedingt, da im Umkreis des Donnersberges zahlreiche Buntmetall-Mineralisationen auftreten. So wurden bei Imsbach bis in das 20. Jahrhundert in mehreren Bergwerken Kupfer-, Kobalt- und Silbererze abgebaut (DREYER & HANEKE 1973, HANEKE 1987, WIEBER 1999, 2003). Die Primärmineralisation dieser Erzvorkommen ist sulfidisch mit Anteilen arsenidischer Erzminerale, die zu einer Vielfalt an Sekundärmineralbildungen in der Oxidationszone führte, darunter zahlreiche Buntmetallarsenate, -sulfate, -karbonate sowie uranhaltige Minerale.

Daneben ging im Nordpfälzer Bergland Bergbau auf Quecksilbererze um. Die Vorkommen, die bis in das 20. Jahrhundert bergmännisch gewonnen wurden, treten strukturkontrolliert in permokarbonen Sedimenten und in Vulkaniten der Donnersberg-Formation (Nahe-Subgruppe) in

Erzgängen und vererzten Ruschelzonen auf. Vereinzelt gibt es auch schichtgebundene Imprägnationserze, die durch das Eindringen der mineralisierenden Lösungen in poröse Gesteine entstanden sind. Hier ist das Quecksilber meist in Bereichen mit hohem Anteil an organischem Material konzentriert. Die Erzmineralvergesellschaftung ist komplex: Neben dem Hauptquecksilbererzmineral Zinnober sind vor allem zahlreiche Sulfide und Sulfosalze sowie die aus den pfälzischen Vorkommen weithin bekannten Silberamalgame Moschellandsbergit und Schachnerit/Paraschachnerit bekannt. Silberträger in den Vererzungen sind meist Fahlerze, daher zeichnen sich die Quecksilber-Lagerstätten auch durch signifikante Arsen- und Antimon-Gehalte aus. (LANG & HOFMEISTER 2005, WIEBER 1999).

Uran tritt im Saar-Nahe-Becken ebenfalls an zahlreichen Stellen vor allem im Bereich der Rhyolithmassive von Nohfelden und Bad Kreuznach sowie am Donnersberg, aber auch in permokarbonen Sedimenten wie Tonsteinen oder Tuff(it)en auf. Die meisten dieser Vorkommen sind sehr klein und besaßen nie wirtschaftliche Bedeutung. Lediglich am Bühlkopf bei Ellweiler südlich von Birkenfeld wurden von 1958 bis 1967 Uranerze aus NNW-SSE streichenden Störungszonen des Rhyoliths abgebaut (DREYER et al. 1971, LANG & HOFMEISTER 2005).

7. Wasserwirtschaftliche Beurteilung

Bei der aktuellen Erfassung von ehemaligen Steinkohlengruben des Nordpfälzer Berglandes wurden nur sehr wenige Stollen mit erkennbaren Grubenwasseraustritten gefunden. Bei der weit überwiegenden Anzahl versickert das Grubenwasser bereits im Bergwerk im Untergrund und es finden die natürlichen Reinigungsvorgänge statt – soweit es überhaupt zu Anreicherungen von umweltrelevanten Spurenelementen kommt. Saure Grubenwässer wurden nicht an den Austrittsstellen detektiert. Insgesamt entstanden wegen der geringen wirtschaftlichen Bedeutung der Steinkohlenvorkommen nur relativ kleine Bergwerke mit geringen Austritten (<0,5 l/s) von Grubenwässern über die Entwässerungsstollen. Zur Überschreitung der Geringfügigkeitschwellenwerte durch umweltrelevante Spurenelemente kommt es nur vereinzelt und in moderatem Ausmaß (Tab. 3). Überwiegend sind die Überschreitungen auf geogene Anreicherungen am Donnersberg zurückzuführen (NIEDERBERGER 2021).

Bei der Grube "An der Pfarrwiese" wird außerdem bei einem von drei Analyseergebnissen der GFS für Sulfat in Höhe von 250 mg/l mit einem Messwert von 413 mg/l überschritten. Begründet ist diese Erhöhung durch Oxidation geogen vorhandener Sulfidphasen wie Pyrit (und Markasit) sowohl in der Steinkohle, als auch in den tonigen Nebengesteinen. Durch die Oxidation der Sulfide kommt es zur Bildung von Sulfat und Freisetzung von Protonen (WIEBER 2003). Begrenzende Mineralphase für Sulfat ist Gips. Gipsausfällungen sind in erheblichem Umfang in den Stollen ausgebildet (Abb. 9).

Daher sind chemische und/oder ökologische Beeinträchtigungen durch die Einleitungen der Grubenwässer in die angrenzenden Vorfluter auszuschließen. In Hinblick auf Art und Alter der Entwässerungsstollen werden die oberirdisch verlaufenden Entwässerungsgräben aus den stillgelegten Grubenbauen von den Bearbeitern als Gewässer im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes (BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ & BUNDESAMT FÜR JUSTIZ, 31.07.2009) eingestuft. Soweit die betroffenen Oberflächengewässer (Glan, Reiffelbach, Mordkammerbach, Moschelbach, Imsbach, Nußbach, Lauter) Beeinträchtigungen aufweisen, lassen diese sich nach jetzigem Kenntnisstand nicht auf den früheren Steinkohlenbergbau zurückführen.



Abb. 9: Feinkristalline Gipsausblühungen auf Tonstein im ehemaligen Abbaubereich der Grube "An der Pfarrwiese" bei Reiffelbach (Foto: G. WIEBER)

8. Ausblick

Die amtliche Erfassung von Tagesöffnungen des ehemaligen Steinkohlenbergbaus durch das LGB im Kontext aktueller gesetzlicher Änderungen der Zuständigkeiten für den Altbergbau in Rheinland-Pfalz befindet sich noch in einem frühen Stadium. Dies ist unter anderem dem Umstand geschuldet, dass die ehemaligen Bergwerke auf Steinkohle und/oder Kalkstein im Nordpfälzer Bergland zu einem Großteil im Gelände nicht mehr zu erkennen sind und dass vorhandene Grubenrisse wegen fehlender Koordinaten nicht oder nur unter sehr großem Aufwand unter Zuhilfenahme von LiDAR-DGMs, historischer Literatur und Kartenmaterial georeferenziert und damit eindeutig räumlich eingeordnet werden können. Die bisherigen Untersuchungen an Grubenwässern erfassen daher bislang nur wenige Objekte. Zudem wurden in dieser Arbeit nur Steinkohlenvorkommen der Glan-Subgruppe (Rotliegend) betrachtet. Es ist für die Zukunft geplant, im nächsten Schritt die relevanten Tagesöffnungen der Gruben zu beproben, die im Bereich der Landesgrenze zum Saarland auf dem oberkarbonischen Breitenbacher Flöz bauten. Zudem sollen möglichst rasch weitere Grubenbaue in der Region erfasst und im Hinblick auf ihre hydrogeologische Relevanz untersucht werden. Erzielte Resultate werden in der Folge jeweils zeitnah publiziert werden.

Dank

Die Autoren danken Herrn RALF KAUTH (Meisenheim) für die Unterstützung bei der Auswertung von Unterlagen bei der Lokalisierung von geeigneten Probenahmepunkte sowie für die Führun-

gen im Gelände. Frau KARIN BRAUN gilt Dank für die Beschaffung und Bereitstellung von Literatur sowie für die Redaktion des Manuskripts. Schließlich danken wir Dr. JOST HANEKE (Imsbach) für das fachliche Review des geologischen Kapitels der Arbeit sowie für den Zugang zu Unterlagen des Archivs des Pfälzischen Bergbaumuseums Imsbach.

Literatur

- BOCKHARDT, A. (1974): Der Steinkohlenbergbau der Pfalz während der Jahre 1821-1880. – Bearb., erg. u. hrsg. von ROSENBERGER, W.: 197 S., Anh.; Bad Kreuznach.
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ & BUNDESAMT FÜR JUSTIZ (31.07.2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3901).
- DREYER, G.; EMMERMANN, K.-H. UND RÉE, Ch. (1971): Uran-Quecksilbervererzungen in Eruptivgesteinen des saarpfälzischen Rotliegenden. Ein Beitrag zur Urangeneese im Saar-Nahe-Gebiet. – N. Jb. Miner. Abh., **115**: 1-30, 25 Abb., 1 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).
- DREYER, G. UND HANEKE, J. (1978): Geochemische und geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen im Bereich der Kupfererzvorkommen von Imsbach am Donnersberg (Rheinland-Pfalz). – Mainzer geowiss. Mitt., **6**: 55-86; Mainz.
- FALK, L. (1975): Alte Steinkohlegruben in der Umgebung von Kusel. – Westricher Heimatblätter - Heimatkundliche Mitteilungen aus dem Kreis Kusel, **6(1)**: 24-30; Kusel.
- HANEKE, J. (1987): Der Donnersberg - Zur Genese und stratigraphischen/ tektonischen Stellung eines permokarbonen Rhyolith-Domes im Saar-Nahe-Gebiet (SW-Deutschland). – Pollichia-Buch **10**, 147 S., 47 Abb., 7 (Falt-)Ktn.; Neustadt a. d. Weinstraße.
- HANEKE, J. (2013): Sedimentation und Magmatismus - Die Pfalz im Paläozoikum. In: HANEKE, J. & KREMB, K. (Hrsg.): Beiträge zur Geologie der Pfalz. – Veröffentlichungen der Pfälzischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, **110**, 108 S., 108 Abb.: 9-19; Speyer.
- HANEKE, J. (2018): Geologische Karte von Rheinland Pfalz 1:25.000, Blatt Nr. 6413 Winnweiler. – Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (Hrsg.); Mainz.
- HANEKE, J. & LORENZ, V. (2000): Geologische Karte von Rheinland Pfalz 1:25.000, Blatt Nr. 6313 Dannenfels, o. Erläuterungen. – Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz (Hrsg.); Mainz.
- KLUDING, J. (1923): Die geschichtliche Entwicklung des Steinkohlenbergbaues in der Pfalz bis 1920. – 338 S., Dissertation; Würzburg.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA, 2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. – 33 S., Berlin.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA, 2016): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – überarbeitete und aktualisierte Fassung. – 28 S.; Berlin.
- LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU RHEINLAND-PFALZ (LGB, Hrsg.; 2005): Geologie von Rheinland-Pfalz. – 400 S., 162 Abb., 36 Tab., 3 Anl.; Mainz.
- LANG, R. & HOFMEISTER, W. (2005): Erzvorkommen der Pfalz und ihre Entstehung - ein Überblick. In: WALLING, H.: Der Erzbergbau in der Pfalz von seinen Anfängen bis zu seinem Ende. – 228 S., 24 Abb, 136 Kt.: 21-25; Mainz (LGB).
- MÜLLER, J. (2021): Begutachtung und Klassifizierung der Grubenwässer aus Steinkohlebergwerken der Pfalz. – 136 S.; Mainz (Masterarbeit, unveröff.).
- NIEDERBERGER, R. (2021): Anreicherung von Kupfer und Arsen in Grubenwässern des Erzaltbergbaus in Imsbach am Donnersberg Nordpfälzer Bergland, Rheinland-Pfalz. – 115 S., Diplomarbeit (unveröff.); Koblenz.

- ROSENBERGER, W. (1971): Bergamt Bad Kreuznach – Beschreibung rheinland-pfälzischer Bergamtsbezirke, Band 3. – 376 S.; Bad Marienberg.
- RUTH, K.-H. (2000): Der Steinkohlebergbau in der Pfalz bis Ende des 19. Jahrhunderts. – Fischbacher Hefte zur Geschichte des Berg- und Hüttenwesens, Beiheft 3: 35-58, 6 Abb.; Clausthal-Zellerfeld.
- WIEBER, G. (1999): Die Grubenwässer des ehemaligen Blei-, Zink-, Kupfer- und Quecksilbererzbergbaus an Beispielen des westlichen Rheinischen Schiefergebirges und der Saar-Nahe-Senke: Hydraulik, hydrochemische Beschaffenheit und umweltgeologische Bewertung. – 250 S., 69 Abb., 57 Tab.; Gießen (Habil. – Schrift).
- WIEBER, G. (2003): Die Beschaffenheit von Grubenwässern des ehemaligen Erzbergbaus: hydrogeochemische Grundlagen und Praxisbeispiele aus dem westlichen Rheinischen Schiefergebirge. – Gießener Geologische Schriften, 70: 21-57, 4 Abb., 12 Tab.; Gießen.
- ZIMMER, K. (1998): Geschichte des Steinkohlenlagers Augustus/Breitenbach, genannt Labach. – Westricher Heimatblätter Jg. 29: 21-38; Kusel.

Manuskript eingegangen am 22.9.2021

Anschrift der Autoren

PROF. DR. GEORG H.E. WIEBER
Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
Emy-Roeder-Straße 5
D-55129 Mainz
E-Mail: georg.wieber@lgb-rlp.de

ROGER LANG
Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
Emy-Roeder-Straße 5
D-55129 Mainz
E-Mail: roger.lang@lgb-rlp.de

MARION MAYS
Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
Emy-Roeder-Straße 5
D-55129 Mainz
E-Mail: marion.mays@lgb-rlp.de