

Die Hydrogeologie der ehemaligen Braunkohlegrube Alexandria im Westerwaldrevier, Rheinisches Schiefergebirge

GEORG H.E. WIEBER & ELKE SCHEFFER

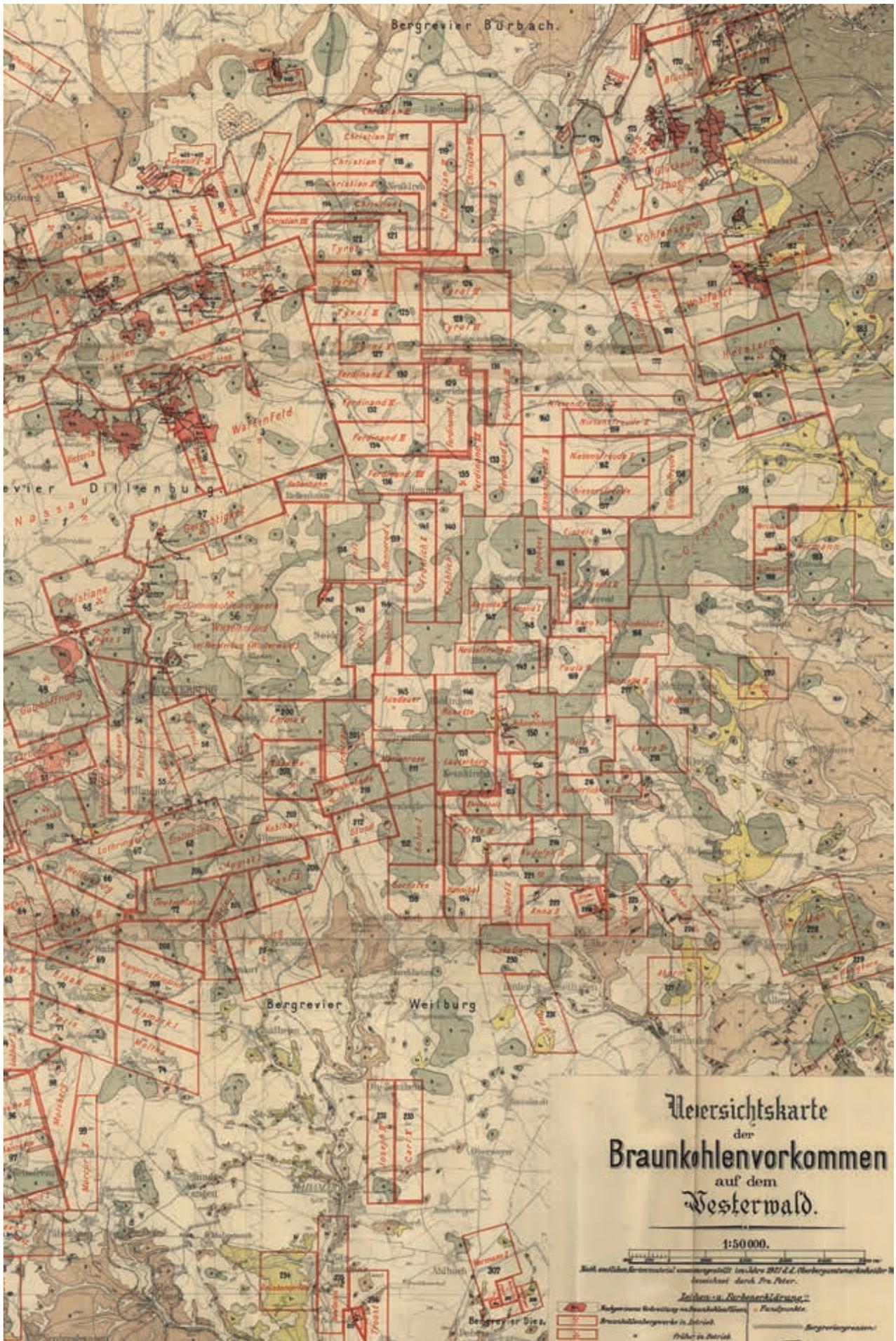
Kurzfassung: Im Zusammenhang mit der Debatte um klimawirksame Gase ist in Deutschland der Ausstieg aus dem Steinkohleabbau beschlossen und vollzogen sowie aus dem Braunkohleabbau geplant. Diskussionen bestehen hinsichtlich des Grundwasseranstiegniveaus in den Bergwerken. Dabei werden auch immer häufiger Umweltprobleme durch Grubenwassereinleitungen problematisiert. Im Westerwald (Rheinisches Schiefergebirge) wurde bis in die 1960er Jahre Braunkohle durch untertägigen Abbau gewonnen. Die bedeutendste Grube stellte das Bergwerk Alexandria bei Höhn dar. Im Rahmen des Betriebsabschlusses wurden die obertägigen Anlagen zurückgebaut. Die Grubenwässer werden jedoch nach wie vor über den ehemaligen Tiefen Stollen gefasst und in die Nister abgeleitet. Sie besitzen hydrochemisch eine gute Qualität. Belastungen durch Versauerung, Auswaschung von Oxidationsmineralien sowie Freisetzung von Metallen bestehen nicht. Der Stollen weist mittlere Schüttungen von 320 l/s (Sommerhalbjahr) bzw. 382 l/s (Winterhalbjahr) auf. Wegen ihrer guten Qualität und hohen Schüttung werden sie als Rohwasser für die Trinkwassergewinnung genutzt.

Abstract: In the context of the debate on greenhouse gases it has been decided to abandon hard coal mining in Germany, and the end of the lignite mining is also planned in mid-term times. Discussions are conducted on the level of groundwater rise in the mines. Environmental problems caused by mine water discharges are also increasingly being addressed. In the Westerwald (Rhenish Massif) lignite was mined underground until the 1960s. The most important mine was the Alexandria mine near Höhn. As a part of the final operating plan procedure the surface installations have been dismantled. However, the mine waters are still accumulated via the former deep adit and discharged into the Nister creek. They exhibit a good hydrochemical quality. There is no pollution caused by acidification, leaching of oxidation minerals or release of metals. The adit has average water release rates of 320 l/s during the summer half-year and 382 l/s during the winter half-year. Due to the good quality and high volume it is used for drinking water production.

1. Einleitung und Motivation

Zum Jahresende 2018 wurden in Deutschland die beiden letzten Steinkohlebergwerke stillgelegt. Zwischenzeitlich bestehen auch Forderungen, aus dem Braunkohlebergbau auszusteigen. Dabei hat auch eine Diskussion um die Beschaffenheit der Grubenwässer eingesetzt und hinsichtlich des Niveaus, auf welches ein Anstieg der Grundwässer aus umweltwissenschaftlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht zulässig ist.

Deutschland verfügt neben den aktuell betriebenen Tagebauen über eine Vielzahl von Braunkohlebergwerken, die bereits stillgelegt und geflutet wurden. Braunkohlelagerstätten sind in Deutschland durch Überflutung von meist in Sumpfniederungen gelegenen Wäldern entstanden. Sie wurden durch Transgression des Nordmeeres vorwiegend im Eozän und im Miozän durch Sedimente abgedeckt und unter Luftabschluss erfolgte der Inkohlungsprozess.



In den meisten Revieren erfolgte der Abbau im Tagebau. Den Anteil der Braunkohleförderung im Tiefbau gibt GRUMBRECHT (1944) mit <10% an. Die Westerwälder Braunkohlevorkommen zählen zu den Lagerstätten, die in untertägigen Bergwerken abgebaut wurden. Nach Einstellung des Bergbaus fließen die Grubenwässer zentral über Stollen in die Vorfluter und sind so gezielten Beprobungen und hydrochemischen Untersuchungen zugänglich. Nachfolgend wird am Beispiel der ehemaligen Grube Alexandria, die das bedeutendste Braunkohlebergwerk im Westerwald darstellte, die hydrogeochemische Beschaffenheit der Grubenwässer und deren Auswirkungen auf die Umwelt dargestellt und bewertet.

2. Braunkohlebergbau im Westerwald

2.1 Geographischer und geologischer Rahmen

Der Westerwald mit seinen Braunkohlevorkommen ist Teil des rechtsrheinischen Schiefergebirges. Begrenzt wird er durch die Lahn (Süden), die Dill (Osten) sowie den Rhein (Westen). Im Norden grenzt er an das Siegerland. Morphologisch stellt er eine Hochfläche mit eingeschnittenen Tälern dar. Das Klima ist sprichwörtlich rau, die Jahresmitteltemperatur beträgt 8,5°C bei einem langjährigen mittleren Jahresniederschlag von 995 mm an der Station Isert bei Bad Marienberg (HEYDT, 2013). Die mittlere Verdunstung liegt bei 500 bis 700 mm/a, die Grundwasserneubildung bei ca. 150 mm/a (LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, UMWELT UND GEWERBEAUF SICHT, 2005).

Die Nister (Gewässer 2. Ordnung) stellt den wichtigsten Vorfluter im Bearbeitungsgebiet dar. Sie entspringt an der Westseite der Fuchskaute, dem höchsten Berg des Westerwaldes (657 mNN), und mündet nach einem Fließweg von ca. 64 km bei Wissen in die Sieg.

Das Braunkohlerevier des Westerwaldes (Abb. 1) gehörte zu den deutschen Revieren, die vorübergehend wirtschaftliche Bedeutung erlangten (GRUMBRECHT, 1944). Allerdings ging Bergbau nur in der Zeit der Rohstoffknappheit um und konzentrierte sich auf die Gebiete Bad Marienberg – Höhn – Westerburg sowie Breitscheid – Dridorf (Abb. 4).

Ausgebildet sind in der Regel zwei oder drei Flöze. Überlagert sind diese untermiozänen Lagerstätten/Vorkommen durch Basaltdecken, die einerseits eine Erosion verhinderten und andererseits die Qualität (Wassergehalt, Heizwert, Inkohlungsgrad) erhöhten. Größere Bedeutung erlangten die Gruben Alexandria bei Höhn und die Grube Glückauf bei Breitscheid. Die Kohlevorräte wurden mit 48 Mio. Tonnen ermittelt (GRUMBRECHT, 1944).

Das Grundgebirge des bearbeiteten Gebietes besteht geologisch aus mächtigen Folgen von schwach metamorph überprägten Sedimentgesteinen des Devons. Diese werden im Hohen Westerwald diskordant von Schichten des Tertiär überlagert. Im Unteroligozän bis Mittelmiozän kam es zur Ausbildung von Senken und Mulden, in denen es in einem Gebiet von > 400 km² zu Moorbildungen kam und aus denen sich die Braunkohlevorkommen und –lagerstätten bildeten (STECKHAN, 1973). Durch Meeresspiegelschwankungen bildeten sich Transgressionszyklen mit mehreren Flözen, die in Unter-, Ober- und Dachflöz (Abb. 2) gegliedert werden. Die Flöze erreichen lokal Mächtigkeiten von bis 20 m, wobei häufig tonige Zwischenmittel eingeschaltet sind. Die bauwürdige

Abb. 1 (linke Seite): Verkleinerter Ausschnitt der Übersichtskarte 1:50.000 der Westerwälder Braunkohlevorkommen, zusammengestellt von Oberbergamtsmarkscheider WALTER 1921 (Archiv LGB).

Mächtigkeit betrug 1 bis 4 m (STECKHAN, 1973). Gleichzeitig mit der Bildung der Braunkohlelagerstätten kam es im Westerwald zu basaltischem Vulkanismus. Die Vulkanite bestehen aus Tuffen und Basalten, die die Braunkohlelagerstätten unter- und überlagern. Eine zweite Ausbruchphase fand am Übergang vom Miozän zum Pleistozän statt (WALTER & DORN, 2007). Der sogenannte Dachbasalt überdeckt den Hohen Westerwald annähernd vollständig. Unterhalb der Braunkohleflöze befindet sich eine Basaltdecke, die früher als Sohlbasalt bezeichnet wurde (Abb. 2).

Die geologischen Verhältnisse der Lagerstätten sind dadurch gekennzeichnet, dass Weichkohlen mit zäher holzartiger Beschaffenheit in spröden Basalt eingelagert sind (STECKHAN, 1973). Lokal wurde sie auch zu Glanzkohle umgewandelt. Die ungleichmäßig – wellige Lagerung und zahlreiche Störungen machten es erforderlich, dass die Abbaumethoden angepasst werden mussten. Zur Anwendung kam Pfeilerbruchbau und auch Abbau mit Sicherheitspfeilern. Die durch eine Tonschicht wechselnder Mächtigkeit getrennten Flöze wurden - soweit möglich - gemeinsam abgebaut (Abb. 3). Das Zwischenmittel wurde dabei vor Ort versetzt. Die Abbauverluste betrugen 30 bis 40 %, teilweise sogar 50 %.

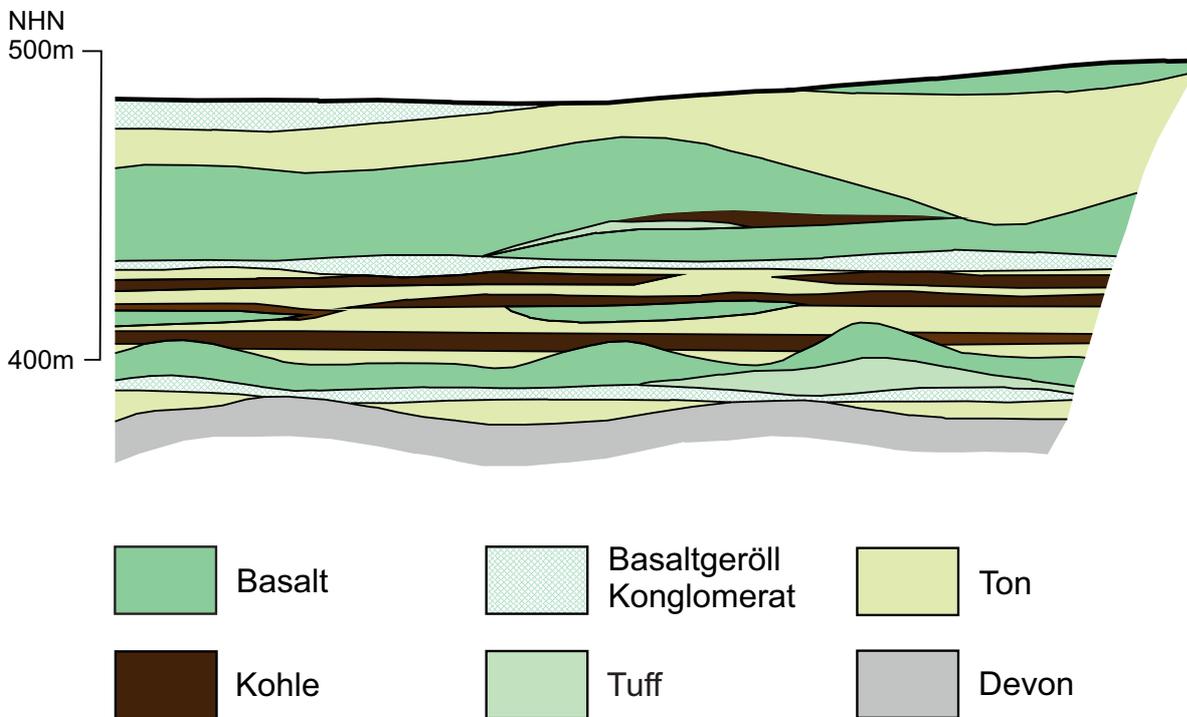


Abb. 2: Geologisches Profil im Bereich der Grube Alexandria bei Höhn (nachgezeichnet aus STECKHAN, 1973).

Hydrogeologisch stellen die Basalte Kluftgrundwasserleiter mit einer z.T. hohen Ergiebigkeit dar. Die bis 40 m mächtigen basaltischen und trachytischen Tuffe sind als Grundwassergeringleiter einzustufen. Die Braunkohleflöze - häufig mit zwischengelagerten Tonen und Tuffen - weisen unterschiedliche hydraulische Leitfähigkeiten auf (Grundwasserleiter – Geringleiter). Tone sind mit variablen Mächtigkeiten (cm bis mehrere m) verbreitet und stellen hydraulische Barrieren dar (Grundwassergering bis –nichtleiter). Die Durchlässigkeitsbeiwerte betragen überwiegend $<10^{-9}$ m/s (KRAUSE, 1994). Hydrogeologisch besitzen die ehemaligen untertägigen Bergwerkstollen, -schächte und Abbaubereiche der Grube Alexandria eine große Bedeutung. Die Sicker- und Grundwässer werden über den ehemaligen Tiefen Stollen gefasst und nach über Tage abgeleitet. Der Tiefe Stollen weist mittlere Schüttungen von 320 l/s (Sommerhalbjahr) bzw. 382 l/s (Winterhalbjahr) auf (HEYDT, 2013) und stellt damit das bedeutendste Wasservorkommen des rechtsrheinischen Schiefergebirges in Rheinland-Pfalz dar.



Abb. 3: Braunkohleflöz der Grube Alexandria mit zwischengelagerter Tonschicht (Foto: STEFAN POHL).

2.2 Bergbau und Wasserhaltung

Erste urkundliche Erwähnung findet der Bergbau im Westerwald im Jahre 1585 (KLEINSCHMIDT, 2007). Allerdings setzte ein länger anhaltender Betrieb erst ab 1820 ein (STECKHAN, 1973). Die Anzahl der Bergwerke stieg und die Kohleförderung fand 1923 mit über 400.000 t ihren Höhepunkt im Westerwald. Der bedeutendste Abnehmer war das Braunkohlekraftwerk in Höhn, daneben wurde Kohle für Industrie und privaten Hausbrand benötigt. Im Jahre 1958 schloss das Kraftwerk und der Braunkohlebergbau im Westerwald fand 1961 mit der Schließung der Grube Alexandria sein Ende.

Die Grube Alexandria bei Höhn war die bedeutendste Grube im Westerwald. Das Grubenfeld ist durch die Nister zweigeteilt (siehe Abb. 8). Die Gruben Wilhelmszeche, Oranien, Adolf und Segen Gottes befinden sich im Norden bei den Ortschaften Stockhausen – Ilfurth und Nisterau – Bach (Abb. 4). Im Süden liegen zwischen Höhn und Neuhochstein die ehemaligen Gruben Alexandria, Waffenfeld, Victoria, Nassau und Gerechtigkeit. Alle zuvor genannten Gruben wurden zur Grube Alexandria konsolidiert. Verbunden sind die beiden Bereiche durch einen Stollen, der nur wenige Meter unter der Sohle der Nister verläuft.

Die Bergwerke bei Höhn werden erstmalig urkundlich in den Jahren 1651 und 1718 erwähnt. Im Jahre 1749 gab es sieben Bergwerke bei Höhn (HOHBERGER & HERKSTRÖTER, 1999). Erwähnt werden auch hohe Wasserzutritte, die zunächst wieder zur Einstellung der Braunkohleförderung führten. Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit wurden ab ca. 1900 die umgebenden Gruben an die Grube Alexandria angeschlossen. In dem Grubenfeld kommen mehrere Flöze vor, bauwürdig war allerdings vor allem nur das unterste. Der Braunkohleabbau fand untertägig statt. Erschlossen wurde die Lagerstätte durch ca. 99 Stollen und Schächte. Während des Abbaus musste eine Wasserhaltung betrieben werden.

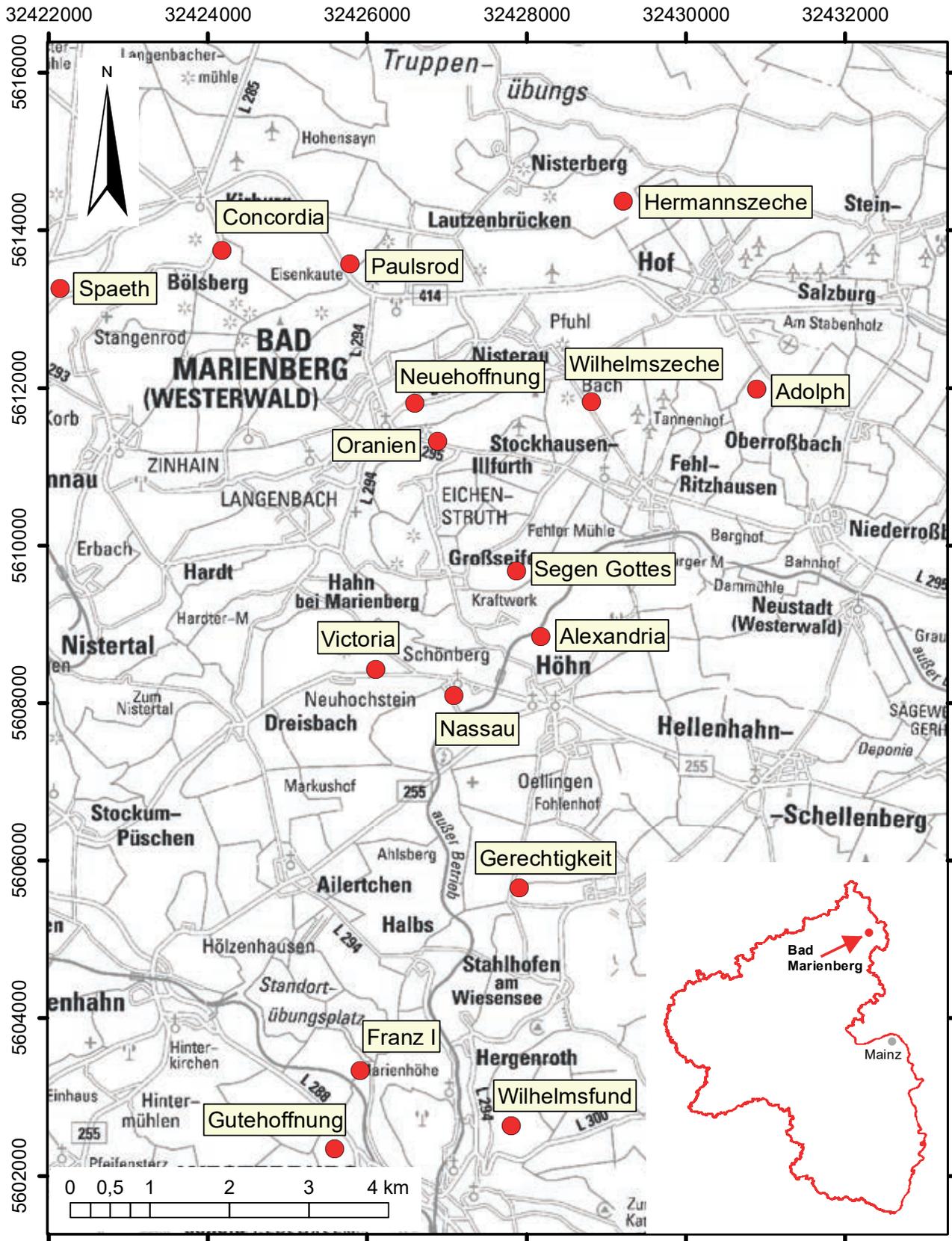


Abb. 4: Übersichtskarte der wichtigsten Braunkohlezechen im Raum Bad Marienberg – Höhn – Westerburg. Die Gruben Wilhelmszeche, Oranien, Adolf, Segen Gottes, Waffenfeld, Victoria, Nassau und Gerechtigkeit wurden mit der Grube Alexandria konsolidiert.



Abb. 5: Stollen der ehemaligen Grube Alexandria bei Höhn mit Braunkohleflöz und Deckbasalt (Foto STEFAN POHL).



Abb. 6: Stollen der Grube Alexandria mit abfließendem Grubenwasser (Foto: STEFAN POHL).



Abb. 7: Einleitung der Grubenwässer der Grube Alexandria in die Nister (Foto STEFAN POHL).

Durch den Kohleabbau wurde durch die Stollen und Schächte ein System kommunizierender Röhren geschaffen, in denen die Grubenwässer mit hohen Fließgeschwindigkeiten zirkulieren können (WIEBER, 1999). Zudem wurden Abbauhohlräume geschaffen, die zu einer weiteren Gefügauflockerung führten. Nach Einstellung der Braunkohleförderung (Abb. 5) wurde auch keine Wasserhaltung mehr betrieben. Die Grube Alexandria wird aber weiterhin über den Tiefen Stollen der Grube Alexandria entwässert (Abb. 6), der in freiem Gefälle in die Nister abfließt (Abb. 7).

3. Untersuchungsumfang

Im Rahmen dieser Arbeit wird die ehemalige Braunkohlegrube Alexandria hydrogeologisch beschrieben. Dies beinhaltet die Erfassung der ehemaligen Stollen und der Grubenwasseraustritte an den Stollenmundlöchern. Die austretenden Grubenwässer wurden darüber hinaus hydrochemisch analysiert und wasserwirtschaftlich, hydrogeologisch sowie umweltgeologisch beurteilt.

Grubenwässer der Grube Alexandria

HEYDT (2011) hat in Zusammenarbeit mit der SGD Nord (Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord in Montabaur) die wasserführenden Stollen der Grube Alexandria kartiert. Von insgesamt 43 erfassten Stollenmundlöchern wurde nur bei sechs Stollen der Grube Alexandria Wasseraustritte festgestellt. Ein weiterer Stollen konnte außerhalb des Abbaubereiches erfasst werden.

Daneben wurden im Gelände weitere Stollen ohne Wasseraustritte vorgefunden. Die übrigen Stollenmundlöcher waren verstürzt und/oder im Gelände nicht mehr auffindbar. Wasseraustritte konnten dort nicht detektiert werden. Vier Stollen mit Wasserführung befinden sich an der Nister:

- Segen Gottes Stollen
- Hilpischmühle 1
- Hilpischmühle 2
- Tiefer Stollen Alexandria

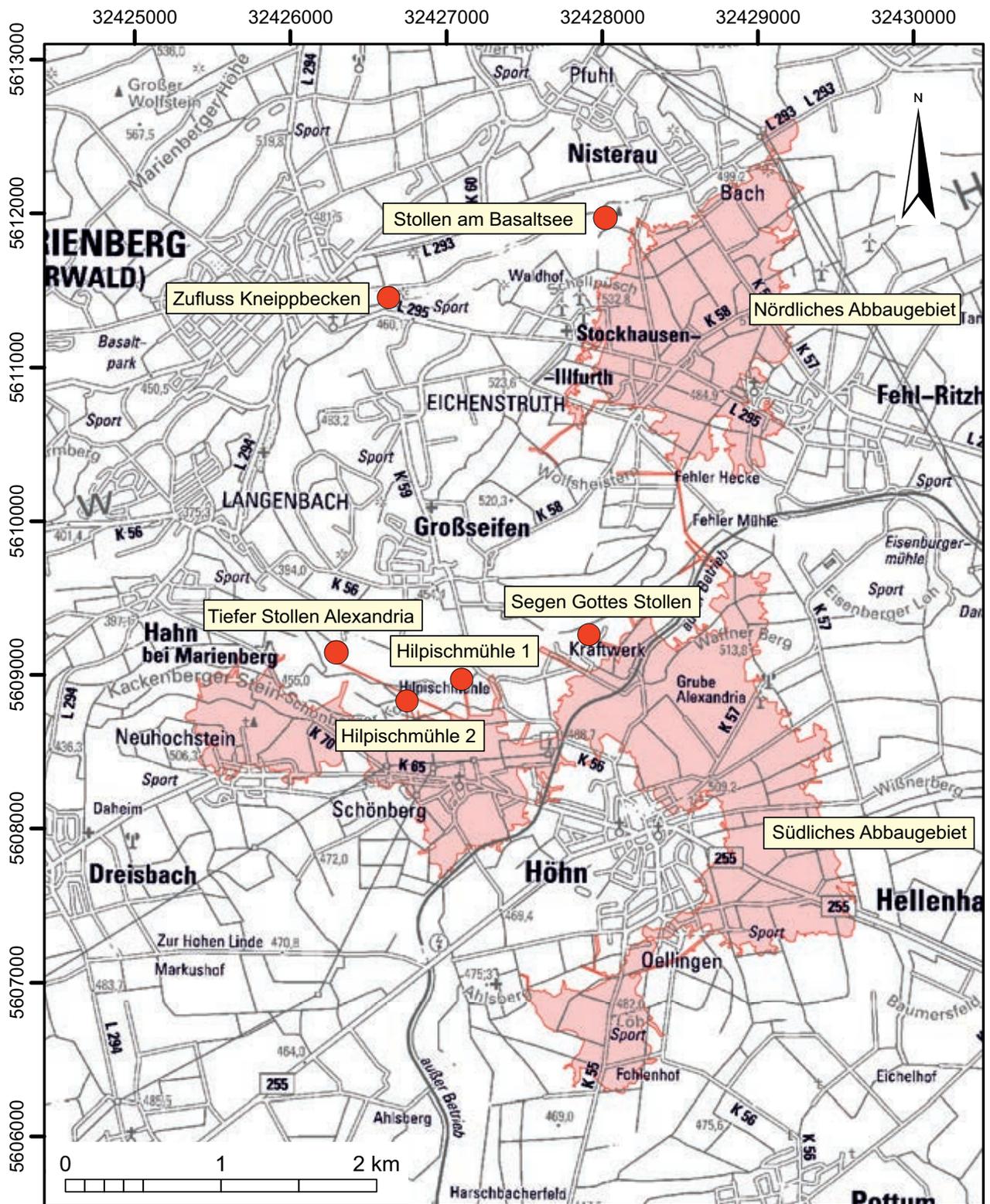


Abb. 8: Lageplan der wasserführenden Stollen mit Darstellung der Abbaubereiche der Grube Alexandria.

Stollen 1 und 2 an der Hilpischmühle: Südlich der Nister wurden zwei wasserführende Stollen kartiert. Diese wiesen bei Stichtagsmessungen Schüttungen von 4 bis 5 l/s (Hilpischmühle 1) bzw. 2 l/s (Hilpischmühle 2) auf (HEYDT, 2011).

Der Tiefe Stollen Alexandria bei Höhn ist der Hauptentwässerungsstollen der ehemalige Braunkohlegrube. Die mittleren Schüttungen betragen 320 l/s (Sommerhalbjahr) bzw. 382 l/s im Winterhalbjahr (HEYDT, 2011).

Bei Pottum am Wiesensee wurde ein weiterer Stollen ermittelt, der nach Auskunft eines Gemeindegewerks die Grube Alexandria entwässert. Allerdings entwässert der Stollen einen Abbaubereich, der nicht an die Hauptentwässerung der Grube Alexandria angeschlossen ist (HOHBERGER & HERKSTRÖTER, 1999). Die Entwässerung erfolgt über ein Rohr, welches in den Hüttenbach mündet und von dort dem Wiesensee zufließt.

An der Schwarzen Nister wurden zwei weitere Stollen vorgefunden. Es handelt sich zum einen um den Stollen am Basaltsee an der Bacher Lay. Dieser befindet sich im nördlichen Abbaugelände an der Schwarzen Nister (Gruben Wilhelmszeche, Oranien und Adolf) und ist in den Grubenrisen nicht erfasst. Bei zwei Stichtagsmessungen wurden Schüttungen von 0,10 l/s (5.4.2011) und 0,08 l/s (9.4.2011) gemessen.

Außerdem wurde ein kleiner Bachlauf (Zulauf zum Kneippbecken) erfasst, der vermutlich auf einen wasserführenden Stollen zurückzuführen ist. Der Stollen gehört allerdings nicht zum Grubenfeld der Grube Alexandria, deutliche Eisenausfällungen lassen jedoch einen Zusammenhang mit dem ehemaligen Braunkohlebergbau vermuten.

4. Untersuchungsergebnisse

Die Probenahmen fanden im Rahmen der Diplomkartierung (HEYDT, 2011) sowie der Diplomarbeit (HEYDT, 2013) durch den Kandidaten selbst sowie den Betreuer Prof. WIEBER statt. Die Wasserproben wurden unter Messung der vor-Ort-Parameter sowie Bestimmung der Schüttung entnommen und im hydrochemischen Labor der Angewandten Geologie der Universität Mainz analysiert.

Tab. 1: Vor-Ort-Parameter und Schüttung der Grubenwasseraustritte (HEYDT, 2013).

Name der Stollen	Schüttung (l/s)	Temperatur (°C)	pH-Wert	Elektr. Lf. (µS/cm)	Redox-Pot. (mV)	Sauerstoff (mg/l)
Segen Gottes Stollen (SGS)	nicht bestimmbar	8,2 (1)	6,5	193	306	1,3
		8,9 (2)	6,2	191	377	1,8
Hilpischmühle 1	4 bis 5	8,7 (1)	6,5	421	321	5,8
		10,5 (2)	6,7	414	341	5,9
Hilpischmühle 2	2	8,3 (1)	6,8	417	277	2,6
		9,7 (2)	6,8	411	328	3,6
Tiefer Stollen Alexandria	Mittelwerte: 320 bis 382	9,8 (1)	6,7	288	-	1,9
		13,9 (2)	6,8	330	442	1,8
Stollen Pottum	Zeitzeugen: ca. 50	-	-	-	-	-
		9,4 (2)	6,4	232	460	1,9
Stollen am Basaltsee	0,1 kein Wasser	8,0 (1)	7,7	143	243	6,9
		-	-	-	-	-
Zulauf zum Kneippbecken	nicht bestimmt	9,1	7,8	354	243	8,0
		11,0	7,4	339	337	7,8

(1): Probenahmedatum April 2011

(2): Probenahmedatum Juni 2012

Hydrochemisch handelt es sich um gering mineralisierte Wässer (elektrische Leitfähigkeiten zwischen 191 und 421 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Die Wassertemperaturen lagen bei den Probenahmen zwischen 8,2°C und 13,9°C (Tab. 1). Die pH Werte wurden im circum neutralen Bereich zwischen 6,2 und 6,8 bestimmt. Zwei Grubenwasseraustritte sind alkalisch (pH 7,4-7,8). Die Redox-Potentiale (korrigiert) wurden mit Werten zwischen 146 mV und 421 mV analysiert. Die Sauerstoffgehalte im Grubenwasser liegen unterhalb der Sättigung (1,3 bis 8,0 mg/l). Organoleptisch weisen sie z.T. braune Ausfällungen von Eisenhydroxiden auf.

Tab. 2: Hydrochemische Beschaffenheit (Hauptkationen und -anionen) der Grubenwasseraustritte (mg/l) (HEYDT, 2013).

	Datum der Probenahme	Segen Gotte Stollen (SGS)	Hilpismühle 1 (Hilp 1)	Hilpismühle 2 (Hilp 2)	Tiefer Stollen Alexandria (TS Alex)	Stollen Pottum (St. Pot.)	Stollen am Basaltsee (St. Basalt)	Stollen am Kneippbecken (St. Kneip)
Na	April 11	3,35	4,92	4,44	7,00	-	5,09	5,88
	Juni 12	3,32	5,50	4,90	6,20	4,60	-	5,89
K	April 11	2,01	2,04	1,30	1,60	-	0,94	3,83
	Juni 12	0,96	1,41	1,28	1,58	1,37	-	1,53
Ca	April 11	17,4	44,7	42,0	35,0	-	11,6	32,8
	Juni 12	16,1	37,9	36,1	30,2	20,9	-	28,1
Mg	April 11	9,83	21,9	21,6	14,0	-	6,02	17,0
	Juni 12	9,80	21,0	20,9	15,9	10,2	-	15,9
Cl	April 11	6,32	16,4	41,4	12,0	-	9,00	41,9
	Juni 12	6,00	16,4	39,4	15,0	14,5	-	40,4
NO ₃	April 11	1,33	1,04	n.b.	2,00	-	0,79	1,28
	Juni 12	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	14,9	-	1,00
SO ₄	April 11	16,2	30,2	18,5	23,0	-	9,2	18,8
	Juni 12	15,7	26,3	18,6	22,6	13,5	-	15,5
HCO ₃	April 11	79,3	189	146	141	-	45,8	103
	Juni 12	73,2	207	140	146	85,4	-	109
CO ₂	April 11	28,0	36,0	18,0	n.b.	-	8,00	8,00
	Juni 12	32,0	44,0	22,0	32,0	16,0	-	12,0
Ionenbilanz (%)	April 11	2,1	2,1	3,5	2,3	-	9,1	2,9
	Juni 12	4,8	12,4	0,8	5,2	9,6	-	8,7

n.b.: nicht bestimmt

Die Kationengehalte (Na, K, Ca, Mg) sind mit Messwerten unter 45 mg/l je Einzelsubstanz gering (Tab. 2), wobei die höchsten Messwerte für Calcium analysiert wurden. Die Konzentrationen von Magnesium betragen 6,0 bis 22 mg/l. Natrium und Kalium wurden in allen Messungen unterhalb von 10 mg/l bestimmt. Bei den Anionen (Tab. 2) sind die Hydrogencarbonatgehalte mit Analyseergebnissen zwischen 46 und 207 mg/l dominant. Chlorid und Sulfat weisen Konzentrationen von 6,0 bis 42 mg/l (Cl) bzw. 9,2 bis 30 mg/l (Sulfat) auf. Nitrat wurde überwiegend nur in Spuren von < 2,0 mg/l analysiert. Das aus dem Stollen Pottum austretende Grubenwasser stellt mit 14,9 mg/l Nitrat einen Ausreißer dar.

Tab. 3: Hydrochemische Beschaffenheit (Spurenelemente) der Grubenwasseraustritte (ergänzt auf Grundlage von HEYDT, 2013).

	Datum der Probenahme	Segen Gotte Stollen (SGS)	Hilpismühle 1 (Hilp 1)	Hilpismühle 2 (Hilp 2)	Tiefer Stollen Alexandria (TS Alex)	Stollen Pottum (St. Pot.)	Stollen am Basaltsee (St. Basalt)	Stollen am Kneippbecken (St. Kneip)	90. Perzentil (LAWA, 2004)
Fe (mg/l)	Apr. 2011 Jun. 2012	0,41 0,44	0,61 0,41	0,57 0,65	0,06*	- 0,02	0,06 0,05	0,39 0,41	k.A.
Mn (mg/l)	Jun. 2012	0,12	0,24	0,19	0,08*	-	0,003	0,15	k.A.
As (µg/l)	Jun 2012	0,19	0,26	0,56	nn*	-	0,18	0,21	2,6
Sb (µg/l)	Jun. 2012	0,90	0,27	0,24	nn*	-	0,20	0,82	0,4
Ba (µg/l)	Jun. 2012	6,00	14,0	7,00	6,00*	-	12,0	15,0	186
Pb (µg/l)	Jun 2012	0,35	0,35	0,34	nn*	-	0,35	0,35	3,9
B (µg/l)	Jun. 2012	7,00	11,0	8,00	nn*	-	10,0	8,00	88
Cr (µg/l)	Jun. 2012	0,21	0,24	0,19	nn*	-	0,35	0,21	2,4
Co (µg/l)	Jun 2012	1,68	0,79	1,52	0,30*	-	0,06	0,22	5,7
Cu (µg/l)	Jun. 2012	0,37	0,71	0,34	1,00*	-	0,73	0,32	10,1
Mo (µg/l)	Jun. 2012	0,37	1,78	1,30	0,28*	-	0,20	0,25	(1,2)
Se (µg/l)	Jun 2012	-	0,57	0,36	nn*	-	0,45	0,25	1,6
Tl (µg/l)	Jun. 2012	0,10	0,19	0,23	nn*	-	0,06	0,16	(0,5)
V (µg/l)	Jun 2012	0,56	1,00	0,44	nn*	-	1,43	0,45	(1,6)
Zn (µg/l)	Jun. 2012	1,88	2,66	1,87	1,80*	-	2,44	1,62	49,8

-: nicht bestimmt k.A.: keine Angabe * Probennahme September 2019 nn: nicht nachweisbar

Eisen und Mangan weisen Gehalte unterhalb von 0,7 mg/l (Fe) bzw. 0,25 mg/l (Mn) auf (Tab. 3). Die Konzentrationen an Arsen, Antimon, Blei, Chrom, Kupfer, Selen und Thallium betragen in allen Analysenergebnissen $\leq 1 \mu\text{g/l}$. Kobalt, Molybdän, Vanadium und Zink wurden mit Konzentrationen bis $3 \mu\text{g/l}$ analysiert (Tab. 3). Barium und Bor konnten mit Gehalten bis $15 \mu\text{g/l}$ nachgewiesen werden.

5. Auswertung

Die hydrochemische Beschaffenheit der Wässer weist hinsichtlich der Verhältnisse der Hauptkationen und -anionen keine größeren Schwankungen auf (Abb. 9).

Bei den Kationen dominieren die Erdalkalien mit über 80 eq-% deutlich (Abb. 9), wobei die Calciumanteile gegenüber Magnesium meist etwas höher sind.

Bei den Anionen liegt der Hydrogencarbonatanteil zwischen 50 und 80 eq-%. Sulfat kommt mit Anteilen von 10 bis 20 eq-% (10 bis 19 mg/l) vor. Die Chloridgehalte der Grubenwässer „Hil-

„Hilpischmühle 2“ und „Stollen am Kneippbecken“ liegen um 40 meq/l entsprechend > 1 meq/l (30 bis 36 eq-%). Die Chloridanteile der anderen Grubenwässer betragen um 10 eq-% (bis 17 mg/l). Die analysierten Grubenwässer sind als normal erdalkalische, überwiegend hydrogencarbonatisch bis hydrogencarbonatisch-sulfatisch zu charakterisieren (FURTAK & LANGGUTH, 1967).

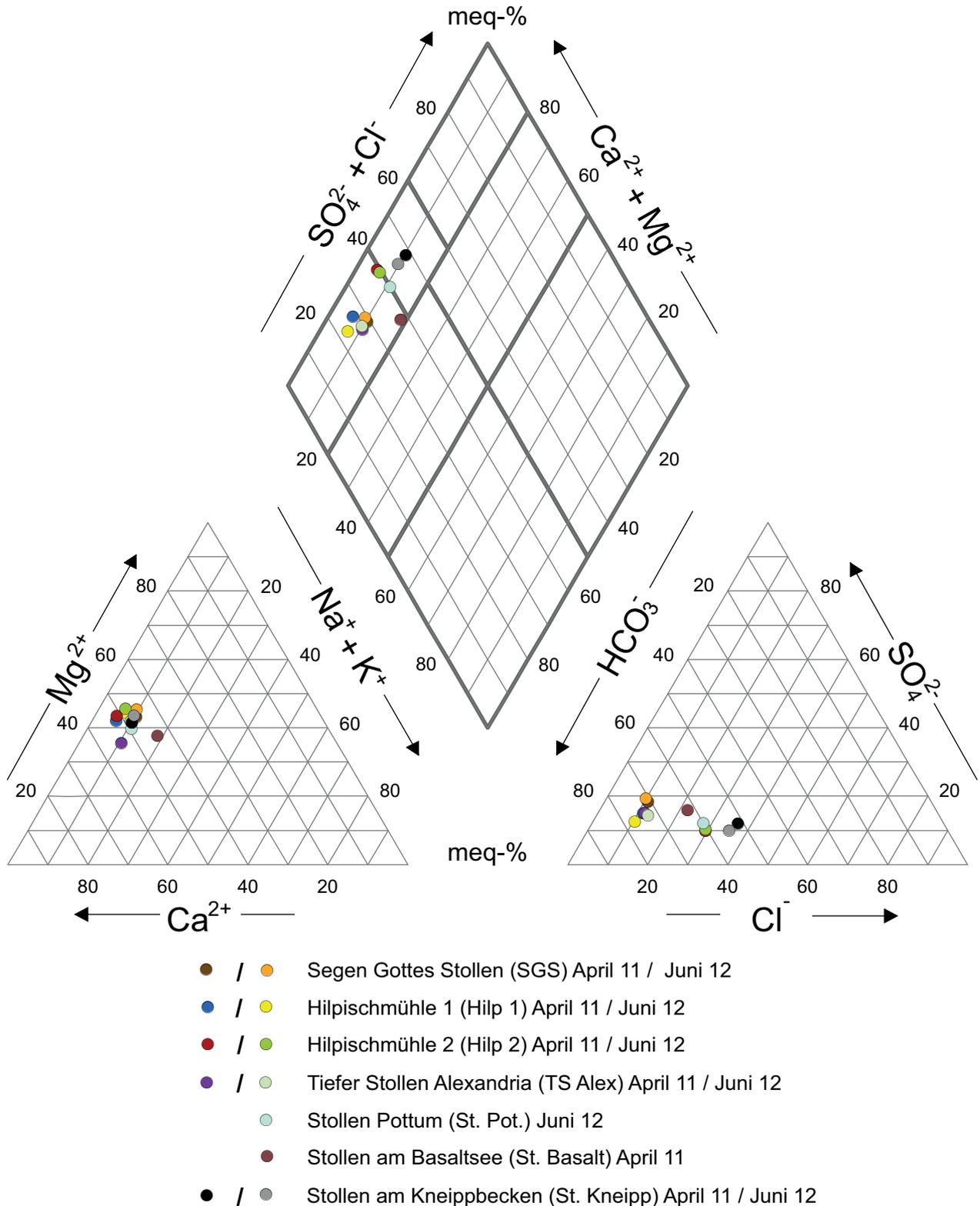


Abb. 9: PIPER-Diagramm der Grubenwässer des Braunkohlebergbaus Grube Alexandria.

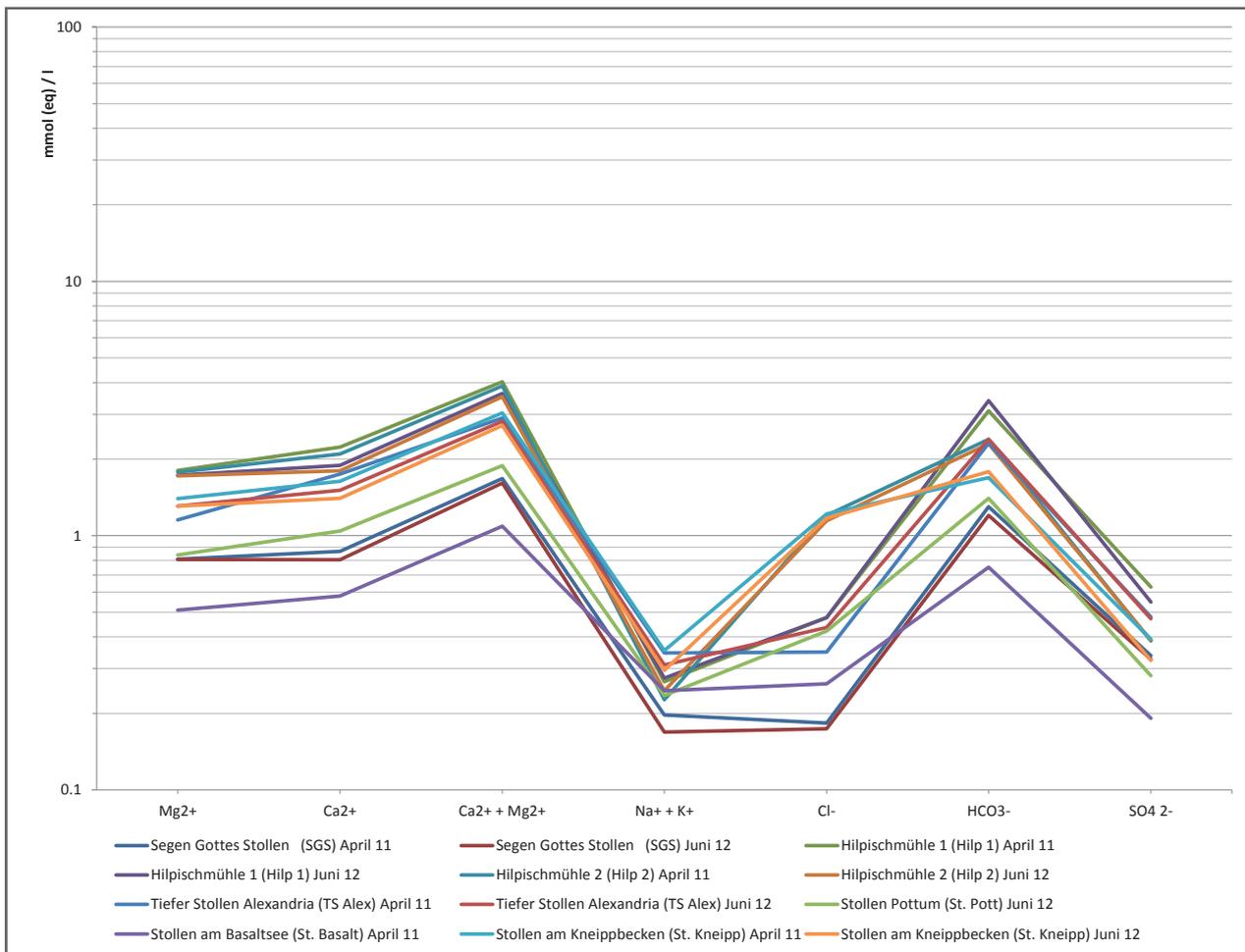


Abb 10: SCHOELLER-Diagramm der Grubenwässer des Braunkohlebergbaus Grube Alexandria.

Die Gehalte der Spurenelemente (Tab. 3) liegen unterhalb der 90. Perzentilwerte der deutschen Grundwässer (LAWA 2004). Lediglich für Molybdän wurde bei 2 Probenahmestellen moderat erhöhte Gehalte analysiert. Das bedeutet, dass sich die nachgewiesenen Konzentrationen in natürlich vorkommenden Konzentrationsbereichen der Grundwässer befinden. Bei der Ableitung wurden Konzentrationen oberhalb der 90. Perzentile als anormal erhöht angenommen.

6. Beurteilung

In dem ehemaligen Braunkohlebergwerk Alexandria bei Höhn im Westerwald wurden durch den Bergbau die Grundwasserverhältnisse anthropogen verändert und bedeutende Grundwasserreservoirs geschaffen, die auf Grund ihrer Schüttung (> 300 l/s) sowie ihrer guten hydrochemischen Beschaffenheit das bedeutendste rechtsrheinische Grundwasservorkommen in Rheinland-Pfalz darstellen. Die gute hydrochemische Beschaffenheit ist u.a. auf verbliebene Braunkohlereste zurückzuführen, die ein hohes Adsorptionsvermögen besitzen. Die geringen Eisen- und Sulfatgehalte sowie circa neutrale pH-Werte deuten darauf hin, dass Pyrit nur in geringen Mengen in den Kohlevorkommen verbreitet war. Die gelösten Inhaltsstoffe der Grubenwässer sind im Bereich der natürlichen Beschaffenheit von oberflächennahen Grundwässern in Deutschland. Ebenso kommt es zu keiner erhöhten Freisetzung von Salzen, die sich z.B. auf die Sulfidoxidation zurückführen lassen. Ebenso bewegen sich die Eisen- und Mangangehalte im unteren Bereich von Grubenwässern.

Negative Einflüsse auf die chemische und ökologische Gewässergüte der Oberflächengewässer Nister und die Schwarze Nister bestehen nicht. Wasserwirtschaftlich wurden keine negativen Auswirkungen des gefluteten Braunkohlebergwerks auf die Umwelt festgestellt. Positiv hervorzuheben ist das bedeutende anthropogen geschaffene Grundwasserreservoir, das für die regionale Wasserversorgung eine hohe Bedeutung besitzt.

Schriften

- FURTAK, H. & LANGGUTH, H.R. (1967): Zur hydrochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen. – Mem. IAH-Congress, 1965, VII: 86-96, 5 Abb.; Hannover.
- GRUMBRECHT, A. (1944): Leitfaden des Braunkohlebergbaus. – 348 S., 146 Abb., 16 Tab.; Halle (Saale)
- HEYDT, T. (2011): Diplomkartierung zum Wasserschutzgebiet Alexandria. – 17 S., 13 Tab., 8 Abb., 1 Anh., Mainz - (unveröff.).
- HEYDT, T. (2013): Zur Geologie, Hydrogeologie und Schutzfunktion der ungesättigten Zone des Wasserschutzgebietes Grube Alexandria, Westerwald. – 146 S., Dipl.-Arb.; Mainz - (unveröff.)
- HOHBERGER, K. H. & HERKSTRÖTER, T. (1999): Vorschlag zur Neuabgrenzung eines Wasserschutzgebietes für den Stollen Alexandria der Verbandsgemeinde Bad Marienberg. – 29 S.; Mainz - (unveröff.).
- KLEINSCHMIDT, O. (2007): Chroniken der Gewerkschaften im Oberwesterwald 1900 – 2000. – URL://gewchronik.mmk-online.eu/chronik/kap020102.htm.
- KRAUSE, C. (1994): Tonige Rohstoffe aus Rheinland-Pfalz für den Deponiebau – Wechselbeziehungen zwischen mineralogisch-geochemischen Aufbau, physiko-chemischen und bodenmechanischen Eigenschaften. – 150 S., Diss.; Mainz.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA (Hrsg.), 2004): Ableitung von Geringfügigkeits-schwellenwerten für das Grundwasser. – 33 S.; Düsseldorf.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, WASSERWIRTSCHAFT UND GEWERBEAUFICHT RHEINLAND-PFALZ (2005): Hydrologischer Atlas. – 44 Blätter; Oppenheim.
- STECKHAN, W. (1973): Die Braunkohlen des Westerwaldes. – Hessisches Lagerstättenarchiv 6: 114 S., 47 Abb., 28 Abb.; Wiesbaden.
- WALTER, R. & DORN, P. (2007): Geologie von Mitteleuropa. – 511 S.; Stuttgart.
- WIEBER, G. (1999): Die Grubenwässer des ehemaligen Blei-, Zink-, Kupfer- und Quecksilberbergbaus an Beispielen des westlichen Rheinischen Schiefergebirges und der Saar-Nahe-Senke. – 250 S., Habil.; Gießen.

Manuskript eingegangen am 06.08.2019

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. GEORG H.E. WIEBER

¹Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

Emy-Roeder-Straße 5

D-55129 Mainz

²Johannes Gutenberg Universität Mainz, Institut für Geowissenschaften

J.-J.-Becher-Weg 21

D-55128 Mainz

E-Mail: wieber@uni-mainz.de

ELKE SCHEFFER

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord

Regionalstelle Montabaur

Kirchstraße 45

D-56410 Montabaur