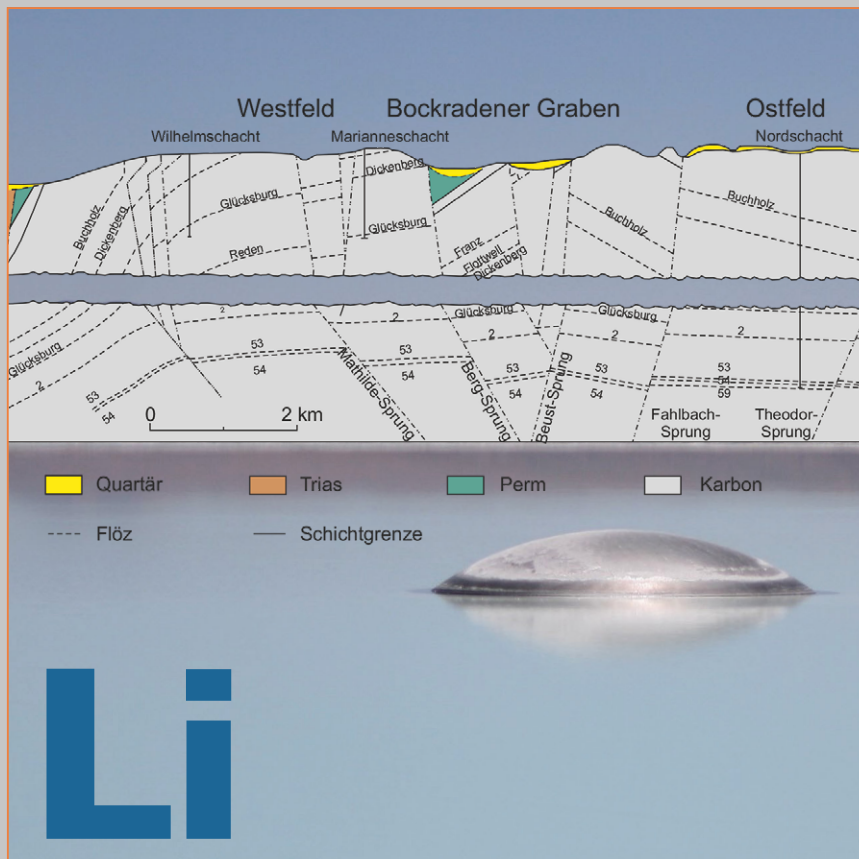


Kritischer Rohstoff Lithium: Gehalte und Potenziale in den Grubenwässern des stillgelegten Anthrazitbergwerkes Ibbenbüren

Von Georg H. E. Wieber & Marion Stemke



Kritischer Rohstoff Lithium: Gehalte und Potenziale in den Grubenwässern des stillgelegten Anthrazitbergwerkes Ibbenbüren

Von Georg H. E. Wieber^{1,2} & Marion Stemke¹

¹Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Geowissenschaften, Hydrogeochemie,
Johann-Joachim-Becher-Weg 21, 55128 Mainz

²Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Emy-Roeder-Straße 5, 55129 Mainz

Zitierweise: WIEBER, G. H. E.; STEMKE, M. (2022): Kritischer Rohstoff Lithium: Gehalte und Potenziale in den Grubenwässern des stillgelegten Anthrazitbergwerkes Ibbenbüren. – scriptumonline, **22**: 15 S., 6 Abb., 2 Tab.; Krefeld.
– [https://www.gd.nrw.de/pr_bs_scriptumonline.htm – <scriptumonline-22_2022-02.pdf>]

Inhalt

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 5 |
| 1.1 | Lithium-Vorkommen und hydrochemisches Verhalten | 5 |
| 1.2 | Geologie, Bergbau, bergbauliche Wasserwirtschaft | 7 |
| 2 | Lithium in Ibbenbüren | 11 |
| 2.1 | Lithium-Konzentrationen in Grubenwässern | 11 |
| 2.2 | Methoden der Lithium-Gewinnung | 11 |
| 2.3 | Rohstoffgeologische Bedeutung der Lithium-Gehalte in Ibbenbüren | 12 |
| 3 | Schlussfolgerungen | 13 |
| 4 | Literaturverzeichnis | 14 |
| | Impressum | 15 |

Kurzfassung:

Lithium zählt zu den kritischen Rohstoffen. Mit der Einführung und zunehmenden Nutzung von elektrisch betriebenen Fahrzeugen (Autos, Fahrräder und Roller) ist mit einer weiteren Zunahme des Bedarfs an Lithium zu rechnen.

In den Grubenwässern des stillgelegten Bergwerks Ibbenbüren der ehemaligen RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH sind erhöhte Lithium-Gehalte von bis zu 22 mg/l analysiert worden. Die Konzentrationen nehmen mit der Tiefe zu. Das Flutungskonzept sieht allerdings nicht die gezielte Fassung stärker lithiumhaltiger Wässer aus tieferen Bergwerksteilen vor. Nach erfolgter Flutung werden die aus den Grubenbauen abfließenden Wässer vielmehr überwiegend aus Sickerwasser bzw. aus Grundwasserneubildung bestehen. Daher ist in diesen Wässern nicht mit stark erhöhten Lithium-Gehalten zu rechnen. Allerdings weisen die Abflüsse des gefluteten Westfeldes mit 0,6 mg/l Lithium-Gehalte auf, die immerhin den dreifachen mittleren Konzentrationen von Meerwasser entsprechen. Eine wirtschaftliche Gewinnung ist aber derzeit nicht möglich.

Abstract:

Lithium is one of the critical raw materials. With the implementation and increasing use of electrically powered vehicles (cars, bicycles and scooters), a further increase in the demand for lithium is to be expected.

Elevated lithium levels of up to 22 mg/l have been analysed in the mine water of the closed Ibbenbüren coal mine of the former RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH. The concentrations increase with depth. However, the flooding concept does not provide for the targeted collection of water with a higher lithium content from deeper parts of the mine. After flooding, the water flowing out of the mine workings will consist mainly of seepage water or groundwater recharge. Therefore, strongly increased lithium contents are not to be expected in these waters. However, the discharge from the flooded West Field has lithium contents of 0.6 mg/l, which is three times the average concentration of seawater. Therefore, an economic extraction is not possible at present.

Schlüsselwörter:

Grubenwasser, Lithium, kritischer Rohstoff, Anthrazitkohlenbergwerk Ibbenbüren

Keywords:

mine water, lithium, critical raw material, anthracite coal mine Ibbenbüren

1 Einleitung

Lithium zählt gemäß der Einstufung der Deutschen Rohstoffagentur und der Europäischen Union (MARSCHIEDER-WEIDEMANN et al. 2016; European Union 2020) zu den kritischen Rohstoffen. Zu den Hauptabnehmern zählen die Akku-, die Keramik- und die Glasindustrie. Gerade für die Produktion von Lithium-Akkus nimmt die Nachfrage aufgrund der wachsenden E-Mobilität derzeit deutlich zu. Soweit batteriebetriebene Fahrzeuge global weiter steigende Absätze erzielen, kann sich der Bedarf nochmals stark erhöhen.

Im Rahmen der Stiftung *Forum Bergbau Wasser* wurden durch die Autoren Untersuchungen in den Wässern der stillgelegten Steinkohlenbergwerke des Ruhrgebietes, Ibbenbürens und des Saarlandes zum Vorkommen von kritischen Rohstoffen durchgeführt. Im Rahmen der Literaturrecherchen wurden chemische Analysen- und wissenschaftliche Untersuchungsergebnisse ermittelt. Ergänzend konnten die Analysenergebnisse von aktuellen Grubenwasser-Einleitungen recherchiert und eigene Probenahmen untertage durchgeführt werden. So wurde ein Repertoire von insgesamt 325 Grubenwasser-Analysen aus Ibbenbüren für den Zeitraum von 1957 bis 2021 zusammengetragen, wobei Lithium nicht zum Standard-Untersuchungsprogramm zählt.

1.1 Lithium-Vorkommen und hydrochemisches Verhalten

Nach § 3 Abs. 3 Bundesberggesetz (BBergG) zählt Lithium zu den bergfreien Bodenschätzen. Hohe Lithium-Gehalte treten vor allem in sauren Eruptivgesteinen wie z.B. Granit-Pegmatiten auf (MERKEL & SPERLING 1998; MARSCHIEDER-WEIDEMANN et al. 2016). Ca. 150 Lithium-Mineralen sind bekannt (z. B. Li-Glimmer wie Lepidolith und Zinnwaldit, Turmaline wie Elbait oder Fluoride wie Kryolithionit u. a. m.). Das wirtschaftlich wichtigste lithiumhaltige Mineral in Pegmatiten ist Spodumen, untergeordnete Bedeutung haben Petalit, Amblygonit, Eucryptit und Lepidolith (MARSCHIEDER-WEIDEMANN et al. 2016).

In Böden können Lithium-Gehalte von 1,2 bis 200 mg/kg vorkommen (WEDEPOHL 1978), wobei mit den höchsten Konzentrationen in Böden aus Gneisen, Tonschiefern, glimmerreichen Gesteinen sowie Greisen zu rechnen ist (MERKEL & SPERLING 1998).

Die bedeutendsten bekannten Lithium-Lagerstätten befinden sich – nach abnehmenden Reserven sortiert – in Chile (8 Mio. t), Australien (2,7 Mio. t), Argentinien (2,0 Mio. t) und China (1,0 Mio. t). In Europa verfügt Portugal über kleinere Vorkommen. Die weltweiten Reserven werden auf rund 14,5 Millionen Tonnen geschätzt (BGR 2020). Dies entspricht den 165-fachen Fördermengen aus dem Jahre 2018 (GRIMMER 2020). MERKEL & SPERLING (1998) geben darüber hinaus wichtige Lagerstätten in den USA, Kanada, Brasilien und den GUS-Staaten an. Die größten Ressourcen mit 9 Millionen Tonnen werden in Bolivien vermutet (MARSCHIEDER-WEIDEMANN et al. 2016; Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages 2019).

Auch in Deutschland hat sich der Bedarf aufgrund der zunehmenden Elektromobilität erhöht und es finden derzeit Explorationen auf Lithium statt. So wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes der Bergakademie Freiberg und der Deutschen Lithium GmbH im Altenberger Zinnrevier (Sachsen) beidseits der deutsch-tschechischen Grenze eins der größten Lithium-Vorkommen Europas entdeckt (GERLACH & WALTZ 2020). Es handelt sich dabei um Lithium-Anreicherungen im Gestein (Greise).

Darüber hinaus sind hohe Lithium-Konzentrationen in höher mineralisierten Tiefenwässern und Solen bekannt (Tab. 1). Daraus resultieren in Deutschland Überlegungen, Lithium bei geeigneten tiefeingethermischen Bestandsanlagen mitzugewinnen.

| | Lithium ($\mu\text{g/l}$) | Literatur |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Flusswasser | 0,1 – 400 Mittelwert: 23 | WEDEPOHL (1978) |
| Meerwasser | 190 | MERKEL & SPERLING (1998) |
| Totes Meer | 17 600 | RATNER & LUDMER (1964) |
| Thermalwässer | häufig: 2 000 – 5 000 | MERKEL & SPERLING (1998) |
| Solen und Formationswässer | 40 – 100 000 Mittelwert: 26 000 | MERKEL & SPERLING (1998) |
| Solen Oberkarbon Ruhrgebiet | 76 200 | KÄSS (1964) |
| Tiefengrundwässer Oberrheingraben | 200 000 | GRIMMER (2020) |

Tab. 1: Lithium-Konzentrationen in der Hydrosphäre (Auswahl Literaturrecherche)

Am Oberrheingraben finden Explorations- und Bergbauprojekte der Vulcan Energy Resources statt, die dort Lithium-Vorräte von ca. 2,5 Millionen Tonnen annimmt (BGR 2020). Die etwa 300 km lange und bis zu 40 km breite Tiefebene erstreckt sich am oberen Mittellauf des Rheins (HARNLOFF 2021). Das Lithium ist dort in den salzhaltigen Thermalwässern gelöst (WITSCH 2021). Gemäß Firmenangaben soll es sich dabei um die größte Lithium-Ressource Europas handeln. Bis 2024 sollen in zwei Anlagen 15 000 Tonnen Lithiumhydroxid gewonnen werden (ntv 2021). In einer zweiten Phase sind ab 2025 drei weitere Anlagen mit einem Volumen von 40 000 Tonnen geplant. Damit könnten Batteriezellen für 1 Million Fahrzeuge hergestellt werden (ntv 2021).

Lithiumsalze sind gut in Wasser löslich (z. B. LiCl : 832 g/l bei 20 °C oder LiSO_4 : 342 g/l bei 25 °C). In wässrigen Lösungen wird Lithium über Kationenaustausch im Vergleich mit anderen Kationen der Alkali- und Erdalkalimetalle zu einem geringeren Anteil gebunden. Die Bindung an organische Substanzen ist hingegen besser als bei Kalium und Natrium (MERKEL & SPERLING 1998).

1.2 Geologie, Bergbau, bergbauliche Wasserwirtschaft

Ibbenbüren befindet sich im Norden von Nordrhein-Westfalen, ca. 40 km nördlich von Münster. Die Anthrazit-Lagerstätte besteht aus einem Karbon-Horst, der am Ende der Kreide-Zeit aus dem Umland herausgehoben wurde und heute morphologisch um mehr als Hundert Meter herausragt (Abb. 1 u. 2). Die anstehenden Schichten des Karbons sind teilweise von quartärzeitlichen Sedimenten bedeckt. Im Bockradener Graben erreichen diese Sedimente eine Mächtigkeit von bis zu 60 m (BUSCH et al. 2016).

Gegenüber dem mesozoischen Umland wird die Karbon-Scholle durch zwei Nordwest – Südost streichende Störungssysteme – die nördliche und südliche Karbon-Randverwerfung – begrenzt (MELCHERS & WESTERMANN & REKER 2019). Darüber hinaus ist die Karbon-Scholle durch zahlreiche Querstörungen in mehrere kleinere Blöcke zerteilt.

Die Lagerstätte ist durch Störungssysteme dreigeteilt in Westfeld, Bockradener Graben und Ostfeld (DMT 2019; s. Abb. 1 u. 2).

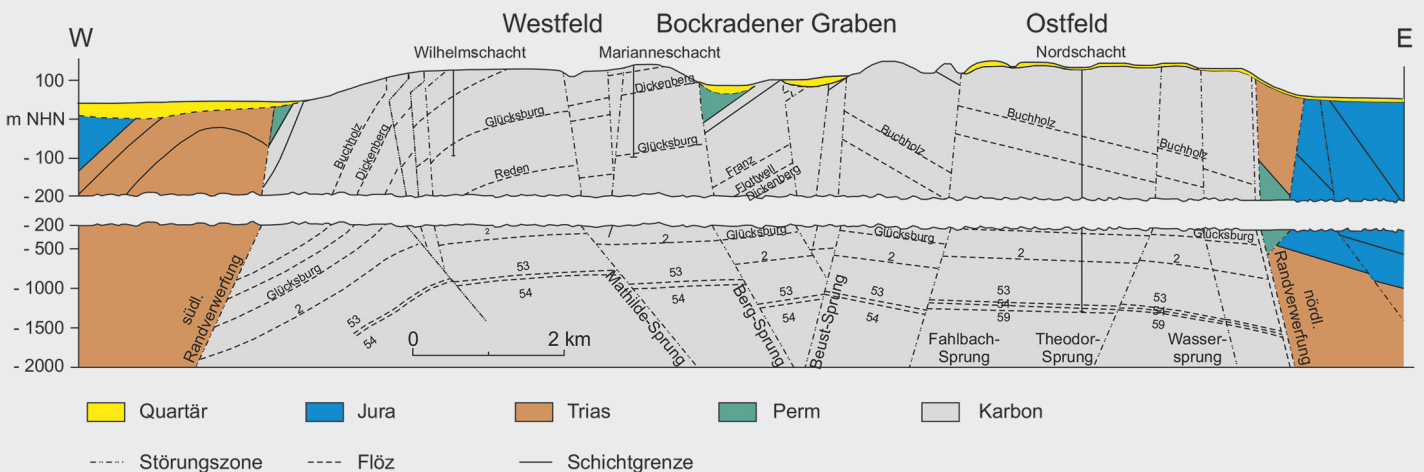


Abb. 1: Geologie der Karbon-Scholle in Ibbenbüren (STEMKE & WIEBER 2021, verändert)

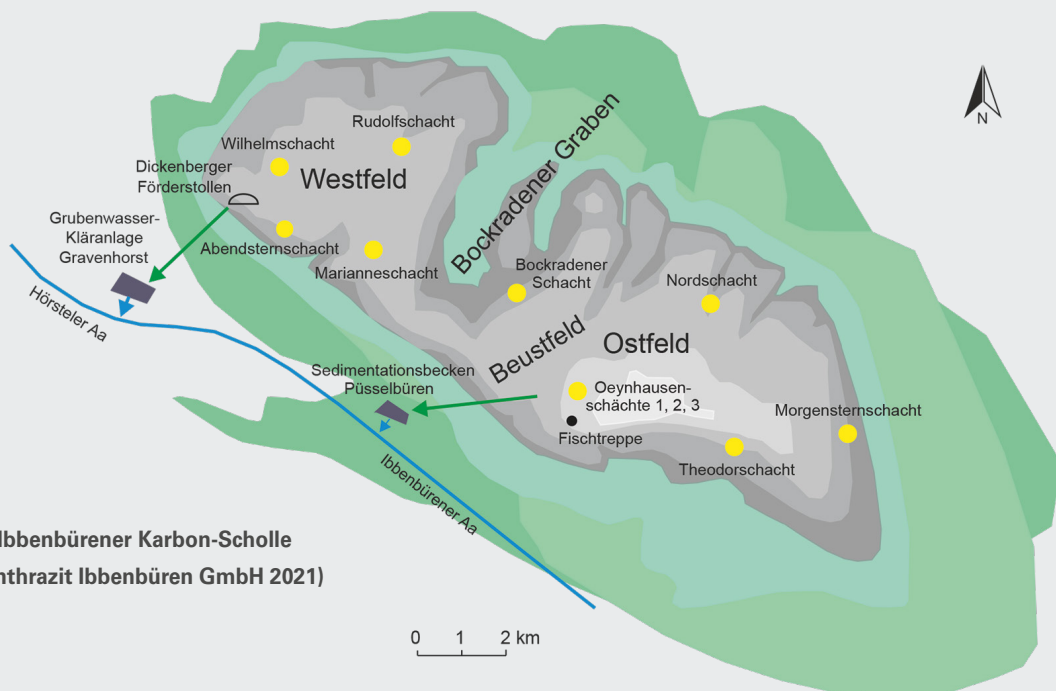


Abb. 2: Gliederung der Ibbenbürener Karbon-Scholle (verändert nach RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH 2021)

Erschlossen ist das Westfeld durch die Schächte Wilhelm-, Abendstern-, Marianne- und Rudolfschacht (Abb. 3). Der Abbau im Westfeld reichte gemäß DMT (2019) bis ca. -500 m NHN (Flöz 2) und erfolgte über die 1. Sohle (ca. +35 m NHN), die 2. Sohle (ca. -78 m NHN), die sogenannte Teilsohle (ca. -180 m NHN), die 3. Sohle (ca. -280 m NHN) und die 4. Sohle (ca. -480 m NHN). Abgebaut wurden die Flöze Flottwell, Alexander, Dickenberg, Buchholz, Glücksburg, Bentingsbank, Reden und Flöz 2 (Abb. 3). Die Abbaufäche des Westfeldes betrug auf der ersten Sohle ca. 5,0 x 3,5 km (DMT 2019). Als Förderstollen wurde der Dickenberger Förderstollen (ca. +65 m NHN) vorgetrieben.

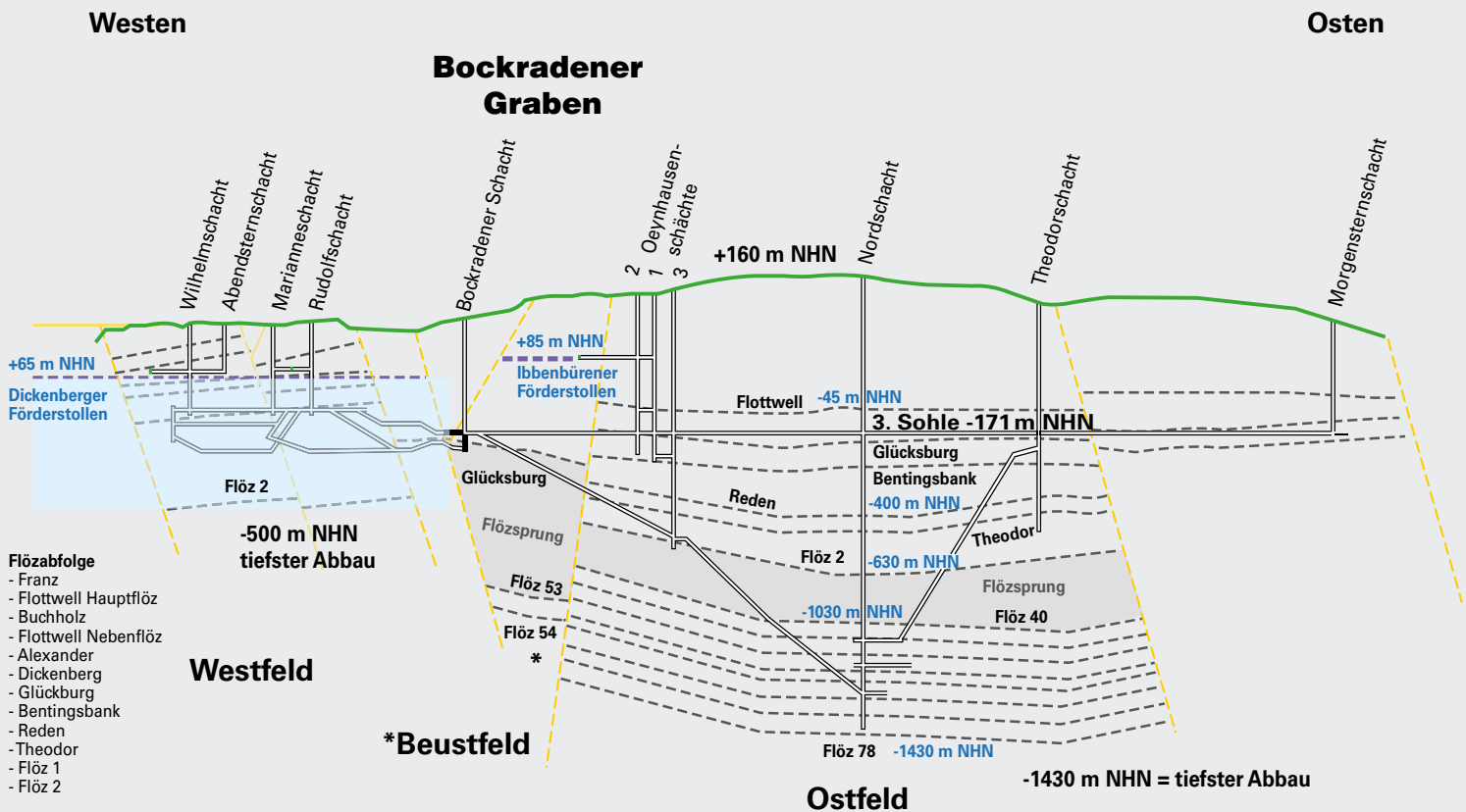


Abb. 3: Schematisches Querprofil des Anthrazitkohlenbergwerks Ibbenbüren (ergänzt auf Grundlage DMT 2019)

Im Ostfeld erfolgte bis in die 1970er-Jahre zunächst der Abbau der oberflächennahen Flöze vergleichbar dem Westfeld. Unterhalb von Flöz 2 im Ostfeld, das bei -630 m NHN im Bereich des Nordschachtes angetroffen wurde, steht eine bis über 400 m mächtige Folge (sogenannter „Flözsprung“) ohne bauwürdige Flöze an (DMT 2019). Darunter folgen wieder Steinkohlenflöze (Abb. 3), die bis in eine Tiefe von ca. -1430 m NHN abgebaut wurden (DMT 2019). Erschlossen ist das Ostfeld durch die Oeynhausenschächte 1, 2, 3 sowie durch den Nord- und den Theodorschacht (Abb. 2 u. 3). Der Nordschacht durchteuft die gesamte Flözabfolge des Ostfeldes, während die anderen Schächte nur die oberen Bereiche der Lagerstätte erschließen (Abb. 3). Der Bockradener Schacht und der Theodorschacht sind mit dem Nordschacht im Untergrund verbunden.

Zwischen Ost- und Westfeld befindet sich die Struktur des Bockradener Grabens (Abb. 2 u. 3) mit dem Abbau im Beustfeld und den dort bauwürdigen Flözen Glücksburg, 53 und 54. Sie sind durch eine mächtige taube Gesteinsfolge – den sogenannten „Flözsprung“ (s. zuvor) – voneinander getrennt (Abb. 3).

Der Kohleabbau im Westfeld wurde bereits Ende der 1970er-Jahre eingestellt. Der Bergwerksteil wurde geflutet und entwässert – heute auf einem Niveau von ca. +65 m NHN über den Dickenberger Förderstollen (Abb. 3 u. 4) und eine Grubenwasser-Kläranlage (Abb. 5) – in die Vorfluter (DMT 2019). In den Jahren 1970 bis 1979, während der aktiven Förderung, umfasste die Wasserhaltung im Schnitt 15,1 m³/min, entsprechend ca. 252 l/s (DMT 2019). Im Jahre 2008 lag sie zwischen 5 000 und 25 000 m³/Tag (RUDAKOV & COLDEWEY & GOERKE-MALLET 2014), entsprechend 3,47 – 17,3 m³/min bzw. 58 – 290 l/s. Der mittlere Abfluss des Westfeldes nach der Flutung wurde mit 8,1 m³/min (entsprechend 135 l/s) modelliert (DMT 2019).



Abb. 4: Entwässerung des Westfeldes über den Dickenberger Förderstollen

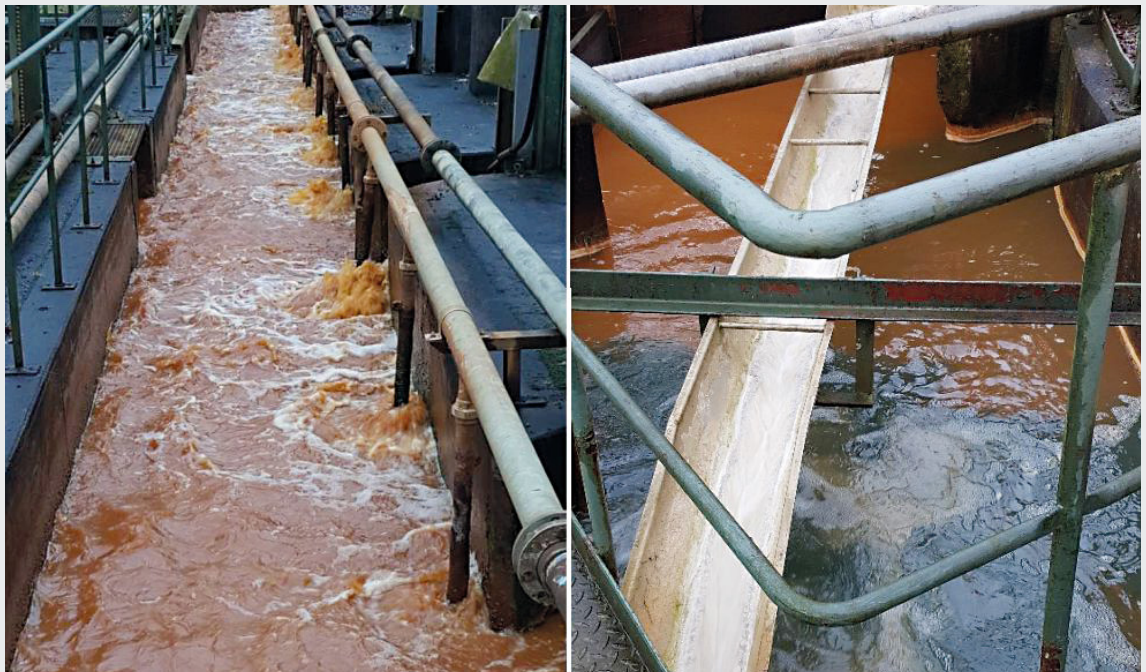


Abb. 5: Grubenwasser-Kläranlage Gravenhorst

Laut DMT (2019) betrug das am Stollenmundloch des Dickenberger Förderstollens 1983 – nach erfolgter Flutung – austretende maximale Wasservolumen 12 m³/min, entsprechend 200 l/s. Davon waren 2 m³/min auf den Zutritt gering mineralisierter Wässer über den Wilhelmschacht zurückzuführen, während das Hauptvolumen aus dem Zufluss oberflächennaher Wässer stammte. Nach DMT (2019) variieren die abfließenden Wassermengen deutlich, liegen jedoch überwiegend zwischen 4 und 15 m³/min (entsprechend 67 – 250 l/s). Das Grubenwasser weist infolge der Lösung von Sekundärmineralien in ehemaligen Abbaubereichen z. T. saure pH-Werte sowie hohe Sulfat- (>1 600 mg/l) und Eisenkonzentrationen (>100 mg/l) auf (DMT 2019; RINDER et al. 2020).

Der Anthrazitkohlenbergbau im Ostfeld endete im Jahre 2018. Die Wasserhaltung (Abb. 3) erfolgte über den Ibbenbürener Förderstollen (+85 m NHN). Nach erfolgter Flutung sieht das Flutungskonzept der RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH die Ableitung über einen noch aufzufahrenden „Grubenwasserkanal“ sowie den Dickenberger Förderstollen vor. Randlich des Ostfeldes befinden sich ehemalige Erzgruben, die z. T. in hydraulischem Kontakt mit dem Anthrazitkohlenbergwerk stehen. Über die südliche Randverwerfung erfolgte beispielsweise 1894 ein Wassereinbruch in das Ostfeld (DMT 2019).

Das Flutungskonzept für das Ostfeld (DMT 2019) sieht einen Wasseranstieg auf ein Niveau von +63 m NHN vor. Dabei sollen keine Grubenwasserabflüsse in die nicht bergbaulich genutzte Umgebung stattfinden und die Abflüsse über die tiefen Stollen auf ein möglichst geringes Volumen reduziert werden. Das Grubenwasser soll über den noch zu erstellenden „Grubenwasserkanal“ der Grubenwasser-Kläranlage Gravenhorst (s. Abb. 2) zugeleitet werden (DMT 2019). Der mittlere Abfluss des Ostfeldes wurde von DMT (2019) mit 4,46 m³/min (entsprechend 74,3 l/s) prognostiziert.

Ziel des Flutungskonzeptes für das gesamte Bergwerk ist die Reduzierung der Abflüsse auf das Sickerwasser der Karbon-Oberfläche. Nach DMT (2019) ist von mittleren Abflüssen von 4,46 m³/min (Ostfeld) sowie 8,1 m³/min (Westfeld) auszugehen, wobei mit starken Schwankungen zu rechnen ist (Westfeld überwiegend 4 – 15 m³/min).

Ost- und Westfeld waren über eine Wetterstrecke (Flöz Buchholz), die aber über Hochdruckdämme wieder geschlossen wurde (DMT 2019), und den Bockradener Schacht miteinander verbunden (Abb. 3).

2 Lithium in Ibbenbüren

2.1 Lithium-Konzentrationen in Grubenwässern

Bei den über Entwässerungsstollen austretenden Grubenwässern wurden Lithium-Gehalte von 0,60 – 0,69 mg/l (Dickenberger Förderstollen, Entwässerung Westfeld) bzw. 5,07 mg/l („Fischtreppe“, Ableitung Ostfeld) analysiert. Aus dem Ostfeld liegen insgesamt 54 Lithium-Analysen vor. Die sieben höchsten Konzentrationen (Tab. 2) traten an Proben aus Flöz 74 mit 21,8 mg/l (-1320 m NHN) bzw. 21,7 mg/l (-1385 m NHN), bei drei Probenahmestellen aus Flöz 54 sowie bei zwei aus dem Flöz Glücksburg bzw. aus der 4. Sohle des Nordschachtes mit Konzentrationen von 14 – 22 mg/l auf (BÄSSLER 1970; DOMALSKI 1988; RINDER et al. 2020).

In benachbarten Solebohrungen/-aufschlüssen (Sole Bentheim 16, Sole Fürstenquelle, Solebohrung Bad Essen) wurden 26,3 – 33,5 mg/l Lithium nachgewiesen. Die mit Abstand höchsten Konzentrationen wurden in der Bohrung Laer Z1 in Teufen von -4648 sowie -4824 m mit 145 bzw. 163 mg/l Lithium ermittelt.

| Teufenbereich in m NHN | Anzahl der Analysen | min. (mg/l) | max. (mg/l) | arithmetischer Mittelwert (mg/l) |
|------------------------|---------------------|-------------|-------------|----------------------------------|
| > -250 | 16 | 0,03 | 5,07 | 0,78 |
| -250 bis -500 | 12 | 0,15 | 22 | 4,69 |
| -500 bis -750 | 13 | 3,9 | 16 | 8,98 |
| -750 bis -1000 | 4 | 9,8 | 20 | 15,4 |
| < -1000 | 9 | 8,75 | 22 | 16,07 |

Tab. 2: Lithium-Konzentrationen in den Grubenwässern des Anthrazitkohlenbergwerks Ibbenbüren

2.2 Methoden der Lithium-Gewinnung

Die Gewinnung von Lithium ist durch den bergmännischen Abbau von lithiumreichen Gesteinen möglich (z. B. Australien). Daneben ist die Anreicherung aus Solen durch Verdunstung weit verbreitet. In Südamerika wird lithiumreiches Tiefenwasser („Salzwasser“) gefördert und in großen Becken verdunstet, bis es als Lithium-Karbonat gewonnen werden kann (Abb. 6). Diese Art der Rohstoffgewinnung wird allerdings für sinkende Grundwasserstände und zunehmende Austrocknung in der ohnehin schon wasserarmen Region verantwortlich gemacht (HARNLOFF 2021; WITCH 2021). Weitere Möglichkeiten stellen die Gewinnung aus den Solen durch Ionentauscher und die Flüssigextraktion dar (GRIMMER 2020).

Ein innovatives Verfahren bei bestehenden tiefergeothermischen Anlagen wurde von Mitarbeitern des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) entwickelt (GRIMMER 2020). Der Vorteil liegt darin, dass die lithiumhaltigen Thermalwässer ohnehin für die Energiegewinnung gefördert werden. Der Prozess der Lithium-Gewinnung kann hierbei zwischengeschaltet werden, sodass keine größeren Abraumhalden entstehen und die Wässer anschließend wieder in die Tiefenaquifere zurückgeleitet werden können, aus denen sie auch gefördert wurden.

Daneben gibt es Forschungsansätze, Lithium über Elektroden direkt aus Meerwasser oder aus Anlagen der Meerwasserentsalzung zu gewinnen (MAXIMILIAN 2020).



Abb. 6: Lithium-Gewinnung in Argentinien, Salar de hombre muerto

2.3 Rohstoffgeologische Bedeutung der Lithium-Gehalte in Ibbenbüren

Derzeit laufen einige Forschungsvorhaben zur Gewinnung von Lithium aus Wasser. Es direkt aus Meerwasser zu gewinnen, stellt aktuell noch keine Alternative zur konventionellen Lithium-Gewinnung in den Ländern Bolivien, Chile und Argentinien dar, die zusammen etwa 70 % der bekannten mineralischen Lithium-Vorkommen der Erde besitzen.

Gegenüber den durchschnittlichen Lithium-Gehalten von Meerwasser in Höhe von ca. 0,2 mg/l (MERKEL & SPERLING 1998) ist in den auslaufenden Grubenwässern des Anthrazitkohlenbergwerks in Ibbenbüren auch nach erfolgter Flutung gegenüber dem Meerwasser mit höheren Gehalten zu rechnen. So liegen in der Entwässerung des Westfeldes über den Dickenberger Förderstollen die Lithium-Gehalte um etwa den Faktor 3 oberhalb der durchschnittlichen Konzentrationen im Meerwasser. Aus der Entwässerung des Ostfeldes weisen Analysenergebnisse an der Lokalität „Fischtreppe“ Konzentrationen von >5 mg/l Lithium nach. Im Zuge der untertägigen Rückbauarbeiten wurde am 09.06.2020 die Wasserhaltung im Ostfeld eingestellt. Die Probenahmestelle „Fischtreppe“ ist seitdem nicht mehr in Betrieb (Angabe der RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH). Die durchschnittlichen Lithium-Gehalte nehmen im Ostfeld mit der Tiefe zu (Tab. 2: max. 22 mg/l).

Bei der Flutung und den damit verbundenen höheren Grubenwasserständen ist jedoch mit nachlassenden Schüttungen und einer geringeren Mineralisation zu rechnen (DMT 2019), da der Anteil an Tiefenwässern gegenüber oberflächennäheren Grund- und Sickerwässern abnimmt (WIEBER & STEMKE 2021). Eine gezielte Fassung von stärker lithiumhaltigen Wässern ist nicht vorgesehen. Nach erfolgter Flutung werden die aus den Grubenbauen abfließenden Wässer überwiegend aus Sickerwasser bzw. Grundwasserneubildung bestehen, daher ist nicht mit hohen Lithium-Gehalten zu rechnen. Allerdings weisen die Abflüsse des Dickenberger Förderstollens mit ca. 0,6 mg/l durchaus erhöhte Lithium-Gehalte auf. Zu Beginn der Flutung ist durch die Ausspülung von Salzen aus den Hohlräumen mit dem Zufluss hoch mineralisierter Wässer zu rechnen. DMT (2019) geht von vergleichbaren Verhältnissen im Ost- und Westfeld aus. Somit kann als erster Anhaltswert die Konzentration von 0,6 mg/l Lithium angenommen werden. Soweit das Lithium allerdings weitgehend aus Auswaschungsprozessen stammt, werden sich die Konzentrationen im Laufe der Zeit reduzieren. Unter Annahme von 0,6 mg/l Lithium in den auslaufenden Grubenwässern nach Flutung beträgt die Lithium-Fracht ca. 4000 kg/Jahr.

3 Schlussfolgerungen

In einem normalen Elektroauto-Akku mit 90 Kilowattstunden Leistung sind ca. 13,5 kg Lithium verbaut (MÄRZ 2019). Damit könnten die Grubenwässer „Ibbenbüren“ nur einen kleinen Beitrag zur Lithium-Gewinnung erbringen. Die Vorteile bei den dort frei zutage tretenden Grubenwässern wären jedoch, dass dafür nur ein zusätzlicher Schritt bei der Aufbereitung notwendig ist und mit einer Erhöhung der Abfallmengen nicht gerechnet werden muss. Mit fortschreitendem Stand der Technik könnte sich diese Methode durchaus als wirtschaftlich erweisen. Die Entwicklung der Lithium-Gehalte in den Grubenwässern sollte kritisch überwacht und die technische Entwicklung der Lithium-Gewinnung aus Meer- und Thermalwässern (insbesondere Geothermie) beobachtet werden. Beim derzeitigen Stand der Technik ist eine wirtschaftliche Gewinnung nicht möglich. Die Autoren planen aktuell, ein ergänzendes Forschungsvorhaben zur selektiven Adsorption/Fällung von Lithium aus den Grubenwässern in Ibbenbüren durchzuführen.

Einen sehr interessanten Ansatz stellen Forschungsvorhaben zur Lithium-Gewinnung aus den Thermalwässern bestehender Geothermieranlagen am Oberrhein dar. Auch hier würde die Lithium-Gewinnung „nur“ einen zusätzlichen Schritt zwischen der Energiegewinnung und Reinfiltration der abgekühlten Wässer darstellen. Die Lithium-Gehalte sind allerdings mit bis zu 200 mg/l gegenüber den Grubenwässern in Ibbenbüren um ein Vielfaches höher.

4 Literaturverzeichnis

- BÄSSLER, R. (1970): Hydrogeologische, chemische und Isotopen-Untersuchungen der Grubenwässer des Ibbenbürener Steinkohlenreviers. – Z. dt. geol. Ges., Sonderh. Hydrogeol. Hydrogeochem.: 209 – 286, 28 Abb., 1 Tab.-Anh.; Hannover.
- BBergG (1980): Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), das durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist; Berlin [u. a.] (de Gruyter).
- BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2020): Lithium. – Rohstoffwirtschaftliche Steckbriefe: 6 S., 4 Abb., 3 Tab.; Hannover.
- BUSCH, W.; WALTER, D.; XI, F.; YIN, X.; COLDEWEY, W.G.; WESCHE, D.; HEJMANOWSKI, R.; MALINOWSKA, A.; KWINTA, A.; WITKOWSKI, W. T. (2016) Bergwerk Ibbenbüren der RAG AG. – Analyse von Senkungserscheinungen außerhalb des prognostizierten Einwirkungsbereiches: 240 S., 164 Abb., 16 Tab., 5 Anl.; Clausthal-Zellerfeld. – [Gutachten TU Clausthal im Auftrag d. Bez.-Reg. Arnsberg – Abt. Bergbau u. Energie NRW]
- DOMALSKI, R. F. (1988): Bergmännische Wasserwirtschaft der Steinkohlenbergwerke Preussag AG Kohle/Ibbenbüren und Gewerkschaft Sophia-Jacoba/Hückelhoven: ein Vergleich. – Mitt. westf. Berggewerkschaftskasse, **60**: III + 174 S., 12 Abb., 18 Tab., 48 Beil.; Anh. 99 S., 40 Tab.; Bochum.
- DMT (2019): Prognose zur optimierten Wasserannahme nach Stilllegung des Steinkohlenbergwerkes Ibbenbüren (Ostfeld). – Abschlussbetriebsplan des Steinkohlenbergwerkes Ibbenbüren: Anlage 17: 104 S., 70 Abb., 8 Tab.; Bochum.
- European Union (2020): Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability: 4 Abb.; Brussels – [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0297>; letzter Zugriff 07.07.2021]
- GERLACH, A.; WALTZ, M. (2020): Lithium im Erzgebirge – Goldgräberstimmung in Sachsen: 3 Abb. – [<https://www.deutschlandfunk.de/lithium-im-erzgebirge-goldgraeberstimmung-in-sachsen>]
- GRIMMER, J. (2020): Schlechtes Gewissen – Lithium ist der Treibstoff der Elektromobilität. – Stuttgarter Nachrichten vom 24.10.2020: 1 S.; Stuttgart.
- HARNLOFF, TH. (2021): Rohstoff für E-Auto-Batterien aus Deutschland – [<https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/lithium-elektroauto-akkus-deutschland-oberrheingraben/> vom 30.03.2021; letzter Zugriff 07.07.2021]
- KÄSS, W. (1964): Ergebnisse der chemischen Untersuchungen von Solen des Steinkohlebezirks an der Ruhr. – Z. dt. geol. Ges., **116**: 244 – 253; Hannover.
- MÄRZ, O. (2019): Lithium und Kobalt in Elektroauto-Akkus: Alle Infos. – [<https://efahrer.chip.de/lithium-und-kobalt-in-elektroauto-akkus-alle-infos-1-101116>; letzter Zugriff 07.07.2021]
- MARSCHIEDER-WEIDEMANN, F.; LANGKAU, S.; HUMMEN, T.; ERDMANN, L.; TERCERO ESPINOZA, L.; ANGERER, G.; MARWEDE, M.; BENECKE, ST. (2016): Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2016. – DERA Rohstoffinformationen, **28**: 353 S.; Berlin.
- MELCHERS, CH.; WESTERMANN, S.; REKER, B. (2019): Evaluierung von Grubenwasseranstiegsprozessen. – Berichte zum Nachbergbau, **1**: 130 S.; Bochum.
- MAXIMILIAN, G. (2020): Lithiumgewinnung auf Basis von Meerwasser. – [<https://battery-news.de/index.php/2020/07/14/lithiumgewinnung-auf-basis-von-meerwasser/>; letzter Zugriff 07.07.2021]
- MERKEL, B.; SPERLING, B. (1998): Hydrogeochemische Stoffsysteme, Teil II. – DVWK Schriften, **117**: 397 S.; Bonn.
- ntv (2021): Batterien für E-Autos: Kommt Lithium künftig vom Rhein? – [<https://www.n-tv.de/wirtschaft/Kommt-Lithium-kuenftig-vom-Rhein-article22519224.html>; letzter Zugriff 06.07.2021]
- RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH (2021): Die Fließwege des Grubenwassers. Ableitung aus dem Bergwerk Ibbenbüren. – [www.rag-anthrazit-ibbenbueren.de; letzter Zugriff 13.07.2021]
- RATNER, R.; LUDMER, Z. (1964): Separation of Lithium by Ion Exchange Chromatography. – Israel J. Chem., **2** (1): 21 – 24.
- RINDER, TH.; DIETZEL, M.; STAMMEIER, J. A.; LEIS, A.; BEDOYA-GONZÁLEZ, D.; HILBERG, S. (2020). Geochemistry of coal mine drainage, groundwater, and brines from the Ibbenbüren mine, Germany: A coupled elemental-isotopic approach. – Appl. Geochem., **121**: 104693. – [doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104693; letzter Zugriff 07.07.2021]
- RUDAKOV, D. V.; COLDEWEY, W. G.; GOERKE-MALLET, P. (2014): Modelling the Inflow and Discharge from Underground Structures within the Abandoned Hardcoal Mining Area of West Field (Ibbenbüren). – China University of Mining and Technology Press: 699 – 705, 3 Abb., 1 Tab.; Xuzhou.

- STEMKE, M.; WIEBER, G. (2021): Utilisation Of Mine Water From Abandoned Mines – Example “Anthracite Mine Ibbenbüren”, Germany. – In: STANLEY, P.; WOLKERSDORFER, CH.; WOLKERSDORFER, K.: Mine Water Management for Future Generations: 526 – 531; Cardiff, Wales, United Kingdom (Natural Resources Wales, The Coal Authority, Welsh Government, Cardiff University). https://www.imwa.info/docs/imwa_2021/IMWA2021_Stemke_526.pdf
- WEDEPOHL, K. H. (1978): Handbook of Geochemistry. – Vol. 2, Part 5: XXXII + 1546 S., 266 Abb., 676 Tab.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- WIEBER, G. H. E.; STEMKE, M. (2021): Grundlagen des Wasseranstiegs in stillgelegten deutschen Steinkohlegruben. – bbr, 4/2021: 6 S., 8 Abb., 2 Tab.; Bonn.
- Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages (2019): Lithium: Vorkommen, Abbau und ökologische Auswirkungen in Bolivien. – WD 8 – 3000-135/18: 12 S.; Berlin.
- WITSCH, K. (2021): Unter dem Rhein liegt Europas größtes Lithium-Vorkommen. – [<https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/elektromobilitaet-unter-dem-rhein-liegt-europas-groesstes-lithium-vorkommen/27037476.html?ticket=ST-1350097-iOxylgACpxfNnB9JmFxs-cas01.example.org>; letzter Zugriff 15.10.2021]

Impressum

Alle Rechte vorbehalten

scriptum^{online}

Geowissenschaftliche Arbeitsergebnisse aus Nordrhein-Westfalen

© 2022 Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen – Landesbetrieb –
De-Greiff-Straße 195 · 47803 Krefeld · Postfach 10 07 63 · 47707 Krefeld
Fon 0 21 51 897-0 · poststelle@gd.nrw.de
www.gd.nrw.de

Satz und Gestaltung:

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen

Für den Inhalt des Beitrags sind die Autoren allein verantwortlich.

scriptum^{online} erscheint in unregelmäßigen Abständen.

Kostenloser Download über www.gd.nrw.de

ISSN 2510-1331