

DIGITALES ARCHIV

ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
ZBW – Leibniz Information Centre for Economics

Henning, Sören; Szurlies, Michael; Graupner, Torsten et al.

Book

Kritische mineralische Rohstoffe in Deutschland : Gewinnung und Exploration

Provided in Cooperation with:

DERA - Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Berlin

Reference: Henning, Sören/Szurlies, Michael et. al. (2024). Kritische mineralische Rohstoffe in Deutschland : Gewinnung und Exploration. Stand: August 2024. Hannover : B1.2 Geologie der mineralischen Rohstoffe, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).
https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/73_Kritische_mineralische_Rohstoffe.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

doi:10.25928/qs41-xb85.
This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/11159/701104>

Kontakt/Contact

ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft/Leibniz Information Centre for Economics
Düsternbrooker Weg 120
24105 Kiel (Germany)
E-Mail: [rights\[at\]zbw.eu](mailto:rights[at]zbw.eu)
<https://www.zbw.eu/>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Dieses Dokument darf zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Sofern für das Dokument eine Open-Content-Lizenz verwendet wurde, so gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

<https://savearchive.zbw.eu/termsfuse>

Terms of use:

This document may be saved and copied for your personal and scholarly purposes. You are not to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public. If the document is made available under a Creative Commons Licence you may exercise further usage rights as specified in the licence.

Kritische mineralische Rohstoffe in Deutschland – Gewinnung und Exploration

Sören Henning, Michael Szurlies, Torsten Graupner, Corinna Eicke



Untertägige Gewinnung im Graphitbergwerk Kropfmühl (Bayern), Foto: Graphit Kropfmühl GmbH (mit frdl. Genehmigung).

Eine sichere und nachhaltige Versorgung mit mineralischen Rohstoffen ist von zentraler Bedeutung für die heimischen Wertschöpfungsketten und damit für die Wettbewerbsfähigkeit des Industrie- und Technologiestandorts Deutschland. Aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung und der Urbanisierung, der Industrialisierung der Schwellenländer, der fortschreitenden Digitalisierung sowie der Verkehrs- und Energiewende steigt der weltweite Rohstoffbedarf an mineralischen

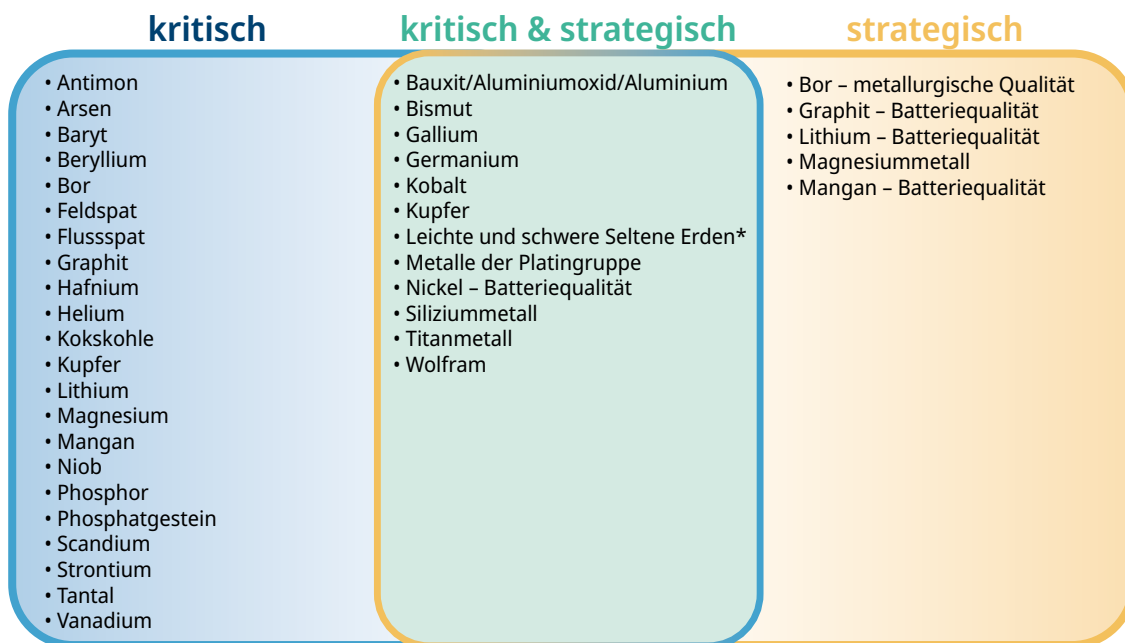
Rohstoffen stetig. In Deutschland sind Erhalt und Ausbau der Verkehrsinfrastruktur, ambitionierte Wohnungsbauvorhaben, Errichtung von Windkraft- und Photovoltaikanlagen, Herstellung von Batterien für die Elektromobilität und Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff mit einem erheblichen Bedarf an einer Vielzahl mineralischer Rohstoffe verbunden.

Zuletzt wurden 34 mineralische Rohstoffe aufgrund möglicher Versorgungsrisiken für die europäische In-

dustrie von der Europäischen Kommission in der nunmehr fünften Liste der kritischen Rohstoffe der EU als kritisch eingestuft (EU 2023). Erstmals wurden auch strategische Rohstoffe identifiziert. Diese haben eine außerordentliche Bedeutung für die Verkehrs- und Energiewende sowie für Rüstungstechnologien, was mit einem erwarteten starken zukünftigen Wachstum der Nachfrage verbunden ist. Zur Stärkung der europäischen und damit auch der deutschen Wirtschaft und zur Minimierung der Abhängigkeiten von außereuropäischen Rohstofflieferanten hat die Europäische Kommission im April 2024 mit der europäischen Verordnung zu kritischen Rohstoffen (Critical Raw Materials Act = CRMA) eine Reihe konkreter Maßnahmen entwickelt und die Liste der kritischen und strategischen Rohstoffe präzisiert (Abb. 1, EU 2024a). Der CRMA nennt für strategische Rohstoffe und ihre Trägerminerale konkrete Richtwerte, anhand derer Fortschritte zur Versorgungssicherheit gemessen werden sollen. Bis 2030 sollen u. a. 10 % der Bergwerksförderung, 40 % der Weiterverarbeitung und 25 % des Recyclings strategischer Rohstoffe in der EU erfolgen. Um

die Diversifizierung der Bezugsquellen zu erhöhen, sollen bis zum Jahr 2030 nicht mehr als 65 % des Bedarfs eines strategischen Rohstoffs aus nur einem einzigen Drittland außerhalb der Europäischen Union bezogen werden.

Auf die sichere und nachhaltige Rohstoffversorgung der heimischen Industrie zielt auch die aktuelle Rohstoffstrategie der Bundesregierung ab (BMWi 2020). Konkret möchte die Bundesregierung die deutsche Wirtschaft bei der Rohstoffversorgung mit 17 Maßnahmen unterstützen. Die drei Säulen der Rohstoffversorgung (heimische Rohstoffe, Importe sowie Recycling) sollen dabei u. a. durch die Förderung und den Aufbau von verantwortungsvollen Lieferketten, Maßnahmen zur Verbesserung der Umsetzung von Umwelt- und Sozialstandards, Sicherung und Offenlegung geologischer Daten, verstärkte heimische Rohstoffgewinnung und -sicherung sowie Stärkung der Akzeptanz für die heimische Rohstoffgewinnung unterstützt werden. Mit dem Eckpunktepapier „Wege zu einer nachhaltigen und resilienten Rohstoffversorgung“ hat das Bundesministerium für



* Strategische Rohstoffe sind nur die Seltenen Erden, die für Dauermagnete eingesetzt werden: Neodym, Praseodym, Terbium, Dysprosium, Gadolinium, Samarium, Cer

Abb. 1: Aufgrund ihrer wirtschaftlichen Bedeutung – unter Berücksichtigung ihrer Verwendung in strategischen Technologien – und ihres Versorgungsrisikos für die EU, werden bestimmte Rohstoffe als kritisch, kritisch & strategisch oder als strategisch eingestuft (EU 2024a).

Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) die Rohstoffstrategie zuletzt um weitere Maßnahmen, wie beispielsweise Finanzierungsmöglichkeiten, im Bereich Gewinnung, Weiterverarbeitung und Recycling oder Entwicklung von internationalen ESG-Standards (ESG = Environment, Social, Governance) ergänzt (BMWK 2023).

Ein Großteil der jährlich in Deutschland benötigten mineralischen Rohstoffe, insbesondere die Steine- und Erden-Rohstoffe sowie einzelne Industriemineralien, werden aus heimischen Lagerstätten gewonnen. Bei den von der EU als kritisch bzw. strategisch eingestuften mineralischen Rohstoffen verfügt Deutschland allerdings über eine vergleichsweise geringe heimische Produktion und ist damit weitgehend auf Importe angewiesen (vgl. BGR 2023a). Dies trifft in besonderem Maße auf die Metallrohstoffe zu. Der Metallerzbergbau wurde in Deutschland bereits im Jahr 1992 nahezu vollständig eingestellt. Geopolitische Konflikte, gestiegene Energiekosten und unterbrochene Lieferketten führten in den vergangenen Jahren zu teils signifikanten Anstiegen der Rohstoffpreise. Diese belasten die stark von den globalen Rohstoffmärkten abhängige deutsche Wirtschaft zunehmend.

In den letzten Jahren sind wieder verstärkt Explorationsaktivitäten auf mineralische Rohstoffe in Deutschland festzustellen. Dieser Artikel soll einen Überblick über die gegenwärtigen Bergbauaktivitäten und die aktuellen Explorationsvorhaben auf kritische und strategische Rohstoffe sowie deren Trägerminerale geben.

Große Nachfrage nach kritischen Rohstoffen und hohe Importabhängigkeiten

Deutschland ist weltweit eines der führenden Industrieländer und daher ein Großverbraucher mineralischer Rohstoffe. Das Land verfügt über eine bedeutende Weiterverarbeitungsindustrie von Metallrohstoffen. Die damit verbundene Nachfrage wird vor allem durch den Import von Erzen und Konzentraten, Recyclingrohstoffen sowie Zwischen-

produkten und Metallen aus vielen Teilen der Welt gedeckt.

Im Jahr 2022 war Deutschland in der EU der größte Rohstahlerzeuger sowie der größte Verbraucher der Basismetalle Nickel, Zinn, Zink, Blei, Kupfer und Aluminium (BGR 2023a). So wurden z. B. im Jahr 2022 rund 600.000 t Raffinadekupfer in Deutschland produziert, davon mehr als die Hälfte aus Primärrohstoffen. Die Kupferkonzentrate für die deutsche Kupferproduktion wurden überwiegend aus Chile, Brasilien und Peru importiert (ICSG 2023). Die Produktion von Aluminiumraffinade lag in Deutschland im gleichen Jahr bei mehr als 800.000 t (ohne Umschmelzaluminium). Davon stammten über 40 % aus Primärrohstoffen (AD 2023). Der dafür benötigte Bauxit wurde überwiegend aus Guinea importiert (BGR 2023a).

Deutschland benötigt viele der als kritisch und strategisch eingestuften Rohstoffe. Jährlich werden beispielsweise größere Mengen Rohsilizium für die Herstellung von Solarzellen und Halbleitern eingeführt. Zur Deckung der Nachfrage nach Batterierohstoffen sind erhebliche Einfuhrmengen erforderlich. Deutschland importiert sein Lithium dabei überwiegend aus Chile. Andere Technologiemetalle, wie beispielsweise Antimon, Beryllium, Gallium, Germanium, Indium, Kadmium, Seltene Erden, Tellur oder Selen sind für die Entwicklung und Nutzung von Zukunftstechnologien unverzichtbar. Zwar werden diese Rohstoffe nur in geringen Mengen benötigt und importiert, allerdings bestehen häufig große Abhängigkeiten von einzelnen Ländern (z. B. China) oder von einzelnen Unternehmen mit Quasi-Monopolstellung.

Während besonders bei den Basismetallen auch das Recycling einen bedeutenden Beitrag zur Verringerung der Importabhängigkeit leistet, ist der Anteil von Recyclingrohstoffen an der Bedarfsdeckung bei den kritischen Rohstoffen unbedeutend (DERA 2023a).

Bei den als kritisch eingestuften Industriemineralen, wie Phosphor/Phosphatgestein, Feldspat, Fluss- und Schwerspat sowie Graphit (vgl. Abb. 1), ist Deutsch-

land zur Deckung seines Bedarfs trotz teils eigener Produktion vorwiegend auf Importe angewiesen. Eingesetzt werden sie u. a. bei der Herstellung von Batterien für Elektroautos, als Flussmittel bei der Stahlerzeugung, als Düngemittel sowie in der Glas- und Keramikherstellung oder in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Dafür werden jährlich größere Mengen an Fluss- und Schwerspat (u. a. aus Südafrika und China), Feldspat (vorwiegend aus der Türkei) oder Graphit (vorwiegend aus China) importiert (BGR 2023a).

Während die deutschen Importmengen an mineralischen Rohstoffen in den letzten Jahren bei nur geringen Schwankungen leicht oberhalb von 100 Mio. t lagen, variierte der Wert dieser Rohstoffimporte erheblich, zwischen jährlich 70 und 130 Milliarden Euro (BGR 2023a).

Derzeitige Gewinnung und Aufsuchung kritischer und strategischer Primärrohstoffe

Gewinnung

In Deutschland unterliegen die Gewinnung und Aufsuchung bergfreier Bodenschätze den Vorschriften des Bundesberggesetzes (BBergG). Dazu zählen z. B. Erdöl, Erdgas, Kohle, Metallerze, alle leicht wasserlöslichen Salze, Graphit, Fluss- und Schwerspat, Schwefel sowie alle Bodenschätze im Bereich des Festlandsockels und der Küstengewässer. Bestimmte grundeigene Bodenschätze, wie z. B. Bentonit, Feldspat, Kaolin, Quarz (-sand und -kies) und Quarzit, Speckstein und Talk, feuerfeste Tone, Basalt (außer Säulenbasalt), Dachschiefer, Trass sowie alle untertägig gewonnenen Bodenschätze fallen auch unter die Regelungen des BBergG. Die Gewinnung aller weiteren mineralischen Rohstoffe, die als sog. Grundeigentümer-Bodenschätze bezeichnet werden, ist nach zahlreichen anderen Vorschriften geregelt (z. B. Abgrabungsgesetz, Baugesetzbuch (BauGB), Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und entsprechende Landeswassergesetze (LWG), Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und entsprechende Landesnaturschutzgesetze (LNatSchG), Bundes-Im-

missionsschutzgesetz (BImSchG), Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) und entsprechende Landesbodenschutzgesetze (LBodSchG) sowie Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)). Darüber hinaus gibt es auch historisch gewachsene regionale Unterschiede.

In der Vergangenheit hatte der Erzbergbau in Deutschland, insbesondere im Hinblick auf die Basismetalle Eisen, Kupfer, Blei, Zink und Zinn, aber beispielsweise auch auf Silber, Bismut, Kobalt und Uran, eine große Bedeutung. So war Deutschland bis 1992 ein wichtiger Produzent von Basismetallen, deren Erze auch Träger kritischer Metalle sein können. Bis zum Jahr 2016 produzierte die Ingal Stade GmbH (heute Aluminium Oxid Stade GmbH) Gallium als Beiprodukt der Aluminiumherstellung.

Deutschland produziert aktuell nur geringe Mengen an kritischen Primärrohstoffen. Es handelt sich dabei um die Industriemineralien Fluss- und Schwerspat, Graphit, Feldspat sowie grobkörnigen Quarz bzw. Quarzkies für die Herstellung von Silizium (s. Abb. 3).

Fluss- und Schwerspat werden durch die Sachtleben Bergbau GmbH & Co. KG in der Grube Clara im Schwarzwald (Baden-Württemberg) abgebaut (Abb. 2). Seit dem Jahr 1850 wird hier Schwerspat und seit 1978 zusätzlich Flussspat gewonnen. Weiterhin fördert die Erzgebirgische Fluss- und Schwerspatwerke GmbH Flussspat in der Grube Niederschlag bei Oberwiesenthal im Erzgebirge (Sachsen). Insgesamt wurden im Jahr 2022 in Deutschland untertägig rund 105.000 t Flussspat und ca. 24.000 t Schwerspat gewonnen. Als Beiprodukt fallen in der Grube Clara geringe Mengen von **kupfer- und silberreichen Fahlerzen** („Silberspat“) an. Das Fahlerzkonzentrat enthält rund 25 % Kupfer sowie zwischen 1,5 und 3 % Silber. Es wird zur Verhüttung nach Kanada und Belgien exportiert. Im Jahr 2022 wurden daraus schätzungsweise 67 t Kupfer und 7 t Silber erzeugt (BGR 2023a). Schwerspat wird u. a. in Bohrspülungen, als Füllstoff, zum Guss von Anoden in der Kupferindustrie oder der Glas- und Keramikindustrie eingesetzt. Flussspat wird vor allem in der chemisch-pharmazeutischen Industrie zur Herstellung

von Flusssäure und zahlreicher Fluorverbindungen eingesetzt. Diese Produkte, aber auch Flussspat selbst, werden zudem in der Aluminium-, Stahl- und Gießereiindustrie, der Glas- und Keramikindustrie sowie für die Herstellung von Batterien und Akkus (u. a. Lithium-Ionen Batterien), Solarzellen und Halbleitern verwendet (BGR 2017a).

Die Graphit Kropfmühl GmbH hat im Jahr 2022 im Graphitbergwerk Kropfmühl (Bayern) rund 185 t **Graphit** produziert. Das seit 1916 untertägig gewonnene Graphiterz wird vor Ort durch Flotation und durch chemisch(-thermische) Reinigung auf einen Kohlenstoffgehalt von bis zu 99,99 % angereichert. Eingesetzt wird Graphit je nach Reinheit z. B. in der Gießereiindustrie, der Feuerfestindustrie, für die Produktion von Bremsbelägen sowie für die Herstellung von Trocken- und Alkali-Batterien oder Brennstoffzellen (BGR 2020, 2023a).

In Deutschland produzieren derzeit vier Gewinnungsbetriebe von **Feldspat**, wovon die beiden größten Produzenten die Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG in Nordbayern und die Saarfeldspatwerke H. Huppert GmbH & Co. KG im nördlichen Saarland sind. Die deutsche Gesamtproduktion an Feldspat lag im Jahr 2022 bei rund 205.000 t. Darüber hinaus wird in Bayern in fünf Betrieben Pegmatitsand bzw. Pegmatit (Quarz-Feldspat-Gemisch) abgebaut (verwertbare Förderung rund 25.000 t). Dazu produzierten in Deutschland vier Betriebe feldspathaltige Quarzsande, die in der Glasindustrie Verwendung finden (BGR 2017b, 2023a).

Derzeit produzieren im Bundesgebiet drei **Quarz-** und 14 **Quarzkies-**Produzenten mit zusammen drei bzw. 14 Gewinnungsstellen. Im Gegensatz zu den Quarzsanden eignen sich Quarzkiese auch zur Herstellung von **Rohsilizium** (als Grundlage der Herstellung von Silikonen, Aluminium-Legierungen sowie Polysilizium für die Solar- und Halbleiterindustrie). Als Siliziumrohstoff dienen hochwertiger Gangquarz (in abnehmender Menge) aus Steinbrüchen im Bayerischen Wald („Bayerischer Pfahl“) sowie Quarzkiese (in zunehmender Menge) aus Kiesgruben in Niederbayern. Auch die hochwertigen Quarzkiese

im Raum Köln-Bonn sind für die Siliziumherstellung geeignet (BGR 2016, DERA 2023b). Rund 14.000 t der bundesdeutschen Quarzproduktion wurden für die Herstellung von Roh- bzw. Ferrosilizium genutzt. In Deutschland sind eine Siliziumhütte der RW silicium GmbH in Pocking (Bayern), eine Ferrosiliziumhütte der ASK Chemicals Metallurgy GmbH in Unterneukirchen (Bayern) sowie zwei Werke der Wacker Chemie AG zur Herstellung von Polysilizium in Burghausen (Bayern) und Nünchritz (Sachsen) aktiv. Die Rohsiliziumproduktion in Deutschland ist



Abb. 2: Fluss- und Schwerspatgewinnung in der Grube Clara im Zentralschwarzwald (Baden-Württemberg), Foto: Dr. Wolfgang Werner (mit frdl. Genehmigung).

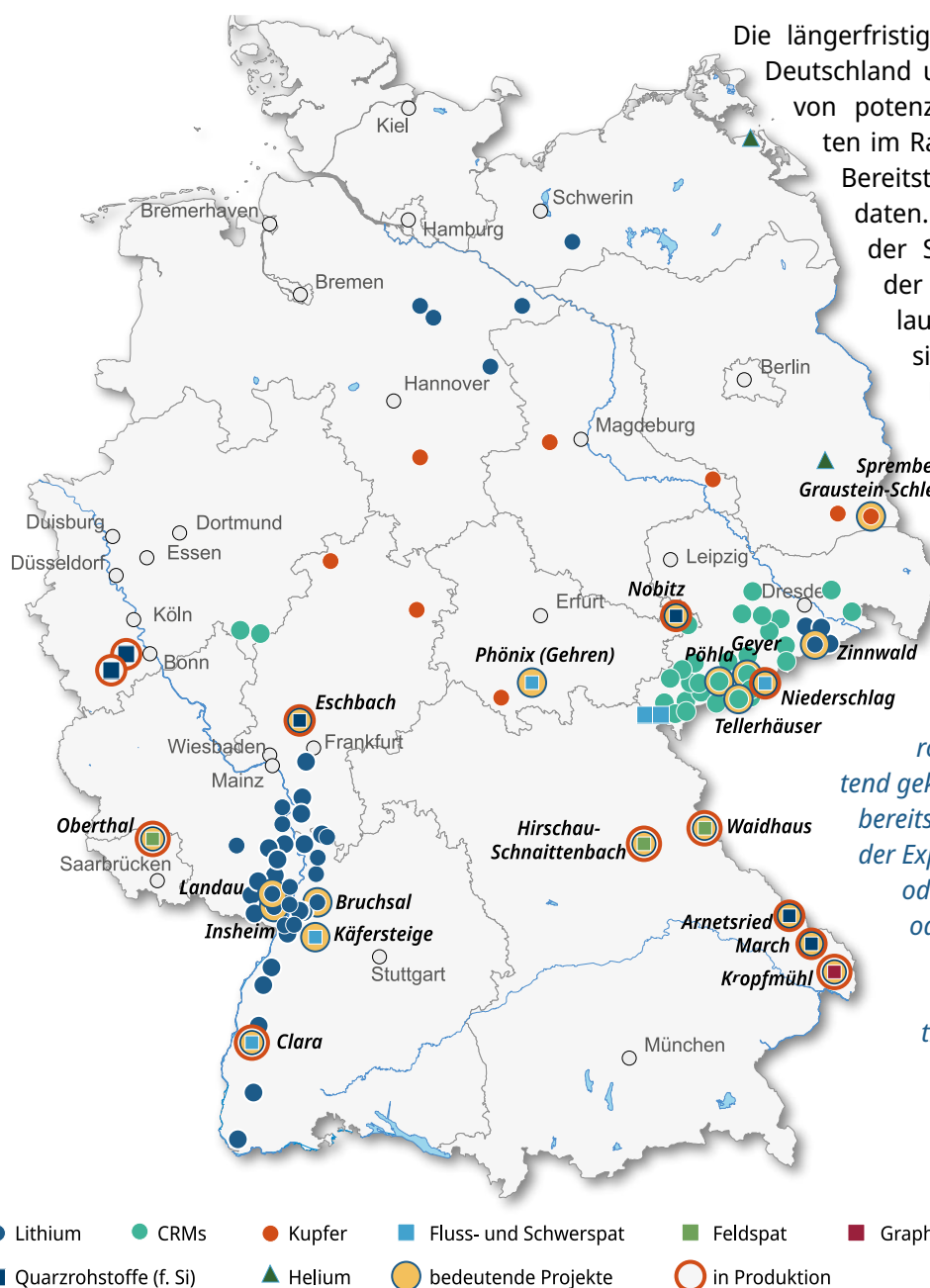
seit Herbst 2022 aufgrund der hohen Energiepreise deutlich reduziert (BGR 2023a).

Darüber hinaus gewinnt die Firma E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH im Bauxittagebau „Eiserne Hose“ bei Lich am Vogelsberg (Hessen) kampagnenweise geringe Mengen eines bauxitischen Rotlehms. Im Jahr 2022 waren es rund 100 t, die allerdings nicht als Metallrohstoff, sondern als Industriemineral in Form einer Einbettmasse für Isolatoren von Steck-

verbindungen in Gusskochplatten genutzt werden (BGR 2017c).

Aufsuchung

Deutschland ist auf eine sichere und nachhaltige Rohstoffversorgung angewiesen. Die Sicherung der Rohstoffversorgung ist dabei primär Aufgabe der Wirtschaft, während sich die politischen Aktivitäten darauf konzentrieren, faire und verlässliche Rahmenbedingungen dafür zu ermöglichen.



Die längerfristig angelegte Rohstoffsicherung in Deutschland umfasst vor allem die Festlegung von potenziellen Rohstoffgewinnungsgebieten im Rahmen der Raumplanung und die Bereitstellung rohstoffgeologischer Basisdaten. Beides liegt im Aufgabenbereich der Staatlichen Geologischen Dienste der Länder. Für die Erteilung von Erlaubnissen zur Rohstoffexploration sind nach BBergG in den einzelnen Bundesländern die jeweiligen Landesbergbehörden die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden.

Abb. 3: Auswahl heimischer Gewinnungsstellen, Explorationsprojekte und Erlaubnisfelder von kritischen Rohstoffen als Zielrohstoff (Stand: Mai 2024). Als bedeutend gekennzeichnete Projekte befinden sich bereits in einem fortgeschrittenen Stadium der Exploration (z. B. erteilte Bewilligungen oder bestehende Machbarkeitsstudien) oder tragen schon zur Versorgung der heimischen Industrie mit kritischen Rohstoffen bei. Detaillierte Informationen sind den Webseiten der Unternehmen, der Bergbehörden und der Staatlichen Geologischen Dienste der Länder zu entnehmen; CRMs = versch. kritische Rohstoffe; f. Si = geeignet für die Siliziumherstellung.

In etwa zeitgleich mit der Einstellung des Metallerzbergbaus in Deutschland gingen ab Ende der 1980er Jahre in den folgenden zwei Jahrzehnten auch die inländischen Explorationstätigkeiten auf metallische Rohstoffe stark zurück. Auch das 1971 eingeführte staatliche Explorationsförderprogramm wurde 1990 eingestellt.

Der prognostizierte hohe Rohstoffbedarf der Energie- und Verkehrswende sowie die gestiegenen Rohstoffpreise haben der Rohstoffgewinnung und -exploration in letzter Zeit allerdings wieder größere mediale Aufmerksamkeit beschert. Potenziale für die Gewinnung kritischer und strategischer Rohstoffe bzw. deren Trägerminerale sind auch in Deutschland vorhanden (Abb. 3). Diese Rohstoffvorkommen sind aus geologischen Gründen regional sehr ungleich über die deutsche Landesfläche verteilt. Insbesondere in Sachsen entwickeln derzeit Unternehmen zahlreiche Projekte zur Gewinnung von Metallrohstoffen. Die Erkundung basiert neben der umfangreichen Auswertung von Altdaten aus dem vergangenen Jahrhundert auch auf neuen Kartierungs- und Bohrarbeiten sowie auf der Entwicklung neuer innovativer Abbau- und Aufbereitungstechnologien. Nachfolgend werden aktuell bedeutende Explorationstätigkeiten in Deutschland aufgeführt.

Lithium

Deutschland lag im Jahr 2023 bei den abgeschätzten Lithiumressourcen mit rund 3,8 Mio. t Li-Inhalt weltweit auf Rang 7 (USGS 2024). Diese Ressourcen verteilen sich auf mehrere Projekte. Die grenzüberschreitende Festgesteinslagerstätte in Zinnwald (Erzgebirge, Sachsen/Cinovec, Tschechische Republik) gilt als eines der größten Lithium-Vorkommen in Europa. Aktuell befindet sich die Exploration im Projekt Zinnwald der Deutsche Lithium GmbH (Zinnwald Lithium Plc) in einem bereits fortgeschrittenen Stadium (Abb. 4, 5). Das Unternehmen plant unterhalb eines gegenwärtigen Besucherbergwerks (Tiefer-Bünau-Stollen) ein Untertagebergwerk mit einer Lebensdauer von mehr als 30 Jahren und einer jährlichen Erzförderung von 1,5 Mio. t. Mittels Magnetscheidern sollen daraus jährlich 300.000 t eines Zinnwaldit(Lithiumglimmer)-Konzentrats abgetrennt werden. Nach Unternehmensangaben



Abb. 4: Bohrplatz in Zinnwald (Sachsen) zur Erkundung des Lithiumvorkommens, Foto: Zinnwald Lithium GmbH (mit frdl. Genehmigung).

sollen zukünftig 16.000 bis 18.000 t/Jahr an Lithiumhydroxid in Batteriequalität hergestellt werden. Erst kürzlich wurden die Ressourcen des Projektes auf 429.000 t Li-Metall erhöht (ZINNWALD 2024). Nach den derzeitigen Plänen soll das Material in der Region verarbeitet werden, um die Umweltauswirkungen des Transports zu minimieren. Weiterhin besitzt das Unternehmen auch Explorationslizenzen auf Lithium für die nahegelegenen Erlaubnisfelder Falkenhain, Sadisdorf-DL, Altenberg-DL und Bärenstein.

Ein Teil des heimischen Lithiumbedarfs kann zukünftig möglicherweise auch als Beiprodukt aus Geothermiekraftwerken gewonnen werden (vgl. GOLDBERG et al. 2022). Standorte in Deutschland, an denen auf Lithium aus geothermalen Quellen exploriert wird, liegen vor allem im Oberrheingraben sowie in Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern. Über eine der geothermischen Energiegewinnung nachgeschaltete Lithiumextraktionsanlage plant das Unternehmen Vulcan Energie Ressourcen GmbH (Vulcan Energy Resources) klimaneutrales Lithium aus Thermalwässern des Oberrheingrabens zu gewinnen. Eine Pilotanlage läuft bereits seit April 2021, eine zweite zusätzlich seit Februar 2022 im Dauerbetrieb am Geothermiekraftwerk in Insheim. Sie erzeugt Lithiumchlorid, das anschließend zu Lithiumhydroxidmonohydrat für die Batterie- und Automobilindustrie weiterverarbeitet werden soll.



Abb. 5: Bohrkernlager der Zinnwald Lithium GmbH in Freiberg (mit frdl. Genehmigung).

Weiterhin wurde vom Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz der Hauptbetriebsplan für die Errichtung und den Betrieb einer Optimierungsanlage zur Lithiumextraktion in Landau genehmigt und von Vulcan im April 2024 in Betrieb genommen. Ab Anfang 2027 ist der Beginn einer kommerziellen Produktion klimaneutralen Lithiums geplant. Insgesamt hält Vulcan in Deutschland 16 Aufsuchungslizenzen für Lithium aus geothermalen Quellen im Oberrheingraben (Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Hessen) mit einer Gesamtfläche von 1.771 km². Angestrebt wird in der ersten kommerziellen Anlage die Produktion von jährlich 24.000 t Lithiumhydroxidmonohydrat. Dies wäre in etwa ausreichend für jährlich ca. 500.000 Elektrofahrzeuge. Dafür wird das Unternehmen in Frankfurt-Höchst (Hessen) im Industriepark Höchst eine Anlage zur Lithiumelektrolyse errichten (VULCAN 2024).

Der Aufbau von Kapazitäten zur Weiterverarbeitung von Lithium ist in Deutschland darüber hinaus auch von den Unternehmen Rock Tech Lithium Inc. (Guben, Brandenburg) und AMG Lithium GmbH

(Bitterfeld/Wolfen, Sachsen-Anhalt) geplant und im Bau (SCHMIDT 2023). Auch lokale Energieversorger arbeiten an der gewerblichen Aufsuchung und Gewinnung von Lithium aus Geothermieanlagen. So wird in der Pilotanlage Bruchsal, die von der EnBW Energie Baden-Württemberg AG gemeinsam mit der Stadtwerke Bruchsal GmbH betrieben wird, die Lithiumgewinnung aus salzhaltigen Thermalwässern erprobt (BMW-K-Projekt „UnLimited“). Nach Angaben des Unternehmens könnte diese Anlage jährlich Lithium zur Produktion von 20.000 Autobatterien erzeugen (ENBW 2020). Insgesamt bestehen gegenwärtig in Deutschland rund 50 Aufsuchungserlaubnisse auf Lithium als Beiprodukt geothermischer Energiegewinnung (Abb. 3).

Kupfer

Deutschland liegt gegenwärtig mit abgeschätzten Gesamtressourcen von mehr als 2,4 Mio. t Kupfermetall global nicht auf einem vorderen Rang (KNITZSCHKE 1995, BORG et al. 2012). Diese Ressourcen sind an den sog. Kupferschiefer gebunden (Abb. 3). An der Landesgrenze zwischen Branden-

burg und Sachsen befindet sich das Kupfervorkommen Spremberg-Graustein-Schleife. Hier plant die KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH (Minera S.A.) die Errichtung und den Betrieb eines Kupferbergwerkes mit Beginn der Gewinnung in den 2030er Jahren. Der Abbau mit einer geplanten jährlichen Förderung von mindestens 5 Mio.t Kupfererz ist in den beiden Bewilligungsfeldern „Schleife B“ in Sachsen und „Spremburg-Graustein B“ in Brandenburg vorgesehen. Lagerstättenmodelle gehen von einer Ausdehnung von 25 km² aus und ergeben ein Vorkommen sulfidischen Kupfererzes von rund 90 – 130 Mio.t, aus denen rund 1,5 – 1,8 Mio.t Kupfermetall über einen Zeitraum von 20 Jahren erzeugt werden könnten. Diese Menge würde ausreichen, um etwa 18 Millionen Elektroautos oder 750.000 Windräder mit elektrischen Leitungen zu versehen. Beim Raumordnungsverfahren für einen zukünftigen Abbau in Brandenburg wurden allerdings Vorbehalte hinsichtlich möglicher Bodenbewegungen, der Wasserhaltung und der Verwahrung der Aufbereitungsrückstände aufgeworfen, die eine Neustrukturierung des Projekts erfordern. Das Ergebnis des Raumordnungsverfahrens der Landesdirektion Sachsen steht noch aus (KSL 2023, 2024).

Die Kupfer Copper Germany GmbH, ein Joint-Venture aus Anglo American Plc und der kanadischen Kupfer Copper Corporation, führt im Rahmen des Projekts „Löwenstern“ Erkundungsarbeiten auf Kupfererze im Feld „Werra“ in der Region Schmalkalden-Meinungen (Thüringen) durch (ANGLO AMERICAN 2024). Ziel der Erkundung ist die sedimentgebundene Kupfer-Silber-Blei-Zink-Mineralisation des Kupferschiefers einschließlich der unter- und überlagernden Gesteine. Der erste Nachweis für höffige Mineralisation in der Region wurde durch eine Bohrung zur Erkundung von natürlichem Kohlendioxid bei Oberkatz im Jahr 1963 erbracht. Die Ergebnisse wurden jedoch nicht maßgeblich weiterverfolgt. Das Erlaubnisfeld „Werra“ (ca. 927 km²) wurde 2017 der Kupfer Copper Germany GmbH erteilt. Im Jahr 2021 ist Anglo American Plc mit einem Anteil von 80 % in das Unternehmen eingestiegen. In den Jahren 2021 und 2022 wurden geophysikalische Vorerkundungen durchgeführt. Dabei handelte es sich um flächendeckende, luftgestützte Magnetik und Gradiometrie

sowie 2D-Seismik entlang von fünf Profilen im Aufsuchungsfeld. Im Januar 2023 wurde mit dem Abteufen von Erkundungsbohrungen begonnen, von denen bis dato fünf abgeschlossen werden konnten (Abb. 6, 7; Stand März 2024). In den Bohrungen wurde eine makroskopisch sichtbare Kupfer-Blei-Zink-Mineralisation mit jeweils variierenden Gehalten angetroffen. Das Unternehmen plant mittels weiterer Bohrungen die Kontinuität und Zusammensetzung der Mineralisation zu überprüfen sowie weitere Erkenntnisse zum geologischen Aufbau des Untersuchungsgebiets zu gewinnen.

Darüber hinaus wurde der Anglo American Exploration Germany GmbH kürzlich eine Erlaubnis zur Aufsuchung von Kupfer und Begleitmetallen im Feld „Leine-Kupfer“ in Südniedersachsen erteilt. Die Erlaubnis für das 1.961 km² große Feld ist auf fünf



Abb. 6: Bohrkern des Grauliegenden unterhalb des Kupferschiefers in Südthüringen (Kerndurchmesser 10 cm), Foto: Anglo American Plc (mit frdl. Genehmigung).

Jahre befristet und Aufsuchungsarbeiten dürfen erst nach der Zulassung von bergrechtlichen Betriebsplänen erfolgen. Das Unternehmen besitzt darüber hinaus auch zwei Erlaubnisse zur Exploration auf u. a. Erze und Spate in Sachsen-Anhalt.

Die Group 11 Exploration GmbH plant die Aufsuchung von Kupfer und Begleitmetallen aus dem Kupferschiefer im Erlaubnisfeld „Tannenbergr“ im Richelsdorfer Gebirge (Hessen). Auf der Basis von geologischen, geophysikalischen und geochemischen Altdaten ist eine Probebohrung zur Verbesserung der bisherigen Datengrundlage in Planung (GROUP 11 2024). Im Rheinischen Schiefergebirge (Hessen) exploriert die Twiste Copper GmbH ebenfalls auf Kupfer aus dem Kupferschiefer. Nach der Durchführung von geophysikalischen Untersuchungen zwischen 2015 und 2019 sind für die kommenden Jahre Probebohrungen geplant (HASSE 2023).

Darüber hinaus gibt es in Deutschland weitere bedeutende an den Kupferschiefer gebundene Kupfervorkommen (z. B. Mansfeld-Sangerhausen in Sachsen-Anhalt), an denen derzeit allerdings keine aktive

Exploration stattfindet (vgl. BGR 2008, BORG et al. 2012). Sichere Restvorräte befinden sich im Sangerhäuser Lagerstättenrevier innerhalb der Baufelder Bernard-Koenen- und Thomas-Münzer-Schacht, der Tiefscholle Osterhausen sowie dem Feld Heldungen. Unter Berücksichtigung der Feldesteile mit Kupfergehalten über 8 bis 10 kg/m² ergibt sich ein Roherzvorrat von noch ca. 35,4 Mio. t mit 0,86 Mio. t Kupfer (2,43 % Cu; KNITZSCHKE 1995). Wiederaufschluss und Gewinnung dieser Vorräte sind in absehbarer Zeit wegen Unwirtschaftlichkeit allerdings ausgeschlossen (STEDINGK et al. 2002).

Technologiemetalle und Trägerminerale

Derzeit sind vom Sächsischen Oberbergamt 36 Bergbauberechtigungen auf Erze und Spate im Freistaat Sachsen erteilt (OBA SACHSEN 2024). Diese beinhalten neben Lithium, Kupfer und Flussspat auch eine Vielzahl anderer kritischer Metalle als Zielrohstoffe. Mit Ausnahme des aktiven Bergwerkseigentums im Feld Niederschlag (s. o.) handelt es sich um Explorationsprojekte, die sich zumeist noch in einer frühen Phase der Projektentwicklung befinden. Viele der Projekte beruhen auf der umfangreichen Auswer-



Abb. 7: Bohrung zur Erkundung des Kupferschiefers in Südthüringen, Foto: PerspektiveOben 3D Vermessung GmbH (mit frdl. Genehmigung).

tung von Altdaten sowie z. T. auf neuen experimentellen Arbeiten zur Aufbereitung und Extraktion der Rohstoffe aus den oft komplexen Erzen. Neben den Feldern Schleife B und Zinnwald (s. o.) besitzen vier weitere Felder (Pöhla (SME), Bergsegen, Rittersgrün und Geyer-Südwest SME) bereits eine Bewilligung zur Aufsuchung und Gewinnung bergfreier Bodenschätze. Bei den weiteren Berechtigungen handelt es sich um Aufsuchungserlaubnisse, die auf wenige Jahre befristet sind.

Die Saxony Minerals & Exploration AG (SME) betreibt im Feld Pöhla das fortgeschrittene Bergbauprojekt Pöhla-Globenstein. Im Jahr 2019 wurden beim Abteufen eines Erkundungsschachts werthaltige Wolfram-/Fluorite-Erze entdeckt. In einer Pilotaufbereitungsanlage in Mittweida wurde mit dem Material im kontinuierlichen Betrieb ein Wolframit- und ein Fluoritkonzentrat in den erwarteten Qualitäten hergestellt (GRUND & JUNGnickel 2023). Das Unternehmen plant, im Jahr 2026 mit dem Abbau beginnen zu können. Weiterhin exploriert SME im Erlaubnisfeld Geyer (heute Minerals and Metals Corporation AG) in der Lagerstätte Ehrenfriedersdorf-Geyer insbesondere auf Zinn und Zink sowie im Feld Elterlein 2 vor allem auf Zinn. Als Begleitrohstoffe können hier auch kritische Rohstoffe, wie z. B. Gallium, Wolfram oder Flussspat auftreten (SME 2024).

Für das Tellerhäuser-Projekt (Lagerstätten Hämmerlein-Tellerhäuser und Breitenbrunn) im Feld Rittersgrün läuft derzeit ein Genehmigungsantrag des Unternehmens Saxore Bergbau GmbH (First Tin Plc) zur Errichtung eines Bergwerks. Ziel der Exploration ist vor allem die Gewinnung von Zinn. Des Weiteren treten begleitend Zink, Indium und andere Metalle auf. Kürzlich wurde die Umweltverträglichkeitsprüfung erfolgreich absolviert. Weiterhin exploriert das Unternehmen in den nahegelegenen Feldern Auersberg und Gottesberg II mittels Bohrungen auf Zinn und weitere Metalle (SAXORE 2024).

Weitere internationale Unternehmen haben bergrechtliche Erlaubnisse zur Aufsuchung von Basis- und Edelmetallen in Sachsen erworben. Die Lizenzen beinhalten dabei die Erlaubnis zur Erkundung kritischer Rohstoffe. Das kanadische Unternehmen Globex Mining Enterprises Inc. erhielt im Jahr 2017

die bergrechtliche Erlaubnis zur Aufsuchung für das 164 km² große Lizenzgebiet Bräunsdorf. Der Erkundungsfokus liegt auf Silber und den begleitenden Metallen Zink und Blei. Im Jahr 2019 wurde das Projekt „Silver City“ durch das Unternehmen Excellon Resources Inc. (Kanada) übernommen und die Projektleitung später an das eigene Tochterunternehmen Saxony Silver Corp. übertragen. Zwischen 2020 und 2022 wurden über 40 Explorationsbohrungen mit einer Gesamtlänge von mehr als 13 km abgeteuft. Im Jahr 2021 wurden bei Frauenstein, Oederan und Mohorn drei weitere Aufsuchungsgebiete mit einer Gesamtfläche von 177 km² bewilligt. Im März 2022 übernahm das deutsche Tochterunternehmen Saxony Silver Exploration – SSE GmbH mit Sitz in Freiberg die technische Ausführung des Projekts (EXCELLON 2024).

Der European Green Metals Ltd. (Großbritannien) wurden Aufsuchungserlaubnisse für die Lizenzgebiete Eichigt II, Hainichen und Marienberg für u. a. Silber, Zinn und Wolfram erteilt. Erste Ergebnisse zeigen Potenziale für die Gewinnung von kritischen Rohstoffen in Sachsen auf. Weiterhin haben kürzlich die Tri-Star Exploration Pty. Ltd. (Australien) elf Lizenzen und die CLIENSE s.r.o. (Tschechische Republik) sowie die Canadian Palladium Resources Inc. (Kanada) jeweils eine Lizenz erhalten. Bestandteil der Aufsuchungslizenzen sind u. a. Zinn, Silber, Wolfram und Lithium aber auch andere kritische Metalle sowie Fluss- und Schwerspat (OBA SACHSEN 2024).

In anderen Bundesländern gibt es darüber hinaus – neben einer Vielzahl von aufrechterhaltenen Feldern mit ehemaliger Gewinnung, aber ohne aktive Exploration – vereinzelt neue Erlaubnisse zur Aufsuchung von kritischen Rohstoffen (Abb. 3). Weiterführende Informationen sind den Internetseiten der zuständigen Bergbehörden zu entnehmen.

Nichtmetallische Rohstoffe

Aktive Exploration auf kritische Industriemineralien findet in Deutschland derzeit vor allem auf Fluss- und Schwerspat statt. Potenziale liegen hier insbesondere in Thüringen, Baden-Württemberg und Sachsen (Abb. 3). Bei Feldspat sowie hochwertigem Quarz und Quarzkies ist die Gewinnung an weiteren Standorten in Deutschland möglich. Weiterhin

hat das französische Unternehmen 45-8 ENERGY eine Explorationserlaubnis auf u. a. Helium in Südbrandenburg beantragt und plant bis 2028 mit der Heliumförderung zu beginnen. Ein weiteres Gebiet wird von dem Unternehmen in Mecklenburg-Vorpommern erkundet.

Die Fluss- und Schwerspat-Lagerstätte Grube Phönix (auch Floßberggang) bei Gehren (Thüringen) wird durch die Mitteldeutsche Fluorit GmbH (Fluorchemie Gruppe) erkundet. Die im Schobsetal (Thüringer Wald) liegende Lagerstätte ist mit Unterbrechungen bereits seit dem Jahr 2004 in Erkundung. Das Lizenzgebiet umfasst mehrere Reviere mit 3,5 bis 4,0 Mio. t Erz (0,9 bis 1,4 Mio. t CaF_2 -Inhalt) im Zentralteil und weiteren 3,5 bis 4,0 Mio. t Erz (1,1 bis 1,5 Mio. t CaF_2 -Inhalt) in den restlichen Teilen der Lagerstätte (FLUORCHEMIE 2024). Die Lagerstätte wird aktuell mit moderner Technologie ausgestattet, um in Kürze mit der Produktion von Flussspat- (v. a. Säurespat) und Schwerspatkonzentraten sowie von Splitten und Sanden für die Bauindustrie beginnen zu können.

Die Fluss- und Schwerspat-Lagerstätte Grube Käfersteige bei Pforzheim (Baden-Württemberg) gilt als eines der größten Flussspatvorkommen Europas. Das Bergwerk wurde im Jahr 1996 geschlossen und geflutet. Seit dem 15. Juli 2024 laufen erste Sicherungsarbeiten der Untertageanlagen im Würmtal-Stollen des Flussspat-Bergwerks als Schritt in Richtung Wiederaufnahme der Bergbautätigkeit in den kommenden Jahren (DFG 2024). Die Mächtigkeit des Mineralgangs beträgt bis zu 30 m. Bereits während der letzten Abbauperiode wurden Restreserven von ca. 1,95 Mio. t mit einem CaF_2 -Gehalt von 50 % nachgewiesen. Mit einer angestrebten zukünftigen Produktion von 100.000 t pro Jahr könnte die Grube bis zu 40 % des derzeitigen deutschen Flussspatbedarfs decken. Weiterhin werden deutlich größere Reserven in noch unerkundeten Bereichen der Lagerstätte vermutet, die durch weitere Erkundungsarbeiten erfasst werden sollen (DFG 2023).

Die beiden zusammenhängenden ehemaligen Gruben Schönbrunn und Bösenbrunn (Grüne Tanne) im sächsischen Vogtland weisen mit insgesamt rund

3,5 Mio. t Rohspat (rund 1,7 Mio. t CaF_2) große Restvorräte an Fluss- und Schwerspat auf und bieten ein bedeutendes Potenzial für weitere Erkundungsvorhaben (KUSCHKA & HAHN 1996).

Weiterhin fällt Flussspat bei der Gewinnung von Metallrohstoffen als mögliches Beiprodukt an. So könnten zukünftig in den Lagerstätten Pöhla, Hämmerlein und Tellerhäuser sowie Bergsegen und Zinnwald (Erzgebirge, s. o.) Flussspat und Fluorverbindungen als Beiprodukte gewonnen werden. Daher ist Flussspat bei der Aufsuchung von Metallrohstoffen im Erzgebirge häufig unter den Zielrohstoffen der Aufsuchungslizenzen gelistet.

Darüber hinaus befinden sich im Schwarzwald (z. B. in den Revieren Neuenbürg/Pforzheim, Freudenstadt/Hallwangen, Kinzigtal zwischen Haslach und Schiltach sowie im Revier Wieden/Todtnau) im Unterharz (am Brachmannsberg bei Siptenfelde und im Raum Schwenda) sowie in Sachsen (Zschopau/Augustusburg, Weißenborn und Berthelsdorf/Schlottwitz) weitere, derzeit wenig oder gar nicht erkundete, Fluss- und Schwerspatvorkommen.

Sonstige Erkundung auf kritische Rohstoffe

Neben den zuvor genannten, durch Unternehmen in Exploration oder Gewinnung stehenden Projekten, sind in Deutschland weitere Vorkommen bekannt, die Potenziale für die Gewinnung kritischer und strategischer Rohstoffe aufweisen (z. B. WALTER & KOLB 2023). Eine wirtschaftliche Gewinnung dieser Rohstoffe ist allerdings aktuell nicht möglich. Die geologische und mineralogische Erkundung im Vorfeld industrieller Aktivität sowie die Datensicherung erfolgt durch die Staatlichen Geologischen Dienste der Länder, durch Universitäten oder andere Forschungseinrichtungen und basiert häufig auf Altdaten (z. B. Bohrungen oder geochemische und mineralogische Daten) von Bergbauunternehmen. So sind beispielsweise die Seltenen Erden häufiger Bestandteil von Forschungs- und Explorationsvorhaben in Deutschland wie z. B. in Sachsen (Storkwitz und aktuell u. a. im Lizenzgebiet Eichigt II, s. o.), Bayern (u. a. Fichtelgebirge und sedimentäre Lagerstätten), Baden-Württemberg (Kaiserstuhl), Niedersachsen (Harzer Gangkarbonate) oder

in Mecklenburg-Vorpommern (Ostseesande). Die wirtschaftliche Gewinnbarkeit konnte jedoch bisher nicht nachgewiesen werden.

In Forschungsprojekten stellt die BGR gegenwärtig bekannte (z. B. Restvorräte aus Altbergbau) und neue Rohstoffpotenziale zu einem deutschlandweiten Rohstoffkataster für tiefliegende Rohstoffe zusammen. Einbezogen werden dabei sowohl Metallrohstoffe wie Buntmetallerze verschiedener genetischer Bildungstypen inklusive enthaltener kritischer Spurenmetalle, als auch Industriemineralien wie Fluss- und Schwerspat. Partner bei den Projektarbeiten sind u. a. die Staatlichen Geologischen Dienste mehrerer Bundesländer. Bestandteil der Daten des geochemisch-mineralogisch-ökonomischen Katasters sind systematisch abgeschätzte hochtechnologierelevante Metallrohstoffpotenziale von überwiegend gangförmigen Buntmetallerzen (> 110 Standorte) in historischen deutschen Lagerstätten-distrikten aus dem abgeschlossenen drittmittelförderten Projekt HTMET (BMBF FKZ 033R131A, GRAUPNER et al. 2019, HENNING et al. 2019) für eine mögliche zukünftige rohstoffeffiziente Nutzung der Lagerstätteninhalte. Dargestellte Potenziale von Spurenmetallen wie Germanium, Gallium, Indium und Antimon besitzen zwar eine enorme Bedeutung für den Technologiestandort Deutschland, sie rechtfertigen jedoch wertmäßig keine eigenständige Bergbauunternehmung und stellen klassische Nebenprodukte des Bergbaus dar. Ebenfalls in die Datenbank einfließen werden Rohstoffdaten zu Lagerstätten und Explorationsbohrungen des Kupferschiefertyps in Deutschland, die die BGR derzeit gemeinsam mit Partnern auswertet (Projekt SpuK). Das deutschlandweite Rohstoffkataster für tiefliegende Rohstoffe wird in Form einer Datenbank erstellt. Aufgelistet sind Gehalte an Wertmetallen (Haupt-, Neben- und Spurenmetalle) und/oder Anteile an Industriemineralen (z. B. Fluss- und Schwerspat) in den Lagerstätten (Primärindikatoren) und Standortfaktoren (Sekundärindikatoren). Basierend auf den erfassten Indikatoren werden für jede Einzellagerstätte automatisiert Datenblätter generiert.

Weiterhin hält die BGR im Auftrag der Bundesregierung zwei Explorationslizenzen zur Erkundung

mariner mineralischer Rohstoffe in der Tiefsee. Die Lizenz zur Erkundung von Manganknollen befindet sich im östlichen äquatorialen Pazifik und gilt seit dem Jahr 2006 bis aktuell zum Jahr 2026. Die Lizenz zur Erkundung von Massivsulfidvorkommen liegt im Indischen Ozean und läuft seit dem Jahr 2015 bis zum Jahr 2030. Beide Lizenzen sichern der Bundesrepublik Deutschland die exklusiven Rechte zur Erkundung dieser Gebiete und ermöglichen eine zielgerichtete Mitgestaltung internationaler Regelwerke und Standards für einen umweltverträglichen Tiefsebergbau (BGR 2023b).

Fazit

Aufgrund des hohen Rohstoffbedarfs u. a. für die Verkehrs- und Energiewende und vor dem Hintergrund der aktuellen geopolitischen Lage, unterstützt die Europäische Union eine verstärkte Gewinnung von Primärrohstoffen aus heimischen Lagerstätten. Aktuell findet in Deutschland nahezu keine Primärgewinnung von Metallrohstoffen statt. Das Recycling kann den Bedarf an kritischen Metallrohstoffen nicht decken. Trotz derzeitiger Gewinnung einzelner Industriemineralien bestehen für Deutschland bei nahezu allen als kritisch klassifizierten Rohstoffen große Abhängigkeiten vom Weltmarkt. Allerdings sind unter Berücksichtigung typischer Zeithorizonte für die Rohstoffgewinnung Potenziale zur heimischen Produktion kritischer Rohstoffe vorhanden, wodurch zukünftig zumindest ein Teil des Rohstoffbedarfs gedeckt werden könnte. Neben vor allem Lithium, Kupfer sowie Fluss- und Schwerspat, sind weitere Metallrohstoffe das Ziel von laufenden Explorationskampagnen.

Viele dieser Explorationsprojekte befinden sich allerdings erst in einer frühen Phase der Erkundung. Bis zu einer möglichen Rohstoffgewinnung sind vor allem noch beträchtliche Investitionen in die Erkundung nötig. Ebenso ist die Wirtschaftlichkeit hinsichtlich der zu erwartenden Mengen, der Aufbereitbarkeit, der hohen Lohn- und Energiekosten sowie der Umweltaspekte (u. a. Wasserhaltung und Deponierung der Aufbereitungsrückstände) in vielen Fällen noch nicht nachgewiesen. Ein wichtiges Thema ist weiterhin die Technologieentwicklung für

Exploration, Abbau und Aufbereitung kleinerer Lagerstätten (Sensorik, Automatisierung, mobile Aufbereitungsanlagen). Diese Projekte müssen sich mit Blick auf die Wirtschaftlichkeit mit internationalen Bergbauprojekten vergleichen. Typische Kupferbergwerke, wie z. B. porphyrische Kupferlagerstätten in Chile, weisen jährliche Fördermengen von mehreren 100.000 t bis zu einer Mio. t Kupferinhalt auf. In Europa variieren die jährlichen Förderkapazitäten bei den Bergwerken, in denen Kupfer das Hauptprodukt darstellt, zwischen 40.000 und 100.000 t Kupferinhalt.

Obwohl Explorations- und Bergbauunternehmen nachhaltige Ansätze verfolgen und offen für die Belange der Bevölkerung sind, scheitern Genehmigungen häufig aufgrund einer verbreiteten geringen Akzeptanz für die Rohstoffgewinnung. Generell ist die heimische Gewinnung von mineralischen Rohstoffen aufgrund der hohen Arbeits-, Umwelt- und Sozialstandards, der kurzen Transportwege und Lieferketten sowie der reduzierten Abhängigkeit von Ausfuhrbeschränkungen zu bevorzugen. Da die Rohstoffgewinnung Grundlage der Wertschöpfung in der heimischen Industrie und Basis für eine sichere Versorgung der EU mit mineralischen Rohstoffen bildet, ist es sinnvoll, aussichtsreiche Projekte finanziell zu fördern. Nachhaltige Bergbauprojekte können in Zukunft ggf. über den angekündigten Rohstofffond gefördert oder möglicherweise sogar finanziert werden.

Der CRMA soll nicht nur die Dauer von Genehmigungsverfahren verringern, sondern darüber hinaus die Beschaffung finanzieller Mittel aus internationalen Fonds ermöglichen. So können aktuell von Unternehmen Anträge für die Einstufung als „Strategisches Projekt“ bei der Europäischen Kommission gestellt werden (EU 2024b).

Um eine einheitliche Bewertung der Potenziale von Rohstoffvorkommen zu ermöglichen, soll auf EU-Ebene verstärkt das Klassifikationsschema United Nations Framework Classification for Resources (UNFC) eingesetzt werden (UNECE 2021). Da aktuell keine systematische deutschlandweite Sammlung der erteilten Erlaubnisse, Bewilligungen und des

aktuellen Standes von Explorationsprojekten sowie deren potenziellen Ressourcen an kritischen Rohstoffen durchgeführt wird, ist eine umfassende Beurteilung der heimischen Rohstoffpotenziale derzeit nur sehr eingeschränkt möglich.

Literatur

AD – ALUMINIUM DEUTSCHLAND E.V. (2023): Website. – URL: <https://www.aluminiumdeutschland.de> [Stand: 25.08.2023].

ANGLO AMERICAN PLC (2024): Unternehmenswebsite. – URL: <https://www.angloamerican.com/kupfer-copper-germany> [Stand: 07.05.2024].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2008): Renaissance des deutschen Kupferschieferbergbaus? Commodity Top News 29 – 15 S.; Hannover. – URL: https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/29_kupferschieferbergbau.pdf [Stand: 06.06.2024].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2016): Quarzrohstoffe in Deutschland. – 72 S.; Hannover. – URL: <https://www.bgr.bund.de/DERA/DE/Downloads/studie-quarz-2016.pdf> [Stand: 06.06.2024].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2017a): Fluss- und Schwerspat in Deutschland. – 76 S.; Hannover. – URL: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_flussspat_schwerspat_2017.pdf [Stand: 06.06.2024].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2017b): Feldspatrohstoffe in Deutschland. – 56 S.; Hannover. – URL: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_feldspat_2017.pdf [Stand: 06.06.2024].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2017c): Heimische mineralische Rohstoffe – unverzichtbar für Deutschland! – 84 S.; Hannover. – URL: <https://www.bgr.bund.de/DE/>

[Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_mineralische_rohstoffe_2017.pdf](#) [Stand: 06.06.2024].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2020): Graphit und Schwefel in Deutschland. – 84 S.; Hannover. – URL: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_graphit_schwefel_2020.html [Stand: 06.06.2024].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2023a): Deutschland – Rohstoffsituation 2022. – 210 S.; Hannover. – URL: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2022.pdf [Stand: 06.06.2024].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2023b): Marine Mineralische Rohstoffe an der BGR. – Newsletter 2023; Hannover. – URL: https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Marine_Rohstoffe_Newsletter/Rohstoffwirtschaft/marine_mineralische_rohstoffe_2023.pdf [Stand: 06.06.2024].

BMWi – BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (2020): Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen. – 40 S. – URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/rohstoffstrategie-der-bundesregierung.html> [Stand: 06.06.2024].

BMWK – BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (2023): Eckpunktepapier: Wege zu einer nachhaltigen und resilienten Rohstoffversorgung. – 11 S. – URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunktepapier-nachhaltige-und-resiliente-rohstoffversorgung.pdf?> [Stand: 06.06.2024].

BORG, G., PIESTRZYŃSKI, A., BACHMANN, G. H., PÜTTMANN, W., WALTHER, S. & FIEDLER, M. (2012): An Overview of the European Kupferschiefer Deposits. – Society of Economic Geologists, Inc., Special Publication 16, pp. 455 – 486.

DERA – DEUTSCHE ROHSTOFFAGENTUR IN DER BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2023a): Status Quo des Recyclings bei der Metallerzeugung

und -verarbeitung in Deutschland. DERA Rohstoffinformationen 57 – 132 S., Berlin. – URL: https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-57.pdf [Stand: 06.06.2024].

DERA – DEUTSCHE ROHSTOFFAGENTUR IN DER BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2023b): Silizium und Ferrosilikolegerungen – Zwischenprodukte auf Basis von Quarz. DERA Rohstoffinformationen 59 – 238 S., Berlin. – URL: https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-59.pdf [Stand: 06.06.2024].

DFG - DEUTSCHE FLUSSSPAT GMBH (2023): Re-opening of the Käfersteige fluorspar mine. Vortrag im Rahmen des FLUORINE FORUM 2023, 16 – 18. Oktober, Cannes Mandelieu.

DFG – DEUTSCHE FLUSSSPAT GMBH (2024): Unternehmenswebsite. – URL: <https://www.deutsche-flusspat.de/> [Stand: 05.08.2024].

ENBW – ENBW ENERGIE BADEN-WÜRTTEMBERG AG (2020): Nachhaltigkeit im Blick: Lithium aus dem Oberrheingraben für Batterien. – URL: <https://www.enbw.com/unternehmen/presse/forschungsprojekt-lithiumproduktion-in-geothermieranlage-bruchsal.html> [Stand: 25.08.2023].

EU – EUROPEAN COMMISSION (2023): Study on the critical raw materials for the EU 2023 – Final report. – 158 S., Publications Office of the European Union. – URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585> [Stand: 06.06.2024].

EU – EUROPEAN COMMISSION (2024a): Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council of 11 April 2024 establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 and (EU) 2019/1020 (Text with EEA relevance). – 67 S., Official Journal of the Eu. – URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401252 [Stand: 06.06.2024].

EU – EUROPEAN COMMISSION (2024b): Strategic projects under the CRMA. – Website der Europäischen Kommission. – URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/strategic-projects-under-crma_en [Stand: 23.05.2024].

EXCELLON – EXCELLON RESOURCES INC. (2024): Unternehmenswebsite. – URL: <https://excellonresources.com> [Stand: 07.05.2024].

FLUORCHEMIE – FLUORCHEMIE GRUPPE (2024): Unternehmenswebsite. Phönix Fluss- und Schwerspat Bergwerk der Mitteldeutschen Fluorit GmbH – URL: <https://fluorchemie.de/phoenix> [Stand: 07.05.2024].

GOLDBERG, V., NITSCHKE, F. & KLUGE, T. (2022): Herausforderungen und Chancen für die Lithiumgewinnung aus geothermalen Systemen in Deutschland – Teil 2: Potenziale und Produktionsszenarien in Deutschland. Grundwasser 2022, 27, 261 – 275.

GRAUPNER, T., ZELLER, T., GOLDANN, D. & KAMMER, U. et al. (2019): Hochtechnologie-relevante Metalle in deutschen sulfidischen Buntmetallerzen – Ressourcenpotenzialabschätzung (HTMET). Abschlussbericht des r⁴-Projektes, Hannover.

GROUP 11 – GROUP 11 EXPLORATION GMBH (2024): Unternehmenswebsite. – URL: <https://group11exploration.com> [Stand: 07.05.2024].

GRUND, K. & JUNGnickel, M. (2023): Erzbergwerk Pöhla der Saxony Minerals & Exploration AG - Planungsstand – Herausforderungen – vorbereitende Arbeiten. Bergbau 2023, 74 Jahrgang (Heft 1), 9 - 12.

HASSE, J. (2023): The copper project Twiste. – Konferenzbeitrag 9. Meggener Rohstofftage (13.– 15.09.2023), Wolfach.

HENNING, S., BIRKENFELD, S., GRAUPNER, T., FRANKE, H., NAWOTHNIG, B. & PURSCHE, K. (2019): The new critical metals database "HTMET": high tech trace element characteristics of sulphides from base metal provinces in the Variscan basement and adjacent sedimentary rocks in Germany. German Journal of Geology

(ZDGG) 170; S. 161 – 180. – URL: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/HTMET.pdf? [Stand: 06.06.2024].

ICSG – INTERNATIONAL COPPER STUDY GROUP (2023): Copper Bulletin October 2023. – Monthly Publication 30, 10 – 52 S.; Lissabon.

KNITZSCHKE, G. (1995): Metall- und Produktionsbilanz für die Kupferschieferlagerstätte im südöstlichen Harzvorland. – In: Jankowski, G. (Bearb.): Zur Geschichte des Mansfelder Kupferschieferbergbaus: 270 – 284; Clausthal-Zellerfeld, GDMB-Informationsgesellschaft.

KUSCHKA, E. & HAHN, W. (1996): Flußspatlagerstätten des Südwestvogtlandes. Schönbrunn, Bösenbrunn, Wiedersberg. – Bergbau in Sachsen, Band 2, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. – URL: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12196> [Stand: 06.06.2024].

KSL – KUPFERSCHIEFER LAUSITZ GMBH (2023): Entwicklung und Betrieb eines Kupferbergwerkes inklusive Aufbereitung in Spremberg. Allgemeine Angaben. – 42 S., Spremberg.

KSL – KUPFERSCHIEFER LAUSITZ GMBH (2024): Unternehmenswebsite. – URL: <https://www.kslmining.com> [Stand: 07.05.2024].

OBA SACHSEN – SÄCHSISCHES OBERBERGAMT (2024): Bergbauberechtigungen auf Erze und Spate im Freistaat Sachsen. – URL: <https://www.oba.sachsen.de/erze-und-spate-4531.html> [Stand: 11.04.2024].

SAXORE – SAXORE BERGBAU GMBH (2024): Unternehmenswebsite. – URL: <https://www.saxorebergbau.com> [Stand: 07.05.2024].

SCHMIDT, M. (2023): Rohstoffrisikobewertung – Lithium. DERA Rohstoffinformationen 54 – 81 S., Berlin, – URL: https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-54.pdf [Stand: 06.06.2024].

SME – SAXONY MINERALS & EXPLORATION AG (2024): Unternehmenswebsite. – URL: <https://www.smeag.de> [Stand: 07.05.2024].

STEDINGK, K., RETZSCH, J., KNITZSCHKE, G., SCHENKE, G., HEINRICH, K. & SCHEFFLER, H. (2002): Potenziale der Erze und Spate in Sachsen-Anhalt. – In: Rohstoffbericht 2002. Verbreitung, Gewinnung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt. – Mitteilungen zur Geologie von Sachsen-Anhalt. Beiheft 5. – URL: https://lagb.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/LaGB/rohstoffe/doc/rohstoffbericht_2002.pdf [Stand: 06.06.2024].

UNECE – UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (2021): Supplementary Specifications for the Application of the United Nations Framework Classification for Resources to Minerals. – 27 S., Genf, URL: <https://unece.org/sites/default/files/2022-01/UNFC%20Mineral%20Specifications%202021.pdf> [Stand: 06.06.2024].

USGS - U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2024): Mineral Commodity Summaries 2024. – 212 S. Reston, Virginia. – URL: <https://doi.org/10.5066/P144BA54> [Stand: 20.07.2024].

VULCAN – VULCAN ENERGY RESOURCES (2024): Annual Report 2023. – URL: <https://www.investi.com.au/api/announcements/vul/b522daae-f5f.pdf> [Stand: 06.06.2024].

WALTER, B. F. & KOLB, J. (2023): The raw material potential of SW-Germany – A brief overview. - SGA News 53. – URL: <https://e-sga.org/fileadmin/sga/newsletter/news53/SGANews53.pdf> [Stand: 10.06.2024].

ZINNWALD – ZINNWALD LITHIUM PLC (2024): Zinnwald Lithium PLC – 445 % Increase in Mineral Resource Estimate. – URL: <https://investors.zinnwaldlithium.com/announcements/6210536> [Stand: 06.06.2024].

Impressum

Stand: August 2024

B1.2 Geologie der mineralischen Rohstoffe

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

Stilleweg 2

30655 Hannover

E-Mail: mineralische-rohstoffe@bgr.de

www.bgr.bund.de

DOI: 10.25928/gs41-xb85