

Lithium aus der Tiefe: Warum die Altmark plötzlich im Zentrum der Rohstoffdebatte steht

*Conrad Dorer, Prof. Dr. Petra Schneider (Hochschule Magdeburg-Stendal)
Oktober 2025*

Lithium ist ein Schlüsselrohstoff der Energiewende: Es ermöglicht leistungsfähige Batterien für die Elektromobilität sowie stationäre Speicher, die Erzeugung und Verbrauch erneuerbaren Stroms zeitlich entkoppeln und damit Versorgungssicherheit und Netzstabilität unterstützen. So wird erwartet, dass sich die Nachfrage der EU nach Lithium bis 2030 um das Zwölfwache und bis 2050 um das Einundzwanzigfache erhöht. Deutschland deckt seinen Lithiumbedarf derzeit vollständig durch Importe. Die Verordnung der Europäischen Union über kritische Rohstoffe (Critical Raw Materials Act, CRMA) von 2024 stuft Lithium als kritischen und strategischen Rohstoff ein, legt Zielmarken für europäische Gewinnung, Verarbeitung und Recycling fest und beschleunigt Genehmigungen. Damit schafft die EU den Rahmen, eigene Potenziale zu erschließen. In Deutschland rücken daher potenzielle heimische Vorkommen in den Fokus: geothermische Tiefenwässer im Oberrheingraben, lithiumhaltige Gesteine im Erzgebirge sowie Formationswässer im Norddeutschen Becken, zu dem auch die Altmark gehört. Ein vielversprechender Ansatz in der Altmark sieht vor, bestehende Infrastruktur aus der Erdgasförderung zur direkten Lithiumextraktion aus Tiefenwässern zu nutzen, mit einer geschätzten Produktionskapazität von 5.000 bis 18.000 Tonnen Lithium pro Jahr. Die verantwortungsvolle Erschließung dieses Vorhabens bedeutet, auch Umweltfaktoren umfassend zu analysieren, einschließlich des Ressourcenverbrauchs bis zu batterietauglichen Lithiumverbindungen (Lithiumcarbonat, Lithiumhydroxid), des Managements möglicher induzierter Seismizität und der natürlich vorkommenden Radioaktivität sowie des transparenten Umgangs mit Umwelterfahrungen aus früherer Erdgasförderung.

//

Lithium ist zum „Salz der Energiewende“ geworden. Ohne das leichte Metall funktionieren heutige Lithium-Ionen-Batterien nicht – vom Elektroauto über Laptops bis zu großen Stromspeichern, die Wind- und Solarstrom puffern. Weltweit fließt inzwischen der allergrößte Teil des Lithiums in Batterien. Fachstatistiken beziffern den Batterieanteil an diesen Endverwendungen auf rund 87 Prozent. Keramik, Glas, Schmierfette oder Gießereien spielen im Vergleich nur noch Nebenrollen (1). Dennoch ist auch hier Lithium wichtig. So trägt es beispielsweise dazu bei, dass Glas und Keramik hitzeresistenter werden und energieärmer hergestellt werden können (2). Für die Batterieherstellung werden heute vor allem zwei Lithium-Chemikalien eingesetzt: Lithiumcarbonat (Li_2CO_3) und Lithiumhydroxid (LiOH). Lithiumchlorid (LiCl) ist meist ein Prozess-Zwischenprodukt, das anschließend zu Carbonat oder Hydroxid umgesetzt wird (3).

Woher kommt das Lithium heute – und zu welchem ökologischen Preis?

Deutschland fördert aktuell kein Lithium kommerziell aus heimischen Lagerstätten. (4) Der Bedarf wird vollständig über Importe gedeckt. Ein Teil kommt aus Australien, wo Lithium aus Hartgestein gewonnen wird: Das Mineral Spodumen wird im Tagebau abgebaut und zu Spodumen-Konzentrat aufbereitet. Dieses Konzentrat wird entweder in Australien selbst zu Lithiumhydroxid veredelt oder – und das ist noch der Großteil – zur Weiterverarbeitung nach China exportiert (5, 6).

Der andere bedeutende Weg ist die Gewinnung aus Salaren (Salzpfannen) in Chile und Argentinien. Dabei wird salzhaltiges Tiefenwasser (Sole) aus den unter den Salzkrusten liegenden Aquiferen gefördert und in Verdunstungsbecken geleitet. Dort konzentriert sich die Sole durch Verdunstung auf und wird in der Regel in weiteren Aufbereitungsschritten zu Lithiumcarbonat verarbeitet (7).

Die Umweltbedingungen unterscheiden sich jedoch deutlich: Die Gewinnung in den Anden verbraucht viel Wasser in sehr trockenen Regionen, verändert Wasserbilanzen und Ökosysteme (8). In Australien dominieren wiederum große Tagebaue samt Aufbereitungsanlagen, führen zu Abraum und Rückständen und erfordern einen deutlich höheren Energieeinsatz (9, 10).

Neuere Verfahren der direkten Lithiumgewinnung - englisch „Direct Lithium Extraction“, DLE - sollen Fläche und Wasser sparen: Lithium wird aus der zirkulierenden Sole selektiv herausgelöst und das behandelte Wasser anschließend wieder in die Tiefe zurückgeführt. Vereinfacht läuft es so ab: Die Sole strömt durch Filtermodule mit selektiven Materialien wie zum Beispiel Ionenaustauscher oder Adsorber, die Lithium-Ionen bevorzugt binden. Zur Regeneration werden die Module mit einer Salz- oder Säurelösung gespült. Konkurrierende Ionen und der geänderte Säuregrad verdrängen das Lithium von den Bindestellen, sodass es wieder in Lösung geht. Diese lithiumhaltige Lösung wird aufkonzentriert und zu Lithiumcarbonat oder Lithiumhydroxid weiterverarbeitet. Die „entlithiumisierte“ Sole wird in den ursprünglichen Gesteinshorizont zurückverpresst (11-13).

Der politische Rahmen: die EU-Verordnung über kritische Rohstoffe

Seit 2011 veröffentlicht die EU eine Liste kritischer Rohstoffe – also Rohstoffe mit hoher wirtschaftlicher Bedeutung in der EU und erhöhtem Versorgungsrisiko. Diese Liste wird regelmäßig aktualisiert; die Fassung von 2023 umfasst 34 Materialien. Innerhalb dieser Gruppe unterscheidet die EU außerdem „strategische Rohstoffe“: solche, die für Schlüsseltechnologien der grünen und digitalen Transformation sowie für Raumfahrt und Verteidigung besonders wichtig sind, für die ein starkes Nachfragewachstum erwartet wird und bei denen die Versorgung stark konzentriert bzw. riskant ist. Lithium zählt dazu. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en ; <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/eu-critical-raw-materials>

Für die EU wird ein Anstieg der Lithiumnachfrage auf das Zwölfwache bis 2030 und das Einundzwanzigfache bis 2050 prognostiziert.

https://energy.ec.europa.eu/news/focus-clean-energy-technologies-2024-05-15_en

Die Europäische Union hat 2024 die Verordnung (EU) 2024/1252 „zur Schaffung eines Rahmens zur Gewährleistung einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen“ (englisch: Critical Raw Materials Act, CRMA) verabschiedet. Bis 2030 setzt sie Richtwerte: mindestens 10 % des EU-Jahresverbrauchs an strategischen Rohstoffen in der EU gewinnen, 40 % in der EU verarbeiten und 25 % recyceln; außerdem soll die EU in keiner Stufe der Wertschöpfungskette zu mehr als 65 % von einem einzigen Drittland abhängig sein. Für als strategisch anerkannte Vorhaben gelten verbindliche Entscheidungsfristen der Behörden, höchstens 27 Monate für Gewinnung und 15 Monate für Verarbeitung oder Recycling, gezählt vom vollständigen Antrag bis zum Bescheid. Das schafft Planbarkeit und beschleunigt Verfahren, ersetzt aber weder Umwelt- und Beteiligungspflichten noch garantiert es eine Genehmigung. Lithium ist im CRMA sowohl als strategischer (Anhang I) als auch als kritischer Rohstoff (Anhang II) gelistet (14). Die oben genannten Zielwerte und Fristen gelten damit ausdrücklich auch für Lithium-Projekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Lithiumstandorte in Deutschland – Form der Vorkommen und Stand der Dinge

Oberrrheingraben (Rheinland-Pfalz/Baden-Württemberg):

Hier liegt Lithium in geothermischen Tiefenwässern (Solen) vor. In Landau wurde im April 2024 erstmals Lithiumchlorid aus dieser Sole gewonnen. Im November 2024 gelang in Frankfurt-Höchst die Weiterverarbeitung dieses Vorläuferstoffs im Pilotmaßstab zu batterietauglichem Lithiumhydroxid. Im September 2025 erhielt das deutsch-australische Unternehmen Vulcan die Baugenehmigung für die kommerzielle Weiterverarbeitungsanlage in Höchst, ausgelegt zunächst auf bis zu 24.000 Tonnen Lithiumhydroxid pro Jahr. Bund sowie die Länder Rheinland-Pfalz und Hessen unterstützen das Vorhaben zusammen mit über 100 Mio. Euro (15).

Erzgebirge/Zinnwald (Sachsen):

Hier steckt das Lithium in Lithiumglimmer (Zinnwaldit) innerhalb von Gneisen und granitischen Gesteinen. Die Firma Zinnwald Lithium plc plant einen Untertagebergbau mit anschließender Aufbereitung zu Lithiumhydroxid. Die Vormachbarkeitsstudie von 2025 (Pre-Feasibility Study) beschreibt eine zweiphasige Entwicklung: Phase 1 mit 18.000 t Lithiumhydroxid pro Jahr, später eine Erweiterung auf etwa 35.100 Tonnen pro Jahr, bei einer geplanten Lebensdauer von über 40 Jahren (16).

Norddeutsches Becken – Teilregion Altmark (Sachsen-Anhalt):

In der Altmark liegt Lithium in Tiefenwässern des Rotliegend-Sandsteins in 1.500–4.500 m Tiefe – geologisch verknüpft mit dem Erdgasfeld Altmark. Genau hier setzt der neue Ansatz an: Lithium aus Lagerstättenwasser gewinnen, das über bestehende Erdgasbohrungen gefördert und nach der Abtrennung wieder verpresst wird (17, 18).

Altmark im Fokus: Lagerstätte, Geschichte, Akteure

Die Region fördert seit 1969 Erdgas. Das aktuelle Lithium-Vorhaben der Firma Neptune Energy Deutschland bezieht sich auf das Bewilligungsfeld „Jeetze“. Dabei stehen zwei getrennte bergrechtliche Bewilligungen vom März 2024 nebeneinander: Jeetze-L für Lithium und Jeetze-E für Erdwärme. Die Bewilligungen umfassen rund 1.800 km² Fläche. (14) Zusätzlich hält das Unternehmen drei Aufsuchungserlaubnisse (Milde A-L, Milde B-L und Milde C-L). (19, 20) Schon mit Beginn der Erdgasförderung wurden in der Region lithiumhaltige Tiefenwässer dokumentiert. Der heutige Betreiber berichtet zudem von einer nahezu betriebsbereiten Extraktionsanlage in Steinitz im Jahr 1989. Für die Altmark werden mittlere Lithiumgehalte im Bereich von etwa 350–400 mg/l genannt (21). Eine im August 2025 von der unabhängigen Bewertungsfirma Sproule ERCE für Neptune Energy erstellte Studie beziffert die Altmark-Ressourcen auf rund 43 Mio. t LCE (Lithium-Carbonat-Äquivalent: Umrechnung des enthaltenen Lithiums in die Menge an Lithiumcarbonat, dem batteriefähigen Endprodukt) und stuft sie als eine der weltweit größten projektbezogenen Lithium-Ressourcen ein (19, 20).

Vor Ort in der Altmark laufen bei Neptune zwei Pilotanlagen, die dasselbe Prinzip der Direkten Lithiumgewinnung (DLE) auf unterschiedliche Weise erproben. Ziel ist es, die technisch effizienteste Lösung zu bestimmen.

Pilotanlage 1 (seit November 2024) führt Sole aus einer bestehenden Bohrung über selektive Filtermaterialien des Technikpartners Geolith. Das Lithium bleibt daran haften, wird anschließend gelöst und als Lithiumchloridlösung gewonnen. Daraus wurden, mit Prozessunterstützung von KBR, einem internationalen Anlagenbauer und Verfahrenstechnik-Spezialisten für die chemische Industrie, erste Proben Lithiumcarbonat in Batteriequalität hergestellt (22).

Pilotanlage 2 (Juni–August 2025) nutzte die DLE-Technologie von Lilac Solutions (Ionenaustausch-„Kügelchen“) und wurde im August 2025 erfolgreich abgeschlossen. Aus der Altmark-Sole wurde dabei batteriefähiges Lithiumcarbonat hergestellt. (19, 23) Seit Mitte September 2025 läuft ein dritter Pilotversuch, in dem ein Adsorptionsverfahren technisch bewertet wird. An die Pilotphase soll eine Demonstrationsphase mit einer voll integrierten Extraktionsanlage anschließen (19).

Das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt gibt an, dass Neptune Energy Deutschland im Bewilligungsverfahren mit 5.000 bis 18.000 Tonnen Lithium pro Jahr rechnet. Nach Einschätzung der Fachabteilung reicht der Bodenschatz bei diesen Jahresmengen für rund 30 Jahre, daher gilt die Bewilligung bis 2054. Dies sind jedoch Planungsannahmen und stellen noch keine Produktionszusage dar. Die technische Durchführung und erforderlichen Einrichtungen werden in einem nachfolgenden Betriebsplanverfahren konkretisiert (24).

Zum Vergleich: Chile förderte 2023 rund 41.000 Tonnen Lithium (Metallgehalt) und Argentinien fast 9.000 Tonnen (1).

Umweltwirkungen – Chancen, offene Punkte und historische Erfahrungen mit Altlasten

Direkte Lithiumgewinnung kann den Flächenverbrauch und die Verdunstungsverluste großer Verdunstungsbecken verringern, ist aber kein Verfahren ohne Auswirkungen: Je nach Technik braucht es zusätzlich Süß- oder Brackwasser, etwa für Spül- und Waschschritte sowie zum Anmischen von Prozesslösungen, also Flüssigkeiten mit genau eingestelltem pH-Wert oder Salzgehalt, die das gebundene Lithium aus den Filtermaterialien lösen und diese reinigen. Hinzu kommen Chemikalien und Energie. Für eine faire Umweltbewertung muss deshalb die gesamte Prozesskette bis zum marktfähigen Endprodukt wie Lithiumcarbonat oder -hydroxid betrachtet werden. Die Fachliteratur betont als Schlüsselfaktoren Wasser-, Chemikalien- und Energiebedarf, das Abfallaufkommen sowie die lokalen hydrologischen Bedingungen und deren Bewertung durch ein engmaschiges Monitoring von Wasserhaushalt und Ökosystemen (12).

Rückführung in die Tiefe und kleine Erdbeben

Beim geplanten Verfahren in der Altmark wird das behandelte Tiefenwasser wieder in den Untergrund gepresst. Solche Druckänderungen können – wie aus Projekten der tiefen Geothermie bekannt – kleine, meist kaum spürbare Erdbeben auslösen. In Deutschland wurde dabei in Landau 2009 eine Magnitude von 2,7 gemessen. Entscheidend für das Risiko sind dabei Förder- und Reinjektionsraten sowie das Reservoirdruckmanagement im Untergrund. Deshalb braucht es eine vorsichtige Standortwahl, klare Auslöse-Grenzwerte, d.h. definierte Schwellenwerte (z. B. für Magnitude, Schwinggeschwindigkeit oder Druck), bei deren Erreichen Maßnahmen wie Drosselung oder Stopp greifen sowie kontinuierliches Monitoring (25, 26).

Natürlich vorkommende Radioaktivität sicher handhaben

Formationswasser ist das in den Poren tiefer Gesteine gespeicherte, meist stark salzhaltige Wasser. Darin können gelöste Radionuklide wie Radium-226 und Radium-228 vorkommen. Bei Förderung und Aufbereitung entstehen dadurch Ablagerungen an Rohrleitungen, Armaturen und Behältern sowie Anreicherungen in Filtern und Ionenaustauscherharzen. Solche Rückstände mit erhöhter natürlicher Radioaktivität sind z. B. aus Erdöl-/Erdgasförderung, tiefer Geothermie und Trinkwasseraufbereitung seit Langem bekannt und werden NORM-Rückstände genannt (NORM = naturally occurring radioactive material) (27).

In Deutschland regeln Strahlenschutzgesetz und Strahlenschutzverordnung den Umgang, die Überwachung und die Entsorgung solcher Rückstände. Freisetzen radioaktiver Stoffe sind durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zu verhindern (28, 29). Für den geplanten Lithiumabbau in der Altmark heißt das: Filtermaterial, Harze, Schlämme sowie an Rohren und Anlagenteilen anfallende Inkrustationen sind zu bewerten, überwachen, sicher zwischenzulagern und ordnungsgemäß zu entsorgen.

Schwermetalle und Altlastenerfahrung der Region

In der Altmark ist die Bohrschlammgrube Brüchau seit Jahren ein zentrales Umweltthema. Dort lagern Rückstände aus der Erdgasförderung, darunter große Mengen Quecksilber und weitere Schadstoffe. Das Problem: Solche Ablagerungen können Sickerwasser bilden und damit Boden

und Grundwasser gefährden. Offizielle Angaben nennen bereits für 1990 rund 250 Tonnen elementares Quecksilber und 4 Tonnen Quecksilberverbindungen in der Grube (30). Im August 2025 hat das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt die Einkapselung vor Ort genehmigt. Diese „Standortsicherung“ soll die Abfälle durch Abdichtung dauerhaft vom Umfeld trennen (31). Für neue Vorhaben wie die geplante Lithiumgewinnung erhöht diese Vorgeschichte die Erwartungen an Transparenz, unabhängige Ausgangsmessungen und laufendes Umweltmonitoring. Zugleich zeigt eine Online-Petition mit fast 20.000 Unterschriften die Skepsis und den Widerstand eines Teils der Bevölkerung (32).

Einordnung und Ausblick

Die Altmark bringt jahrzehntelange Erfahrung aus der Erdgasförderung seit 1969 mit, was ein praktisches Fundament für neue Verfahren zur Lithiumgewinnung mit bestehender Bohrplatz- und Leitungsinfrastruktur darstellt. Gleichzeitig entstehen in Sachsen-Anhalt Bausteine der Wertschöpfung: In Bitterfeld-Wolfen wurde Europas erste Raffinerie für batterietaugliches Lithiumhydroxid eröffnet, d.h. ein möglicher Weiterverarbeitungsort (33). Ergänzend stärkt Sachsen-Anhalt mit dem Institute for Technologies and Economics of Lithium (ITEL, Deutsches Lithiuminstitut) in Halle die wissenschaftlich-industrielle Kompetenz für eine nachhaltige Lithiumwirtschaft. Im Fokus stehen CO₂-neutrale Produktion, die Entwicklung einer integrierten Wertschöpfungskette mit Nutzung von Nebenprodukten, eine europäische Lithiumkreislaufwirtschaft auf Basis digitaler Zwillinge sowie die internationale Normung einschlägiger Umwelt-, Sozial- und Governance-Kriterien (34).

Damit hat die Region die Chance, die Ziele der EU-Verordnung über kritische Rohstoffe mit Leben zu erfüllen. Ob daraus ein Vorzeigeprojekt wird, entscheidet sich an drei Punkten:

- i. Die Pilotversuche müssen zeigen, dass Verfahren der direkten Lithiumgewinnung im industriellen Maßstab technisch stabil und wirtschaftlich funktionieren.
- ii. Die Umweltbilanz vor Ort muss überzeugen, insbesondere bzgl. Wasser, Chemikalien, Energie, Rückstände und induzierte Seismizität, und abgesichert u.a. durch klare Auslöse-Grenzwerte, öffentliches Monitoring und Strahlenschutz nach Stand der Technik.
- iii. Es braucht gesellschaftliche Akzeptanz: transparente Verfahren, Beteiligung und spürbare Vorteile vor Ort (z. B. Arbeitsplätze, nutzbare Wärme aus Geothermie, konsequente Altlastenbearbeitung).

Gelingt das, kann die Altmark einen guten Beitrag zur europäischen Rohstoffsouveränität leisten und Importabhängigkeiten mindern.



Bild 1: Prof. Dr. Petra Schneider, Hochschule Magdeburg-Stendal. Pferdekopfpumpe als Denkmal der früher in Gommern ansässigen Erdöl-/Erdgas-Industrie. Die Erdgasförderung im Altmark-Feld begann ab 1969. Aktuell wird die Gewinnung von Lithium aus Tiefensolen unter Nutzung der vorhandenen Erdgasinfrastruktur vorbereitet.



Bilder 2+3: Prof. Dr. Petra Schneider, Hochschule Magdeburg-Stendal. Direkt-Lithium-Extraktion (DLE) an einer bestehenden Erdgasförderstätte. Die Pilotanlage von Neptune Energy am Standort Steinitz (Altmark) testet die Gewinnung von Lithium aus Formationssole, die bei der Erdgasförderung anfällt.

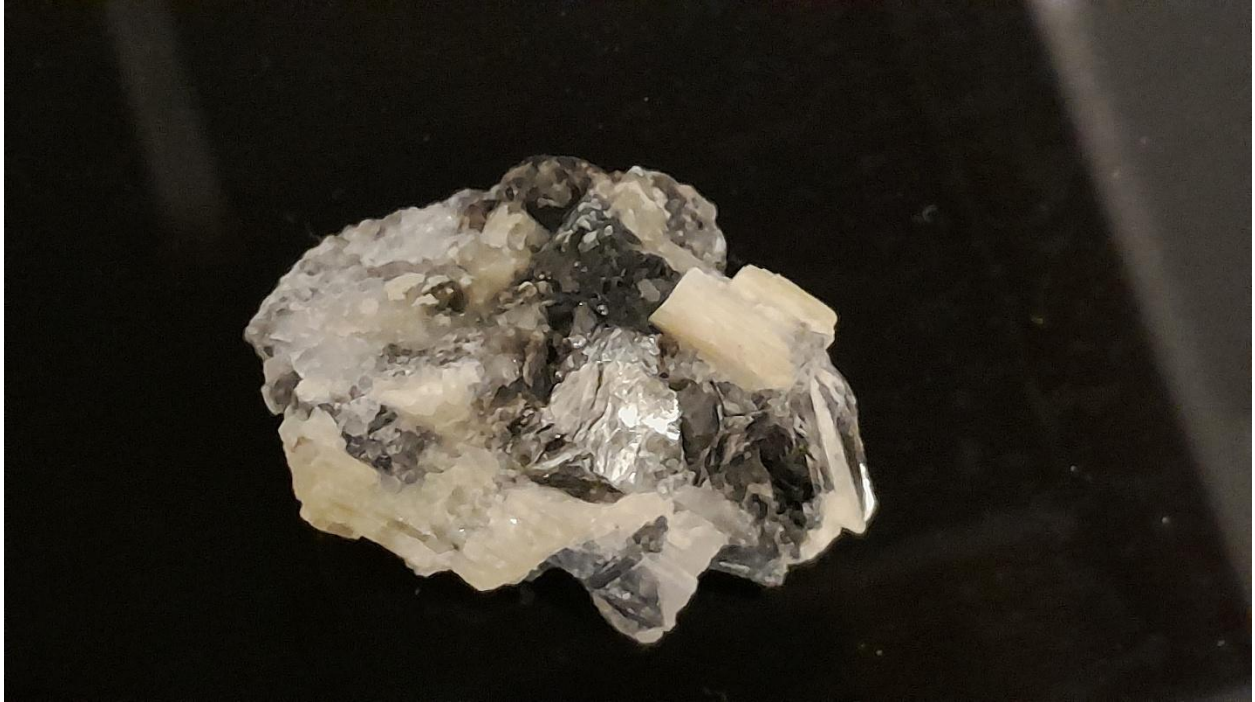


Bild 4: Prof. Dr. Petra Schneider, Hochschule Magdeburg-Stendal. Die Gesteinsprobe aus Zinnwald (Erzgebirge) zeigt gelblichen Topas der Varietät Pyknit (Stengeltopas) vergesellschaftet mit dem lithiumreichen Glimmer Zinnwaldit, einem Leitmineral der dortigen Greisenlagerstätten und Bezugspunkt der im Erzgebirge diskutierten Lithiumgewinnung.



Bild 5: Prof. Dr. Petra Schneider, Hochschule Magdeburg-Stendal. In Brüchau protestieren Bürger gegen eine Bohrschlammgrube mit Abfällen aus der Erdgasförderung, weil sie eine Gefährdung von Boden und Grundwasser befürchten. Ähnliche Befürchtungen gibt es auch für die geplante Lithumextraktion aus Sole.



Bild 6: Prof. Dr. Petra Schneider, Hochschule Magdeburg-Stendal. Toxische Vergangenheit: Bürgerinitiative und Landtagsfraktionen fordern die vollständige Beseitigung der Deponie in Brüchau mit toxischen Schlämmen aus der Erdgasproduktion in der Altmark. Das Landesbergamt hat 2025 die Einkapselung der Deponie genehmigt.

Referenzen

- (1) Jaskula, B. W. (2025). Lithium. In U.S. Geological Survey (Ed.), *Mineral commodity summaries 2025* (pp. 110–111). U.S. Geological Survey.
<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025-lithium.pdf>
- (2) International Lithium Association (ILiA). (2024, Dezember). *The Lithium Voice: Special Edition 2024*. https://lithium.org/wp-content/uploads/2024/12/Lithium-Voice_Special-Edition-2024-English.pdf
- (3) International Energy Agency. (2021). Reliable supply of minerals. In *The role of critical minerals in clean energy transitions*. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/reliable-supply-of-minerals>

- (4) Schmidt, M. (2023). *Rohstoffrisikobewertung – Lithium* (DERA Rohstoffinformationen Nr. 54). Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-54.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- (5) Australian Bureau of Statistics. (2022, 4. August). *Insights into Australian exports of lithium*. <https://www.abs.gov.au/articles/insights-australian-exports-lithium>
- (6) Western Australia Department of Jobs, Tourism, Science and Innovation. (2024, März). *WA battery and critical minerals profile – March 2024*. <https://www.watc.wa.gov.au/media/zqboyick/wa-battery-and-critical-minerals-profile-march-2024.pdf>
- (7) Torres, D., Pérez, K., Galleguillos Madrid, F. M., Leiva, W. H., Gálvez, E., Salinas-Rodríguez, E., Gallegos, S., Jamett, I., Castillo, J., Saldana, M., & Toro, N. (2024). Salar de Atacama lithium and potassium productive process. *Metals*, 14(10), 1095. <https://doi.org/10.3390/met14101095>
- (8) Vega-Muratalla, V. O., Ramírez-Márquez, C., Lira-Barragán, L. F., & Ponce-Ortega, J. M. (2024). Review of lithium as a strategic resource for electric vehicle battery production: Availability, extraction, and future prospects. *Resources*, 13(11), 148. <https://doi.org/10.3390/resources13110148>
- (9) Kelly, J. C., Wang, M., Dai, Q., & Winjobi, O. (2021). Energy, greenhouse gas, and water life cycle analysis of lithium carbonate and lithium hydroxide monohydrate from brine and ore resources and their use in lithium-ion battery cathodes and lithium-ion batteries. *Resources, Conservation and Recycling*, 174, 105762. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105762>
- (10) Environmental Protection Authority (Western Australia). (2019). *Report and recommendations of the Environmental Protection Authority: Greenbushes Lithium Mine expansion*. https://www.epa.wa.gov.au/sites/default/files/EPA_Report/EPA%20Report%20-%20Greenbushes%20Lithium%20Mine%20Expansion.pdf
- (11) International Lithium Association (ILiA). (2024, Juni). *Direct lithium extraction (DLE): An introduction*. <https://lithium.org/wp-content/uploads/2024/06/Direct->

- (12) Vera, M. L., Torres, W. R., Galli, C. I., Chagnes, A., & Flexer, V. (2023). Environmental impact of direct lithium extraction from brines. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4, 149–165. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00387-5>
- (13) Wu, F., Shivakumar, K. R., Konhauser, K. O., & Alessi, D. S. (2025). Lithium resources and novel strategies for their extraction and purification. *npj Materials Sustainability*, 3, 30. <https://doi.org/10.1038/s44296-025-00069-5>
- (14) Europäisches Parlament & Rat der Europäischen Union. (2024, 11. April). Verordnung (EU) 2024/1252 zur Schaffung eines Rahmens zur Gewährleistung einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen und zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 und (EU) 2019/1020. *Amtsblatt der Europäischen Union*, OJ L, 2024/1252 (3. Mai 2024). <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1252/oj>
- (15) Randall, C. (2025, 11. September). Vulcan Energy receives building permit for lithium processing plant in Germany. *electrive*. <https://www.electrive.com/2025/09/11/vulcan-energy-receives-building-permit-for-lithium-processing-plant-in-germany/>
- (16) Zinnwald Lithium plc, & Zinnwald Lithium GmbH. (2025, 30. März). *Pre-feasibility study report – Executive summary: Zinnwald Lithium Project, Saxony, Germany*. Snowden Optiro (Datamine). https://zinnwaldlithium.com/wp-content/uploads/2025/03/167-RPT-GEN-019_Rev0.pdf
- (17) Schaar, U., & Thauer, G.-W. (2024, 28. Juni). *Bergbauberechtigungen für die Bodenschätze Lithium und Erdwärme im Bereich der Altmark* [Präsentationsfolien]. Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB). https://lagb.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/LaGB/aktuelles/InformationsveranstaltungLithiumInDerAltmark_Pr%C3%A4sentation1.pdf
- (18) Neptune Energy Deutschland GmbH. (2024, 28. Juni). *Wir fördern Rohstoffe für alle Menschen!* [Präsentationsfolien]. https://www.neptuneenergy.de/wp-content/uploads/2024/07/PPT_Lithium_Buergerinfo_280624.pdf
- (19) Neptune Energy. (2025, 4. September). *Neptune Energy bestätigt eines der weltweit größten Lithiumvorkommen*. <https://www.neptuneenergy.de/medien->

[center/neptune-energy-bestaetigt-eines-der-weltweit-groessten-lithiumvorkommen](#)

- (20) Daly, C. (2025, 25. September). *Neptune Energy confirms massive lithium resources in Germany*. *electrive*. <https://www.electrive.com/2025/09/25/neptune-energy-confirms-massive-lithium-resources-in-germany/>
- (21) Wenke, A. (2025, 24. März). *Project ALE: Altmark lithium extraction* [Conference presentation slides]. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). <https://unece.org/sites/default/files/2025-04/07.%20Axel-Wenke-EGRM-16-2025.pdf>
- (22) Neptune Energy Deutschland GmbH. (2024, 14. November). *Neptune Energy starts pilot phase for lithium extraction in the Altmark*. <https://www.neptuneenergy.de/en/neptune-energy-starts-pilot-phase-for-lithium-extraction-in-the-altmark/>
- (23) Neptune Energy Deutschland GmbH. (2025, 3. Juni). *Neptune Energy launches second pilot plant for lithium extraction from brine*. <https://www.neptuneenergy.de/en/neptune-energy-launches-second-pilot-plant-for-lithium-extraction-from-brine/>
- (24) Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB). (2024, 10. April). *Bewilligung zur Gewinnung bergfreier Bodenschätze gemäß § 8 Bundesberggesetz (BBergG)* [Bescheid]. https://lagb.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/LaGB/bekanntmachung/20240410_BescheidJeetze_L.d ocx.pdf
- (25) GtV-Bundesverband Geothermie e. V. (2023, 1. Dezember). *Hintergrundpapier: Induzierte Seismizität bei Geothermieprojekten*. https://www.geothermie.de/fileadmin/user_upload/Bibliothek/Downloads/20231201_Hintergrundpapier_Seismizitaet.pdf
- (26) Plenefisch, T., Brückner, L., Ceranna, L., Gestermann, N., Houben, G., Tischner, T., Wegler, U., Wellbrink, M., & Bönnemann, C. (2015). *Tiefe Geothermie – mögliche Umweltauswirkungen infolge hydraulischer und chemischer Stimulationen* (TEXTE 104/2015; UBA-FB 002242). Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/text_e_104_2015_tiefe_geothermie.pdf
- (27) Bundesamt für Strahlenschutz. (o. J.). *Was sind NORM-Rückstände?* BfS. Zugriff am 22. September 2025, von <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/rueckstaende/einfuehrung/einfuehrung>

[node.html](#)

- (28) Deutschland. (2017, 27. Juni). Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG), BGBl. I S. 1966; zuletzt geändert durch Art. 4 des Gesetzes vom 23. Oktober 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 324). <https://www.gesetze-im-internet.de/strlschg/>
- (29) Deutschland. (2018, 29. November). Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV), BGBl. I S. 2034, 2036; 2021 I S. 5261. https://www.gesetze-im-internet.de/strlschv_2018/
- (30) Landtag von Sachsen-Anhalt (2020). Antwort der Landesregierung auf eine Kleine Anfrage zur schriftlichen Beantwortung. BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, Dorothea Frederking. https://dorothea-frederking.de/userspace/SA/dorothea_frederking/Dokumente/Kleine_Anfragen/Kleine_Anfragen_mit_Antworten_der_LR/Drs._7-6597_Quecksilberabfaelle_Bruechau.pdf
- (31) Landtag von Sachsen-Anhalt. (2020, 15. September). *Antwort der Landesregierung auf eine Kleine Anfrage zur schriftlichen Beantwortung: Anfall von Quecksilberabfällen ... (Drs. 7/6597)*. https://dorothea-frederking.de/userspace/SA/dorothea_frederking/Dokumente/Kleine_Anfragen/Kleine_Anfragen_mit_Antworten_der_LR/Drs._7-6597_Quecksilberabfaelle_Bruechau.pdf
- (32) Deutsche Presse-Agentur. (2024, 15. Mai). *Petition gegen Lithiumabbau in Altmark und Lüneburger Heide*. ZEIT ONLINE. <https://www.zeit.de/news/2024-05/15/petition-gegen-lithiumabbau-in-altmark-und-lueneburger-heide>
- (33) AMG Critical Materials N.V. (2024, 18. September). *AMG hosts successful opening of Europe's first lithium hydroxide refinery*. <https://amg-nv.com/investors/press-release/amg-hosts-successful-opening-of-europes-first-lithium-hydroxide-refinery>
- (34) Deutsches Lithiuminstitut GmbH. (o. J.). *Das ITEL – Deutsches Lithiuminstitut GmbH*. Zugriff am 22. September 2025, von <https://www.lithiuminstitut.com/institut/>