

Agora
Verkehrswende



DISKUSSIONSPAPIER

Starke Batterieindustrie, starker Automobilstandort

Neun Thesen zum Ausbau der Batterieproduktion für
Elektromobilität in Deutschland und Europa

Impressum

Starke Batterieindustrie, starker Automobilstandort

Neun Thesen zum Ausbau der Batterieproduktion für
Elektromobilität in Deutschland und Europa

DISKUSSIONSPAPIER

ERSTELLT VON

Agora Verkehrswende

Agora Transport Transformation gGmbH
Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 | 10178 Berlin
www.agora-verkehrswende.de
info@agora-verkehrswende.de

PROJEKTLEITUNG

Kerstin Meyer
kerstin.meyer@agora-verkehrswende.de

Leon Berks
leon.berks@agora-verkehrswende.de

DURCHFÜHRUNG

Autor:innen: Kerstin Meyer, Leon Berks

Korrektorat: Planet Neun

Titelbild: PhonlamaiPhoto/iStock

DANKSAGUNG

Im Rahmen des Projekts veranstaltete Agora Verkehrswende gemeinsam mit der Stiftung Klimaneutralität einen Fachworkshop zum Thema Batterietechnologie für eine resiliente europäische Industrie. Dabei diskutierten wir mit etwa 20 Fachleuten erstmals die in diesem Thesenpapier behandelten Themen. Wir danken allen Teilnehmenden herzlich für ihre fachliche Expertise und die konstruktive Diskussion. Unser besonderer Dank gilt der Stiftung Klimaneutralität für die gemeinsame Organisation des Workshops. Auf Grundlage der dort gewonnenen Erkenntnisse sowie weiterer Interviews und Fachgespräche entwickelten wir die in diesem Papier skizzierten Thesen. Zusätzlich danken wir allen, die im Rahmen einer späteren Review-Phase mit wertvollen Rückmeldungen zur Schärfung des Papiers beigetragen haben. Die Schlussfolgerungen und Ergebnisse dieser Veröffentlichung spiegeln jedoch nicht notwendigerweise die Meinungen der genannten Personen wider. Die Verantwortung für den Inhalt liegt ausschließlich bei Agora Verkehrswende.

Bitte zitieren als:

Agora Verkehrswende (2025): *Starke Batterieindustrie, starker Automobilstandort. Neun Thesen zum Ausbau der Batterieproduktion für Elektromobilität in Deutschland und Europa*

Veröffentlichung: Juni 2025

128-2025-DE

www.agora-verkehrswende.de

Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Die Automobilbranche befindet sich in einem historischen Umbruch. Mit dem Übergang zur Elektromobilität verändert sich nicht nur eine Antriebstechnologie, sondern eine über Jahrzehnte gewachsene Industrie. Im Zentrum dieser Entwicklung steht die Batterie – als technologischer Schlüssel und als strategisches Gut in einem komplexen und international immer stärker umkämpften Marktumfeld.

Die Markt- und Technologieführerschaft für die Batterieherstellung liegt aktuell bei asiatischen Herstellern. Auf allen Stufen der Wertschöpfungskette – von der Rohstoffsicherung über die Verarbeitung bis zum Maschinenbau der Zellfertigung und dem Recycling – liegt vor allem China weit vorn. Dieser Vorsprung wird zementiert durch Verschiebungen oder gar Absagen bei Bauvorhaben von Batterie(zell)fabriken in Deutschland. Gleichzeitig verdeutlicht die Zollpolitik der USA zu Beginn der zweiten Amtszeit von Donald Trump, wie schnell sich die Wettbewerbsbedingungen für das internationale Handelsgeflecht ändern können. In diesem Rahmen muss sich die im Aufbau befindliche europäische und deutsche Batterieindustrie bewähren.

Der Handlungsbedarf wurde auf europäischer Ebene bereits erkannt. Das zeigen die kürzlich veröffentlichten Vorschläge sowohl im Clean Industrial Deal als auch im Automotive Action Plan, die den Aufbau einer stärker eigenständigen und widerstandsfähigen Batterie-Wertschöpfungskette vorsehen. Auch die neue Bundesregierung hat sich die Ansiedelung der Fertigung von Batteriezellen in Deutschland zur Aufgabe gemacht. Doch wie kann die lokale Produktion schnell wettbewerbsfähiger und krisenfester werden, um den heimischen Automobilstandort zu stärken?

In diesem Thesenpapier fassen wir zusammen, wie Europa und Deutschland eine zukunftsfähige Batterieindustrie aufbauen können. Anhand von neun Thesen diskutieren wir die industrielle Ausgangslage sowie die globalen Wettbewerbsdynamiken, skizzieren, welche Schwierigkeiten derzeit beim Aufbau einer eigenen Batterieindustrie bestehen und zeigen mögliche Lösungsansätze auf. Dabei gehen wir auf die Pläne der EU ein und geben Empfehlungen für weitere Schritte, die die Ansiedelung von Teilen der Batteriewertschöpfungskette in Europa stärken können.

Aus Sicht von Agora Verkehrswende braucht es vor allem: neue Kooperationsformen, auch wenn diese erst einmal paradox erscheinen mögen. Europa und Deutschland müssen gezielt mit Technologieführern und Rohstoffländern zusammenarbeiten und zugleich eigene Kompetenzen und Produktionskapazitäten ausbauen – mit dem Ziel, die Resilienz in der Batterieindustrie in Europa zu stärken.

Diesen Weg zu gestalten, ist nun Aufgabe von Politik und Wirtschaft. Mit dieser Veröffentlichung hoffen wir, Impulse für die notwendigen Entscheidungen geben zu können.

Wir freuen uns auf die gemeinsame Debatte und wünschen eine anregende Lektüre

Christian Hochfeld

für das Team von Agora Verkehrswende
Berlin, im Juni 2025

Inhalt

Vorwort	3
1 Die Batterie ist die Schlüsseltechnologie für eine erfolgreiche Transformation der Automobilindustrie	5
2 Die Technologieführerschaft für Batterien liegt in Asien	9
3 Ein starker Automobilstandort Deutschland braucht eine starke Batterieindustrie in Europa	12
4 Die europäische Industrie ist auf Kooperation mit asiatischen Herstellern angewiesen	16
5 Bei der Optimierung von Fahrzeugbatterien ist vor allem eine Steigerung der Energiedichte und eine Kostenreduktion gefragt	20
6 Faire strategische Partnerschaften fördern die Resilienz Europas	25
7 Resilienz erfordert neben Rohstoffzugang auch Rohstoffverarbeitung und Komponentenherstellung in Europa	29
8 Die Förderung eines europäischen Batterie-Recyclings fördert Resilienz und Wettbewerbsfähigkeit	32
9 Es braucht eine europäische Industriepolitik für Batterien	37
Literaturverzeichnis	43
Abkürzungsverzeichnis	51

1 | Die Batterie ist die Schlüsseltechnologie für eine erfolgreiche Transformation der Automobilindustrie

Die weltweit rasant steigende Nachfrage nach Batterien, begleitet von erheblichen Preisschwankungen, trifft auf eine europäische Batterieindustrie, die sich in einer entscheidenden Entwicklungsphase befindet – jetzt müssen die Weichen für die Batterieindustrie in Deutschland und Europa gestellt werden.

1.1 Die weltweite Nachfrage nach Batterien wird sich vervielfachen

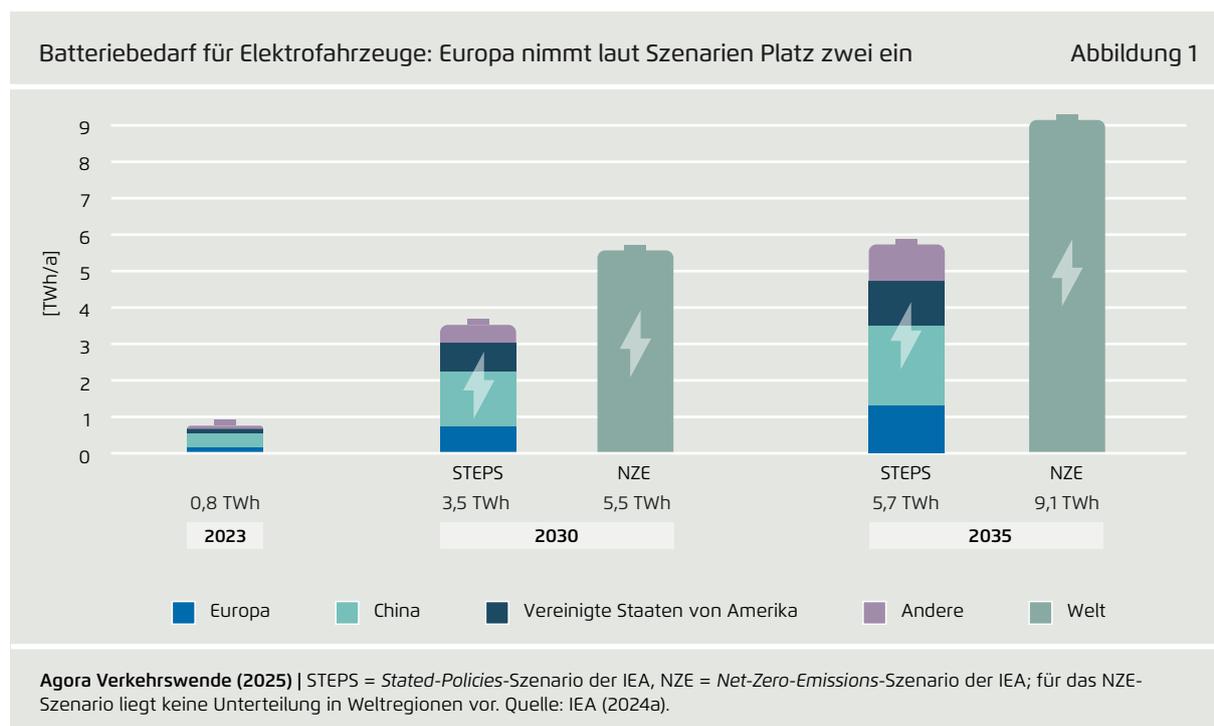
Die Transformation der Automobilindustrie hin zur Elektromobilität wird mit einem immensen Wachstum des Absatzes von Batterien einhergehen. Die Internationale Energieagentur (IEA) konstatiert auf Basis der Analyse von bereits verabschiedeten und in Planung befindlichen Politikvorgaben (dem *Stated Policies Scenario*, kurz: STEPS), dass die weltweite Nachfrage nach Batterien für Elektrofahrzeuge bis 2030 auf mehr als das Vierfache und bis 2035 auf etwa das Siebenfache des heutigen Wertes ansteigen wird.¹ Während sie 2023 bei etwa 800 GWh lag, könnte sie demnach schon 2030 bei 3.500 GWh (3,5 TWh) und 2035 bei 5.700 GWh (5,7 TWh)

liegen (siehe Abbildung 1). Dabei entfällt erwartungsgemäß der größte Anteil der nachgefragten Batterien auf den Pkw-Bereich (etwa 75 Prozent im Jahr 2035). Dies führt auch dazu, dass große regionale Unterschiede in den nachgefragten Batteriekapazitäten entstehen. Vor allem in Regionen, in denen motorisierte Zwei- und Dreiräder einen großen Teil der Fahrzeugflotte ausmachen, liegt der Anteil deutlich unter den Märkten, in denen der Pkw dominiert, da Zwei- und Dreiräder deutlich kleinere Batterien benötigen. Das ist vor allem der Fall in emergierenden oder sich entwickelnden Volkswirtschaften. Im STEPS-Szenario machen die Volksrepublik China (im Nachfolgenden „China“) (2,2 TWh), Europäische Union (im Nachfolgenden „Europa“) (1,3 TWh) und die USA (1,2 TWh) bei Weitem den größten Anteil der Batterienachfrage aus, während auf den Rest der Welt 1 TWh entfällt.

Ähnlich verhält es sich mit der derzeitigen Verteilung der Käufe von elektrisch angetriebenen Neuwagen weltweit. Auch hier entfallen bei Weitem die größten Anteile des Absatzes auf China, Europa und die USA.² Hervorzuheben ist an dieser Stelle auch, dass zum Erreichen des

1 IEA (2024a).

2 IEA (2024a).



Net-Zero-Emissions-Szenario (NZE) der IEA für 2050 noch weitaus größere Kapazitäten erforderlich wären durch eine tiefgreifendere Elektrifizierung des Verkehrssektors. Das Net-Zero-Emissions-Szenario ist das einzige Szenario der IEA, in dem der weltweite Treibhausgasemissionsanstieg unter der in Paris vereinbarten 1,5-Grad-Marke bleibt. Demnach wären es 2030 bereits 5,5 TWh und 2035 9,1 TWh, also eine Steigerung auf etwa das Siebenfache bis etwa auf das Elffache gegenüber der Ausgangssituation im Jahr 2023.

Die IEA sieht hier jedoch zukünftig keinen Engpass. Falls die derzeitigen Ankündigungen für die Batteriefertigung von Investoren und Unternehmen so umgesetzt würden, könnten die globalen Fertigungskapazitäten 2030 bereits 9 TWh überschreiten. Bei einer zu 85 Prozent angenommenen Auslastung dieser Anlagen entspräche das einer realen Produktionsrate für EV-Batterien von etwa 8 TWh, von denen 5,5 TWh Fertigungskapazität oder deren Aufbau bereits heute operational bestätigt wurde. Dementsprechend könnten die Bedarfe des NZE für 2030 gedeckt werden und es wäre ein umsetzbar erscheinender Zuwachs an Fertigungskapazitäten von 1,1 TWh für 2035 nötig.

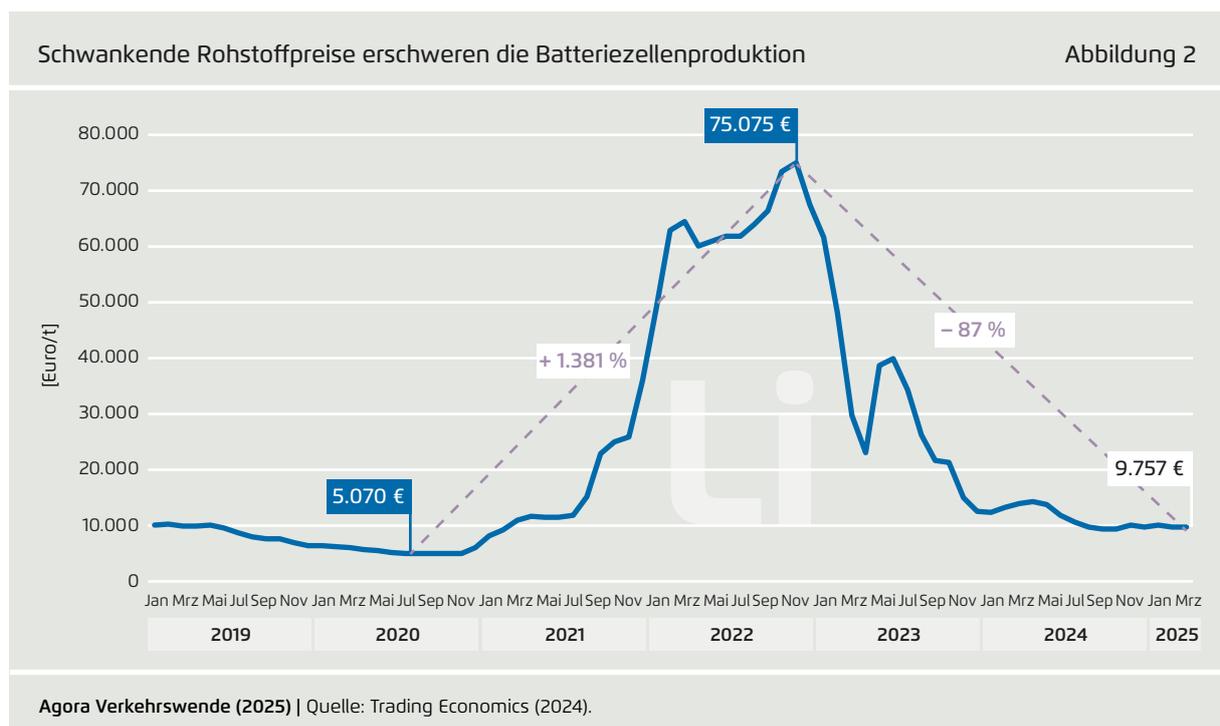
Eine derart hohe Auslastung der Batteriefertigungsanlagen ist jedoch nur als Theorie zu betrachten und unter anderem abhängig von erzielbaren Preisen, welche wiederum von der realen Nachfrage abhängig sind. Die Auslastung der chinesischen Anlagen ist beispielsweise 2023 durch Überkapazitäten infolge zuletzt schwächerer EV-Nachfrage von einem durchschnittlichen Wert von 51 Prozent auf 43 Prozent gefallen.³ Dies kann wiederum Auswirkungen auf die Geschwindigkeit des Hochlaufs haben.

1.2 Der Batteriehochlauf findet vor dem Hintergrund großer Preisschwankungen und hohen Preisdrucks statt

Die Preisschwankungen bei Batterien hängen unter anderem stark mit den Rohstoffpreisen zusammen. Einer Analyse von M-Five zufolge macht die Batterie⁴ 30 bis

³ McKerracher (2024).

⁴ Ein Lithium-Ionen-Akku in Elektrofahrzeugen besteht aus Batteriezellen, die Energie speichern, Modulen, die mehrere



40 Prozent der Produktionskosten eines Elektroautos aus.⁵ Schaut man sich die Kostenzusammensetzung genauer an, entfällt auf die Batteriezelle der weitaus größte Anteil (bis zu 75 Prozent). Die Batteriezelle lässt sich in die Kathode, die Anode und den Separator unterteilen. Rund 65 Prozent der Produktionskosten entfallen auf die Materialkosten, die stark von den Preisen der zugrundeliegenden Rohstoffe beeinflusst werden.

Rohstoffpreise wirken sich somit auf die Kostenentwicklung von Batterien und damit auf den Hochlauf der Elektromobilität aus. Zuletzt sind die Rohstoffpreise für das für Elektroautobatterien ausschlaggebende Lithium nach steilem Kostenanstieg zwischen 2021 und 2022 stark gefallen (siehe Abbildung 2). In den letzten Jahren haben viele Unternehmen ihre Produktionskapazitäten für Lithium erweitert, um der bislang steigenden Nachfrage gerecht zu werden. Neue Minen in Ländern wie Australien, Chile und Argentinien sind in Betrieb gegangen. Dies hat jedoch in Zeiten schwächelnder Nachfrage nach Elektrofahrzeugen zu einem Überangebot an Lithium geführt, was die Preise nach unten drückte. In der Folge sind zuletzt auch die Preise für Lithium-Ionen-Batterien gefallen.⁶ Dies führt zu einem Dilemma, denn neue Förderprojekte für Lithium laufen nur an, wenn die erzielbaren Preise hoch genug sind und sich Investitionen rentieren. Die Erschließung neuer Minen dauert jedoch Jahre. Sollte die Nachfrage nach Batterien und Elektrofahrzeugen, wie projiziert, zukünftig wieder ansteigen, könnten trotz des derzeitigen Lithium-Überangebots Knappheiten entstehen, die die Preise für Lithium und damit auch die Batterie- und Elektroauto-preise wieder in die Höhe treiben.

Die gesunkenen Preise für Lithium-Ionen-Batterien basieren neben den Rohstoffpreisen laut Bloomberg jedoch noch an zwei weiteren Faktoren: Chinas Überproduktion von Batterien, die bereits heute die Nachfrage übersteigt, sowie den engen Margen für Hersteller, die aufgrund des Wettbewerbs und der Notwendigkeit, Produktionsprozesse zu optimieren, zu Kostensenkun-

gen führen. Diese Entwicklungen werden durch eine zunehmende Effizienzsteigerung in der Produktion und die Skalierung von Produktionskapazitäten verstärkt, was insgesamt den Preisrückgang weiter beschleunigt. Bloomberg prognostiziert für den Moment, dass die Preise für Batterien aufgrund der derzeit bestehenden Überkapazitäten (höhere Batterieproduktion als Elektrofahrzeugnachfrage) vor allem in China für die nächsten Jahre niedrig bleiben (siehe auch Abbildung 4 in These 3).⁷ Im April lag der Preis für die kostengünstigen Lithium-Eisenphosphat-Batterien in China demnach bei 75,3 US-Dollar pro Kilowattstunde, was laut dem Bericht dazu führe, dass Elektrofahrzeuge in dem Land bereits heute zum gleichen oder unter dem Marktpreis von Verbrenneralternativen angeboten werden könnten. Die momentan günstigen Marktpreise könnten sich positiv auf die zukünftige Nachfrage nach Elektrofahrzeugen (auch international) auswirken – gleichzeitig setzten sie jedoch mögliche europäische Batteriehersteller unter großen Preisdruck.

1.3 Die europäische Batterieindustrie befindet sich in einer kritischen Phase

Die europäische Kommission rief im Jahr 2017 die *European Battery Alliance* ins Leben – eine Multi-Stakeholder-Allianz aus Akteuren der Batterielieferkette sowie der Europäischen Investitionsbank (EIB). Außerdem verabschiedete sie im Jahr 2018 einen strategischen Aktionsplan für Batterien. Darin wurde das ambitionierte Ziel formuliert, Europa zu einer weltweit führenden Region in der nachhaltigen Batterieproduktion und -nutzung im Kontext der Kreislaufwirtschaft zu machen.⁸ Dies ist ein strategisch wichtiges Ziel, um nicht nur die Importabhängigkeit der EU zu verringern, sondern auch die Wertschöpfungskette innerhalb Europas zu stärken und neue Arbeitsplätze zu schaffen oder zu transferieren, worauf in den folgenden Thesen weiter eingegangen wird.

In den letzten Jahren wurden für Europa große Kapazitätswachse für *Gigafactories* und die damit zusammenhängenden Industrieanlagen angekündigt (siehe Abbildung 6 in These 4). Dabei ist die geografische

Zellen bündeln, und dem Batteriepack, das die Module mit Kühlung und einem *Battery Management System* (BMS, zur Überwachung und Steuerung der Batterie) integriert (siehe auch These 4).

5 Schade, Haug, Berthold (2022).

6 McKerracher (2024).

7 McKerracher (2024).

8 Europäische Kommission (2018).

Konzentration der angekündigten Batteriezellfertigungen in der EU interessant. Viele der Investitionen konzentrieren sich in Ungarn, Frankreich und Spanien gefolgt von Deutschland. Die Nähe zu den großen Automobilzentren ermöglicht nicht nur eine effiziente Logistik und Just-in-time-Lieferungen, sondern auch eine enge Zusammenarbeit zwischen Automobilherstellern und Batterieproduzenten sowie weiteren Zulieferern. Diese Synergien sind von entscheidender Bedeutung, um die technologische Entwicklung voranzutreiben und die Kosten zu senken.

Anspruch und Wirklichkeit liegen beim Thema Batteriestandort Europa allerdings recht weit auseinander: Im Jahr 2025 ist Europa noch weit entfernt, eine weltweit führende Region in der nachhaltigen Batterieproduktion zu sein. Es gibt zurzeit erhebliche Unsicherheit in Bezug auf die in Europa und in Deutschland angekündigten oder angesiedelten Standorte.⁹ Europa befindet sich in einer Standortkonkurrenz mit anderen Weltregionen mit großzügigen Förderregimen. Praktische Schwierigkeiten bei der Großskalierung der Produktion, gepaart mit erheblichem Preisdruck und einem Klima der Unsicherheit bezüglich der Nachfrage nach Elektrofahrzeugen in Deutschland und Europa in den nächsten Jahren machen diesen Moment zu einem kritischen für die gesamte europäische Wertschöpfungskette. Zusammenfassend lässt sich festhalten: Europa hat große Ambitionen für den Aufbau einer Batterieindustrie. Dieser ist allerdings auch eine sehr große Herausforderung in einem weltweit schwierigen Marktumfeld, das von Preisschwankungen sowie Preisdruck und einem Technologie- und Produktionsvorsprung in China geprägt ist.

9 Demling et al. (2024).

2 | Die Technologieführerschaft für Batterien liegt in Asien

Wie bereits erwähnt, konzentriert sich der weltweite Absatz von Elektrofahrzeugen derzeit auf wenige Märkte: China, Europa und die USA. China liegt dabei eindeutig an der Spitze. Im Jahr 2023 wurde mehr als jedes zweite neue Elektrofahrzeug (knapp 60 Prozent der weltweiten elektrischen Neuzulassungen) dort zugelassen.¹⁰

2.1 Die weltweit führenden Zellhersteller sind in China, Südkorea und Japan angesiedelt

Doch nicht nur beim Absatz von Elektrofahrzeugen, auch in der Batterietechnologie selbst, nehmen die Volksrepublik China sowie Südkorea und Japan eine dominierende Stellung ein. Die weltweiten Marktanteile im Bereich der Zellfertigung unterstreichen das. Im ersten Halbjahr 2024 kamen alle führenden Zellhersteller aus China, Südkorea oder Japan, in den Jahren 2023 und 2022 war die Situation ähnlich.¹¹ Die Batteriezellfertigung in Deutschland betrug im Jahr 2022 0,88 GWh und umfasste 0,2 Prozent der Weltproduktion, die

Kathodenfertigung machte 4 Prozent der weltweiten Batterieverkäufe aus.¹² Bezogen auf Europa stellte der europäische Wirtschafts- und Sozialausschuss fest: „Bei der Entwicklung (FuE) und Produktion von Batterien hinkt Europa erschreckend weit hinter den asiatischen Ländern und Unternehmen her.“¹³ Auch wenn beispielsweise das Fraunhofer ISI im internationalen Vergleich der wissenschaftlichen Publikationen und Publikationen zu einem weniger vernichtenden Urteil kommt, so ist auch hier ein großer Vorsprung Chinas respektive Japans festzustellen.¹⁴

Abbildung 3 zeigt, dass der chinesische Zellfertiger CATL mit einem Weltmarktanteil von fast 38 Prozent die weltweite Spitzenposition einnimmt. An zweiter Stelle folgt mit einigem Abstand und knapp 16 Prozent Marktanteil der chinesische Batteriehersteller BYD, der unter dem gleichen Markennamen auch Elektroautos produziert. An dritter Stelle liegt der südkoreanische Hersteller LG Energy Solutions, der im ersten Halbjahr 2024 knapp 13 Prozent der Anteile am Weltmarkt erreichen konnte.

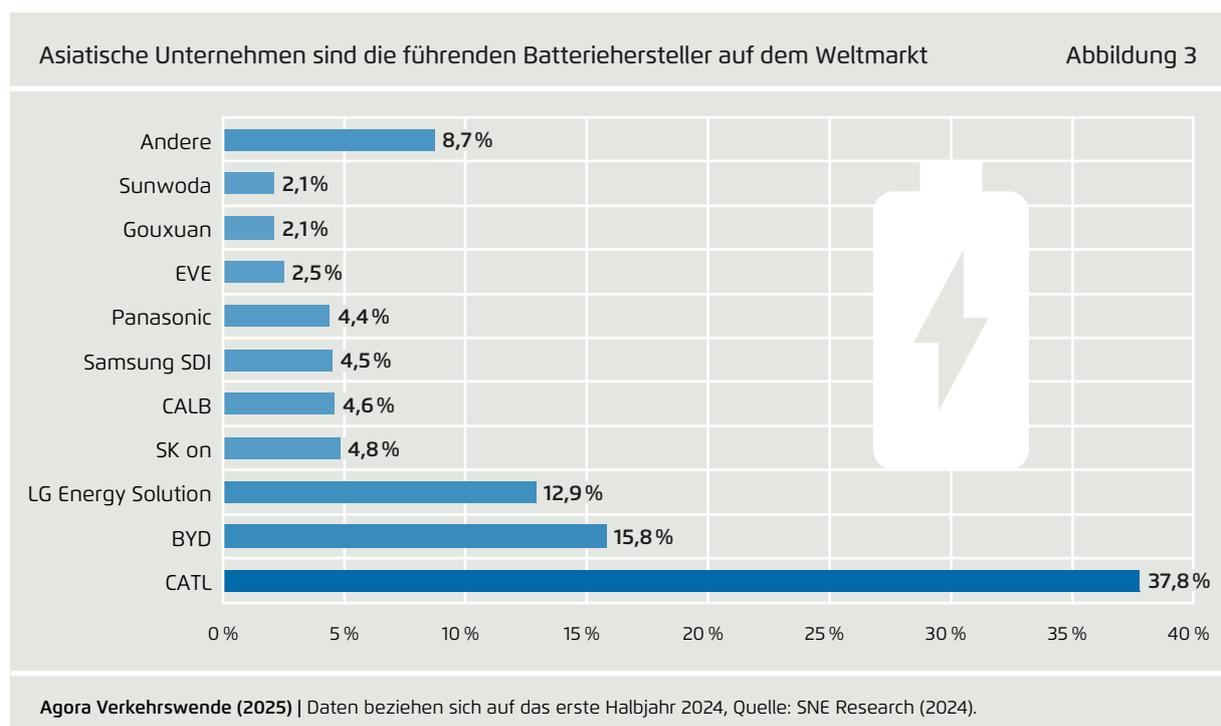
10 IEA (2024a).

11 SNE Research (2023), (2024); Kang (2024).

12 Fraunhofer ISI (2024).

13 EESC (2019).

14 Fraunhofer ISI (2024).



Die hier abgebildete Rangliste unterstreicht, wie weit die Hersteller aus China, Südkorea und Japan ihre Marktposition ausgebaut haben und wie stark sie in Führung liegen im Vergleich zu deutschen oder auch europäischen Herstellern, die in dieser Abbildung gar nicht separat erwähnt werden.

2.2 Der europäische Maschinen- und Anlagenbau hat ein Henne-Ei-Problem

Die Führungsposition der asiatischen Hersteller zeigt sich vor allem auch im Maschinenbau. Während Deutschland und Europa im Maschinen- und Anlagenbau generell gut aufgestellt sind, liegen die Kompetenzen der Produktionstechnik für die Batterieindustrie in Asien. Die Nationale Plattform Zukunft der Mobilität hat zu diesem Thema bereits im Jahr 2019 angemerkt, dass die Forschung und Entwicklung sich insbesondere auf die Skalierung der Batteriezellproduktion vom Labor in den industriellen Maßstab konzentrieren müsse.¹⁵ Diese Feststellung ist auch im Jahr 2025 noch richtig. Die wissenschaftliche Begleitforschung Batteriezellfertigung formuliert diplomatisch: „Bisher konnte sich der europäische Maschinen- und Anlagenbau gegenüber der asiatischen Konkurrenz nur begrenzt als Ausrüster der in Europa entstehenden Batterieindustrie durchsetzen.“¹⁶ Es fehlen sowohl Referenzen als auch Erfahrung mit der Herstellung von schlüsselfertigen, einsatzbereiten Anlagen für die Batterieindustrie. Das ist ein Henne-Ei-Problem, dessen Überwindung nicht trivial ist. Der deutsche beziehungsweise europäische Maschinenbau muss eine hohe Zuverlässigkeit unter Beweis stellen. Dabei geht der Prozess der Batterieproduktion mit einer Vielzahl von technischen Herausforderungen einher, insbesondere im Bereich der Elektrodenbeschichtung und -trocknung, die wiederum entscheidend ist für die Zellqualität.¹⁷

Denn für die neu entstehenden europäischen Zellfertiger ist vor allem von Bedeutung: als industriell glaubwürdige Partner in Erscheinung zu treten. Im Jahr 2024 kündigte BMW die Zusammenarbeit mit Northvolt aufgrund von

großen Verzögerungen im Zeitplan und von zu viel Ausschuss.¹⁸ Zwar stammten die von Northvolt verwendeten Anlagen selbst aus China,¹⁹ doch das Beispiel illustriert, dass der reibungslose Hochlauf der industriellen Serienproduktion für europäische Zellfertiger von zentraler Bedeutung ist. Entsprechend schwierig dürfte es sein, sie davon zu überzeugen, auf Anlagenbauer ohne nachgewiesene Produktionserfahrung zu setzen.

Generell stehen neue Marktakteure vor einer Vielfalt an Herausforderungen. Die Anlagen haben nicht nur einen hohen Kapitalbedarf, auch der Wettbewerb um qualifizierte Fachkräfte ist global. Die *European Battery Alliance* stellt fest: „In Europa fehlt es an Schlüsselqualifikationen des Humankapitals, insbesondere im Bereich der angewandten Prozessgestaltung.“²⁰ Der Fachkräftemangel im Bereich der Batteriezellfertigung in Europa wird für das Jahr 2030 auf etwa 100.000 Fachkräfte geschätzt.²¹ Auch dies ist eine Art Henne-Ei-Problem, denn ohne Fachkräfte ist es schwierig, Innovationen zu entwickeln oder neue Standorte zu erschließen, und ohne Innovationsstärke und neue Standorte siedeln sich dort auch keine Fachkräfte an. Sowohl die EU-Kommission als auch die deutsche Bundesregierung sind sich des Problems bewusst und haben infolgedessen verschiedene Fortbildungsprogramme im Bereich Batterien etabliert.²² Die europäische Kommission prognostiziert allerdings, dass das Problem in den kommenden Jahren im Bereich Transformationstechnologien fortbestehen wird.²³

2.3 Asien wird auf absehbare Zeit Technologieführer bleiben

Blickt man auf die relativen Stärken und Schwächen der verschiedenen Akteure und Märkte, so stellt sich die Frage, wie sich das Kräfteverhältnis in der Zukunft entwickeln wird. Fraunhofer ISI weist darauf hin, dass viele chinesische Batteriehersteller nicht nur bereits eine Führungsposition auf dem Markt erzielt haben, sondern

15 NPM (2019).

16 VDI/VDE-IT (2024).

17 Fraunhofer FFB (2024).

18 dpa (2024).

19 Freitag, Hucko (2024).

20 European Battery Alliance (o. J.).

21 Fraunhofer FFB (2024).

22 siehe z. B. QualiBatt BW (2022); EIT InnoEnergy (2023); EIT (2024); albatts (o. J.).

23 Europäische Kommission (2023a).

diese durch weitere Investitionen in Produktionskapazität und Technologie auch weiter ausbauen. Die Autorinnen und Autoren leiten daraus einen signifikanten Wettbewerbsvorteil gegenüber weltweiten Konkurrenten ab.²⁴ Zu ähnlichen Schlussfolgerungen kommt Bloomberg New Energy Finance: „Durch eine solide, langfristige Planung und Unterstützung hat sich China einen beachtlichen Vorsprung bei Batterien und in der Lieferkette für Elektrofahrzeuge erarbeitet.“²⁵

Wirtschaftliche Ökosysteme sind historisch gewachsen und Ergebnis politischer und ökonomischer Rahmenbedingungen sowie einer Vielzahl von Entscheidungen über die Zeit hinweg. Ihre Gestaltung lässt sich über politische und ökonomische Rahmenbedingungen beeinflussen. Allerdings ist angesichts der starken Position von China, Südkorea und Japan einerseits und den Herausforderungen der europäischen Industrie andererseits anzunehmen, dass die Hersteller aus diesen Ländern auf absehbare Zeit Technologieführer bleiben werden. Wenn die Skalierung der Produktion in Europa erfolgreich sein soll, dann erfordert das nicht nur eine Lösung des Fachkräfteproblems generell, sondern es ist auch notwendig, international erfahrene Fachkräfte anzuwerben, die bereits Skalierungsprozesse ähnlicher Anlagen in anderen Weltmärkten begleitet haben.

24 Fraunhofer ISI (2024).

25 BloombergNEF (2024).

3 | Ein starker Automobilstandort Deutschland braucht eine starke Batterieindustrie in Europa

Die Automobilindustrie in Deutschland und Europa steht vor einem unumkehrbaren Strukturwandel, in dem die Elektromobilität zur dominierenden Antriebsform wird. In diesem Transformationsprozess spielt die Batterie als Schlüsseltechnologie eine entscheidende Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilbranche. Gleichzeitig gilt es, eine widerstandsfähige, nachhaltige und global wettbewerbsfähige Batterieindustrie in Europa aufzubauen, um langfristig unabhängiger von internationalen Lieferketten und Marktdynamiken zu werden.

3.1 Der weltweite Trend in Richtung Elektromobilität ist gesetzt

Auch wenn der Absatz von Elektrofahrzeugen in Deutschland im Jahr 2024 unter den Erwartungen blieb, ist die Umstellung des Antriebsstrangs auf elektrische Antriebe ein langfristiger, weltweiter Trend, denn die Transformation zum klimaneutralen Wirtschaften in allen Industriesektoren wird weitergehen. Die großen Automarkte China und die USA haben in den vergangenen Jahren starke Anreize für den Absatz von E-Pkw und die Entwicklung der entsprechenden Indus-

trieökosysteme ergriffen. Dies führte zu einem weiteren Absinken der Batteriepreise weltweit (siehe These 1.2).

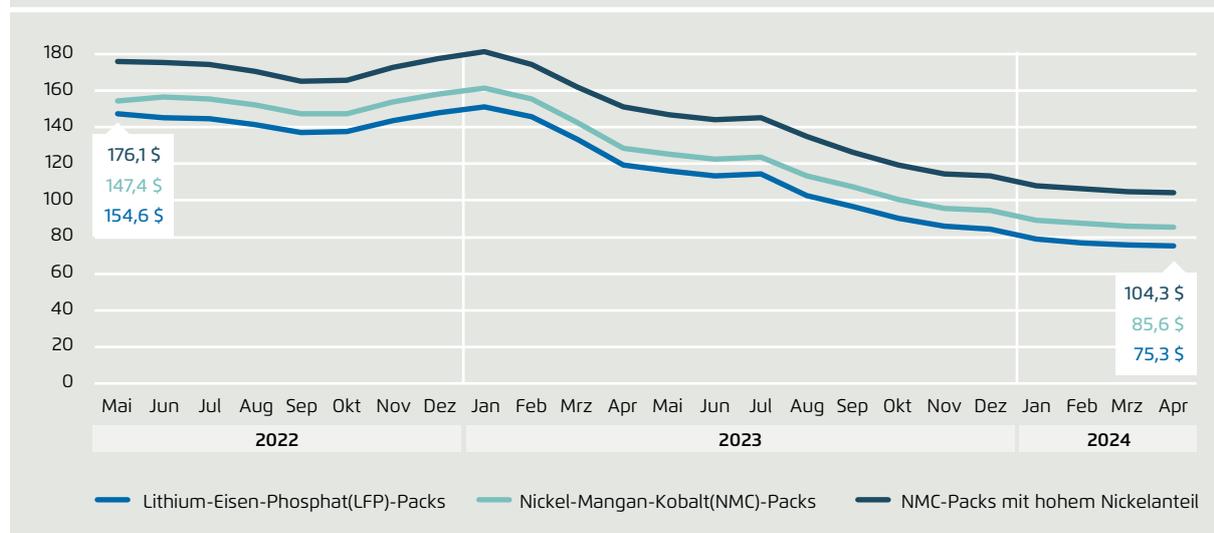
Das zeigt sich auch in den Projektionen der IEA, in denen die Märkte China, USA und Europa den größten Einfluss auf die Absatzzahlen von E-Pkw haben. Laut dem oben beschriebenen STEPS-Szenario der IEA wird auf Basis der bislang beschlossenen politischen Zielsetzungen weltweit im Jahr 2035 jeder zweite verkaufte Pkw einen elektrischen Antrieb haben.²⁶ Im auf die Klimaziele abgestimmten Net Zero Szenario (NZE) liegt der Anteil für elektrische Pkw im Jahr 2035 sogar bei 98 Prozent. In Deutschland und Europa setzt vor allem die CO₂-Pkw-Verordnung ((EU) 2023/851) den rechtlichen Rahmen: Mit der Vorgabe für Automobilhersteller, die spezifischen Emissionen ihrer Neuwagenflotte ab 2035 auf null Gramm CO₂ pro Kilometer zu senken, werden Elektrofahrzeuge zukünftig einen weitaus größeren Anteil an der Gesamtflotte einnehmen. In Deutschland war im Januar 2025 ein deutlicher Anstieg der Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen zu verzeichnen, der Wert lag um 54 Prozent über dem Vorjahreswert.²⁷ Das ist aller

26 IEA (2024a).

27 ICCT, IMT-IDDRI, ECCO Think Tank (2025).

Schon heute unter 100 \$/kWh: Chinas günstige Batteriepacks treiben den Hochlauf der Elektromobilität voran

Abbildung 4



Agora Verkehrswende (2025) | NMC = Nickel-Mangan-Kobalt und umfasst die Preise für die Batterien NMC111, NMC532 und NMC 622. Hoch-Nickel-NMC umfasst NMC811, NMC955 und NCA; Quelle: BloombergNEF (2024).

Voraussicht nach darauf zurückzuführen, dass im Jahr 2025 ein neuer Grenzwert der CO₂-Verordnung für Pkw in Kraft tritt, der höhere E-Fahrzeuganteile erfordert. Doch insbesondere die weiterhin stark fallenden Batteriepreise sind ein zentraler Faktor (siehe Abbildung 4) dafür, dass die Elektromobilität sich langfristig weltweit durchsetzen wird.

Auch wenn hierzulande die Diskussion um die EU-Grenzwerte immer wieder aufflammt – der langfristige weltweite Kurs in Richtung Elektromobilität ist gesetzt. Entsprechend wichtig ist es für den Standort, in der Elektromobilität zu überzeugen. Gleichmaßen ist es wichtig, den Strukturwandel in der Automobilindustrie zu gestalten und zu begleiten.

3.2 Die Batterie ist die Schlüsseltechnologie für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie

Die deutsche Automobilindustrie ist von großer Bedeutung für die deutsche Wirtschaft, denn sie trägt rund 4,4 Prozent zur deutschen Bruttowertschöpfung bei und beschäftigt 740.000 Menschen.²⁸ Die Transformation der Automobilindustrie hat verschiedene Treiber, neben der Elektrifizierung des Antriebsstrangs spielt das autonome und vernetzte Fahren eine wichtige Rolle, ebenso der Trend zu weiteren Produktivitätssteigerungen im Rahmen der Industrie 4.0. Das wirkt sich auch auf die Zahl der Arbeitsplätze in der Automobilindustrie aus. Dabei zeigt eine Studie von Agora Verkehrswende in Zusammenarbeit mit Boston Consulting Group, dass die Transformation zwar nur geringe Auswirkungen auf die Zahl der Arbeitsplätze insgesamt haben wird, dass es allerdings zu großen Verschiebungen kommen wird. Bis 2030 ist zwar mit einem Rückgang der Beschäftigtenzahlen in der Kernautomobilindustrie zu rechnen, doch dieser Verlust kann durch eine steigende Nachfrage nach Arbeitskräften in antriebsstrangunabhängigen Zulieferunternehmen weitgehend ausgeglichen werden. Hier hebt die Studie die wichtige Rolle der Batterieindustrie hervor: „Allein circa 95.000 Arbeitsplätze werden bei den antriebsstrangunabhängigen Zulieferern entstehen, vor allem bei den Batterieherstellern – voraus-

gesetzt, der deutsche Bedarf an Batteriezellen wird durch eine entsprechende Produktion im Inland gedeckt.“²⁹ Eine erfolgreiche Etablierung der Batterieindustrie ist also von großer Bedeutung für die Arbeitsplätze in Deutschland. Mit einem Zuwachs an Arbeitsplätzen ist laut der Studie vor allem im Osten von Deutschland zu rechnen.

Darüber hinaus ist eine heimische Batterieindustrie auch aus technologischen beziehungsweise innovationspolitischen Aspekten relevant. Ein Standort, der in der Elektromobilität führend sein will, muss auch in der Batterietechnologie führend sein, da ein Großteil der Wertschöpfung auf die Batterie zurückzuführen ist.³⁰ Eine starke eigene Kompetenz in der Batteriewertschöpfungskette ist die Voraussetzung für Wettbewerbsfähigkeit und Innovation in Deutschland und in der EU.³¹ Der Anspruch, bei der Batteriezellproduktion und der Batterietechnologie insgesamt eine wichtige Rolle zu spielen, ist angesichts der Bedeutung der Automobilindustrie und der Herausforderungen durch die Transformation der Industrie gerechtfertigt. Dies ist jedoch eine ambitionierte Zielsetzung in Anbetracht der derzeitigen Wettbewerbsposition der Industrie in Deutschland und Europa (siehe Ausführungen in These 2.1). Auch das Ziel der letzten Bundesregierung im Jahr 2030 15 Millionen rein elektrisch angetriebene Fahrzeuge in der Flotte zu erreichen, unterstreicht die Zielsetzung Deutschland auf diesem Gebiet zum Leitmarkt zu machen.³² Derzeit weisen die Zeichen jedoch in eine andere Richtung: Bei einem „Weiter so wie bisher“, wird das Ziel um bis zu sechs Millionen Elektroautos verfehlt.³³

3.3 Resilienz, Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit sind Kernpfeiler für den Aufbau einer Batterieindustrie in Deutschland und Europa

Russlands Angriffskrieg gegen die Ukraine unterstrich nicht nur die Abhängigkeit von fossilen Energieträ-

28 Agora Verkehrswende (2024).

29 Agora Verkehrswende (2021).

30 Agora Verkehrswende (2024).

31 BMWi (2018); Europäische Kommission (2018).

32 SPD, Die Grünen, FDP (2021).

33 Agora Verkehrswende (2024).

gern, sondern rückte darüber hinaus die Aspekte von Versorgungssicherheit und Resilienz von Wertschöpfungsketten insgesamt stärker in den Vordergrund der öffentlichen Debatte. Das bedeutet, die Transformation der Automobilindustrie in Richtung Elektromobilität ist mit der Frage der Resilienz zusammenzudenken. Unter Resilienz kann die Fähigkeit verstanden werden: „externe Schocks oder Verwerfungen der sozialen, wirtschaftlichen oder politischen Rahmenbedingungen insbesondere mit Blick auf die internationale Einbettung auszuhalten und sich an die neuen Bedingungen anzupassen.“³⁴ Bereits heute speichern Batterien den größtenteils im Inland produzierten Strom, der Autos antreibt oder Schwankungen in einem erneuerbaren Stromnetz ausgleicht. Dies wird mit dem Fortschreiten der Energiewende weiter zunehmen. Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern, die kontinuierlich importiert werden müssen und deren Lieferkettenunterbrechungen zu Energiepreiserhöhungen führen können, tragen Batterien zur Stärkung der Resilienz bei. Nach ihrem einmaligen Import oder nach ihrer Fertigung in Europa können sie über Jahre hinweg wiederverwendet werden. Der Aufbau resilienter Lieferketten und

eigenen Fertigungskapazitäten für Batterien ist deshalb perspektivisch von großem öffentlichem Interesse für die Wohlstandssicherung. Aufgrund der starken internationalen Dimension dieser Themen, ist es notwendig, den Standort Deutschland und den Standort Europa von vornherein zusammenzudenken.

Die Europäische Union hat seit der Formulierung der ersten europäischen Batteriestrategien den Nachhaltigkeitsaspekt betont. In Europa hergestellte Batteriezellen sollen auch unter Nachhaltigkeitsaspekten vorteilhaft sein. Entsprechend sind in der EU-Batterieverordnung Regelungen zu dem CO₂-Fußabdruck von Batterien getroffen worden. Dahinter liegt das Ziel, diesen weiter zu verringern und so die Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen insgesamt noch weiter zu verbessern. Auch wurden Vorgaben zu Sorgfaltspflichten in den Lieferketten auch in Bezug auf Menschenrechtsverletzungen gemacht sowie weitreichende Recyclingvorgaben beschlossen, die das Potenzial haben, eine Kreislaufwirtschaft im Bereich Elektrofahrzeugbatterien anzureizen (siehe These 8).

Strategien für eine starke Batterieindustrie in Deutschland und Europa sollten drei verschiedene Dimensionen ansprechen: Resilienz, Wettbewerbsfähigkeit und

34 Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2023).

Zieldreieck für die Entwicklung des Batteriestandorts Deutschland in Europa

Abbildung 5



Agora Verkehrswende (2025) | Eigene Darstellung.

Nachhaltigkeit im Sinne von Klima-, Umwelt- und Menschenrechtsaspekten. Unter dem Stichwort Resilienz werden die Themen verhandelt, wie der primäre Rohstoffeinsatz zu minimieren ist (etwa durch veränderte Batterietechnologien oder Recycling), wie mehr Partizipation in internationalen Wertschöpfungsketten erlangt werden soll sowie das Thema strategische Partnerschaften mit Ländern innerhalb der internationalen Wertschöpfungsketten (siehe These 3, 6, 7 und 8). Um die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern, braucht es unter anderem internationale Kooperation und Forschungsförderung (siehe These 4 und 5). Eine Steigerung der Nachhaltigkeit umfasst unter anderem das Batterierecycling, den Einsatz von Sekundärmaterialien, eine weitere Verringerung des CO₂-Fußabdrucks und die Sicherstellung von Verantwortung in der Lieferkette hinsichtlich der Einhaltung von Menschenrechten und Umweltvorgaben (siehe These 7). Viele Analysen innerhalb dieses Themenfeldes befassen sich mit der einen oder anderen Dimension (Resilienz, Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit) dieser Fragestellungen. Dieses Thesenpapier strukturiert die Diskussionsstränge anhand aller drei Dimensionen. Letztlich muss es für die Europäische Union darum gehen, im Gebiet der Zellfertigung und der Batterieherstellung wettbewerbsfähig zu sein, Batterien mit einem hohen Nachhaltigkeitsanspruch herzustellen und gleichzeitig die Resilienz Europas in Bezug auf Versorgungssicherheit stärker zu wahren. Diese drei Parameter lassen sich aber nicht notwendigerweise alle gleichzeitig und in gleichem Maße verbessern. Welcher Aspekt wie gestärkt werden soll, ist das Ergebnis politischer Aushandlungsprozesse.

4 | Die europäische Industrie ist auf Kooperation mit asiatischen Herstellern angewiesen

Das Ziel, einen Batteriestandort Europa im Dreiklang von Wettbewerbsfähigkeit, Resilienz und Nachhaltigkeit zu etablieren, ist ambitioniert. Für die deutsche Batterieindustrie wird es aller Voraussicht nach nahezu unmöglich, den Vorsprung der asiatischen Hersteller, unter anderem aufgrund der Technologieführerschaft der asiatischen Anbieter, im Alleingang einzuholen. Daher sind enge Kooperationen von entscheidender Bedeutung. Damit ist nicht nur die Kooperation zwischen verschiedenen Akteuren in der deutschen beziehungsweise europäischen Lieferkette gemeint, wie sie beispielsweise im Rahmen der Begleitforschung zur Batterieindustrie hierzulande untersucht wird³⁵, sondern auch die Kooperation deutscher Akteure mit Unternehmen aus China, Südkorea und Japan.

4.1 Der weltweite Wettbewerb um Technologiestandorte ist in vollem Gange

Generell haben die Regierungen aller großen Elektroautomärkte Interesse an einer starken heimischen Wertschöpfungskette. Das bekannteste Beispiel für Lokalisierung ist der im Jahr 2022 verabschiedete *Inflation Reduction Act* (IRA), in dem die USA nicht nur den Absatz von Elektrofahrzeugen anreizen, sondern auch eine umfangreiche finanzielle Förderung der Batterieindustrie im eigenen Land mit dem Ziel etablieren, die Differenz der Produktionskosten gegenüber dem günstigeren Wettbewerber China zu verringern.³⁶ Diese Förderung wird in Form von Steuerentlastungen und daran geknüpfte Bedingungen wie die Verwendung lokal hergestellter Komponenten (*local content requirements*) gewährt. Die Europäische Union hat durch verschiedene europäische Regulierungen die Batterieverordnung, die Netto-Null-Industrie-Verordnung (NZIA) und der Verordnung zu kritischen Rohstoffen einen gesetzlichen Rahmen erlassen, der zusammengekommen bis zum Jahr 2030 zu einer signifikanten Lokalisierung führen soll. Dieser wurde mit dem *Clean Industrial Deal* und dem *Automotive Action Plan* durch weitere Strategien ergänzt (siehe These 9). Allerdings leidet der europäische Ansatz an weitaus höherer Komplexität kombiniert mit größerer Fragmentierung der

finanziellen Förderinstrumente. Darüber hinaus führt der Draghi-Report aus, dass die Finanzierungsmöglichkeiten in Europa um das Fünf- bis Zehnfache geringer sind als die des amerikanischen Programms.³⁶ Durch die Einführung des IRA hat sich der Wettbewerb um die Zukunftstechnologien für die Transformation verschärft, auch wenn die Weiterführung unter der neuen Administration noch offen ist.³⁷

Aufgrund der umfangreichen Investitionsförderung in den USA und auch in Kanada haben auch Zellfertiger aus Europa angekündigt, in Amerika zu investieren. Mittlerweile erreichen die in Nordamerika angekündigten Zellproduktionskapazitäten von mehr als einer Terawattstunde die gleiche Dimension wie die Ankündigungen in Europa.³⁸ Die Ankündigungen von Zellfertigungskapazitäten unterliegen häufigen Veränderungen. Neuere Schätzungen halten in Europa im Jahr 2030 eher Zellfertigungskapazitäten von 740 Gigawattstunden für realistisch.³⁹ Nichtsdestotrotz ist Europa derzeit und auch zukünftig weltweit der zweitgrößte Markt für Elektrofahrzeuge. Entsprechend treiben Unternehmen neben Investitionen in Nordamerika auch den Aufbau von Zell- und Komponentenfertigung in Europa voran (siehe Abbildung 6).

Innerhalb Europas sind Ungarn, Frankreich und Spanien die führenden Länder hinsichtlich der Standortankündigungen für Batteriezellfertigung, Deutschland liegt nach Großbritannien auf Platz fünf.⁴⁰ Damit hat sich das Bild im Vergleich zu früheren Ankündigungen deutlich verschoben. Noch im Jahr 2022 stand Deutschland an erster Stelle bei den geplanten Zellfertigungskapazitäten, die damals noch einen Umfang von etwas über 490 Gigawattstunden hatten⁴¹. Die IEA verzeichnet den generellen Trend, dass sich die Batterieproduktion in der Nähe der Batterienachfrage ansiedelt.⁴² Das erklärt die Investitionen in Europa. Viele Projekte sind zum aktuellen Zeitpunkt allerdings noch Ankündigungen oder im Anfangsstadium. Die

35 VDI/VDE-IT (2023b).

36 Draghi (2024).

37 Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2023).

38 Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2023); VDI/VDE-IT (2023a).

39 PEM RWTH Aachen, Roland Berger (2025).

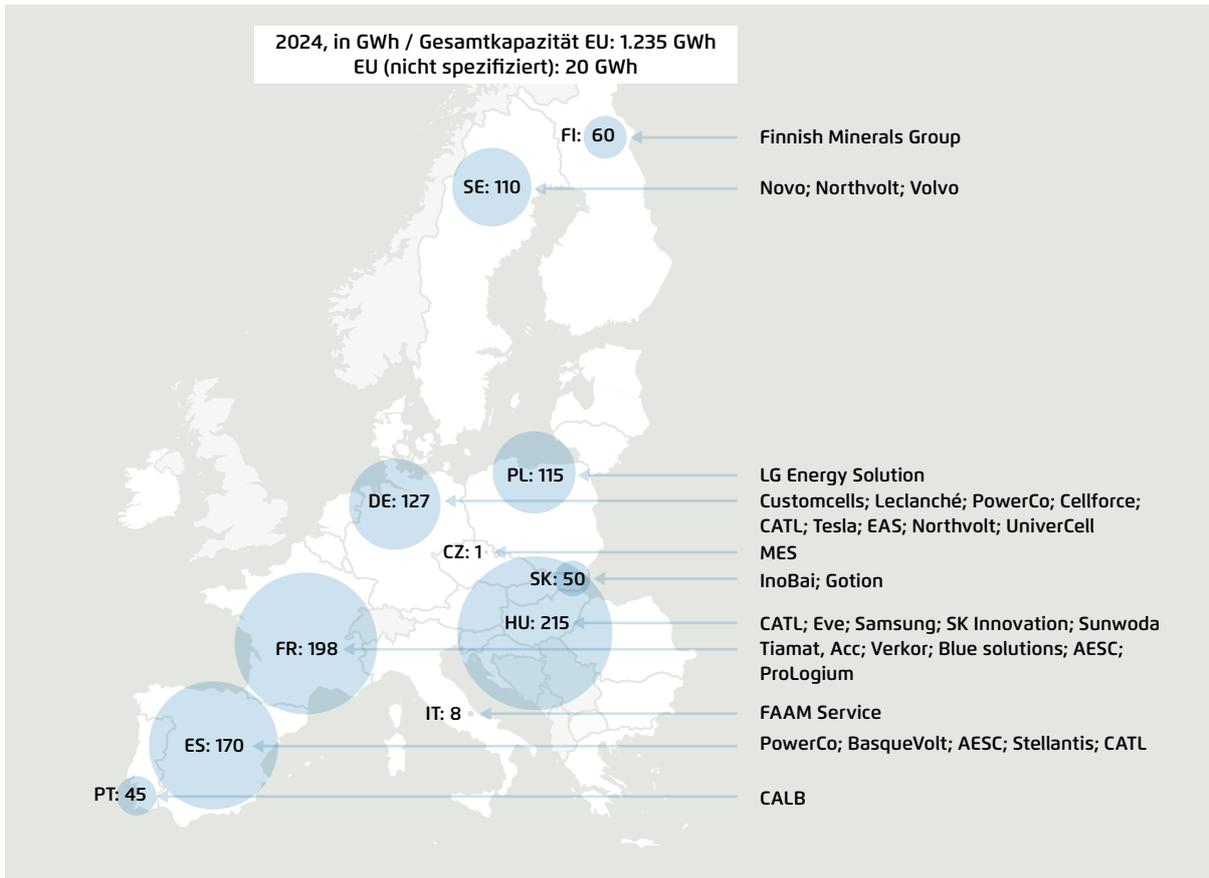
40 Battery News (2024).

41 PEM of RWTH Aachen, VDMA (2022).

42 IEA (2024a).

Batteriezellfertigung in Europa: Ungarn führend

Abbildung 6



Agora Verkehrswende (2025) | Stand Dezember 2024. Die dargestellte Batteriezellproduktionskapazität pro Land umfasst sowohl bereits umgesetzte als auch angekündigte Projekte. Die Angaben erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Quelle: battery-news.com (2024).

tatsächliche Realisierung dieser Projekte wird maßgeblich von unterstützenden Maßnahmen abhängen wie etwa von schnellen Genehmigungsprozessen und von den Möglichkeiten der Finanzierung.⁴³ Der deutliche Rückgang der Ankündigungen in Deutschland bei gleichzeitigen Steigerungen der Ankündigungen in anderen europäischen Ländern zeugt von einem in den vergangenen Jahren stark zurückgegangenen Optimismus bezogen auf den E-Mobilitäts-Standort Deutschland.

4.2 Europäische Fahrzeughersteller kooperieren bereits heute mit asiatischen Herstellern, um von Know-how zu profitieren

In China hat die Automobilindustrie mit der Kooperation im Rahmen von Unternehmenspartnerschaften (sogenannten Joint Ventures) schon viele Jahre lang Erfahrung. Seit den 1980er-Jahren gibt es aufgrund der chinesischen Wirtschaftspolitik Joint Ventures zwischen internationalen Automobilherstellern und chinesischen Firmen.⁴⁴ Der Automobilmarkt in China ist umkämpft

43 Draghi (2024).

44 Xue, Wei, Greeven (2024).

und insbesondere bei elektrisch angetriebenen Pkw durch Konsolidierung und Preiswettbewerb gekennzeichnet.⁴⁵ In diesem Wettbewerbsumfeld hat VW im Juli 2024 die Kooperation mit dem chinesischen E-Autohersteller Xpeng bekannt gegeben. Dabei ist das Ziel, alle Elektrofahrzeuge auf dem chinesischen Markt mit einer gemeinsam entwickelten Elektronik-Architektur auszustatten.⁴⁶ Dieses Beispiel zeigt, dass weltweit aufgestellte Automobilunternehmen Technologievorsprünge chinesischer Unternehmen – beispielsweise im Bereich Digitalisierung – durch Joint Ventures und Kooperationen nutzen. Eine solche Art der Kooperation wird gelegentlich als *reverse joint venture* bezeichnet.

Auch mit Bezug auf den europäischen Markt ist eine Tendenz zu Gemeinschaftsunternehmen erkennbar. So ging Stellantis im Oktober 2023 ein Joint Venture mit dem chinesischen Automobilhersteller Leapmotor ein. Dessen Zielsetzung ist es, günstige Elektrofahrzeuge für weniger als 25.000 Euro in Europa zu verkaufen.⁴⁷ Medienberichten zufolge plant das Joint Venture von Stellantis und Leapmotor auch in Polen zu produzieren; BYD will in Ungarn E-Autos bauen und weitere europäische Standorte anderer Joint Ventures und ausländischer Direktinvestitionen sind im Gespräch.⁴⁸ In ähnlicher Manier hat Stellantis unlängst eine Kooperation mit CATL mit dem Ziel angekündigt, in Europa Batterien zu produzieren.⁴⁹ Unklar ist allerdings, inwieweit die europäischen Beteiligten in der Lage sein werden, vom technologischen Wissen der chinesischen Partner zu profitieren.

Analysten konstatieren außerdem, dass chinesische Batteriehersteller einen Teil ihrer Wertschöpfungskette, etwa Kathoden- oder Anodenhersteller, ebenfalls in Europa aufzubauen scheinen.⁵⁰ So kündigte etwa die Finish Minerals Group zur Fertigung von Kathodenmaterialien in Südfinnland eine Kooperation mit Beijing Easpring Material Technology an.⁵¹ Der Prozess der Lokalisierung chinesischer Hersteller in Europa hat

somit bereits begonnen. Allerdings stehen die EU-Mitgliedsstaaten in einem wechselseitigen Wettbewerb um die besten Standortbedingungen für ausländische Direktinvestitionen. Laut einer Analyse von Rhodium Group war Ungarn dabei besonders erfolgreich: 53 Prozent der chinesischen Investitionen der Jahre 2022 und 2023 in Europa flossen dorthin.⁵² Um Wettbewerbsverzerrungen im europäischen Binnenmarkt zu vermeiden, braucht es gemeinsame europäische Regeln für ausländische Direktinvestitionen (siehe These 9).

4.3 Europa braucht mehr Batterie-Joint-Ventures

Die Ziele der Lokalisierungs politik sind eine größere europäische Souveränität angesichts komplexer und instabiler weltweiter Lieferketten, die die Resilienz im Falle von Lieferkettendisruptionen stärkt, sowie die Schaffung qualitativ hochwertiger Arbeitsplätze in Europa, das heißt solche die neben fairer Entlohnung auch Entwicklungsperspektiven bieten. Nicht minder wichtig ist allerdings das Innovationspotenzial, das sich aus solchen Lokalisierungsprojekten ergibt. Über Gemeinschaftsunternehmungen in Europa besteht die Chance, dass europäische Hersteller einen Wissenszuwachs erlangen. So kann durch die Ansiedelung dieser Technologieführer in Joint Ventures mit deutschen oder europäischen Partnern das Potenzial für weitere Innovationen entstehen – entweder für Lösungen, die auf das europäische Ökosystem zugeschnitten sind, oder mit Potenzial für Technologiestandorte in der ganzen Welt. Über Joint Ventures besteht beispielsweise für Bereich Maschinenbau die Chance, das Henne-Ei-Problem (siehe These 2.2) zu überwinden; Zellfertiger und ihre Zulieferer könnten von den Marktführern aus Asien lernen. Dieses Innovationspotenzial ist notwendig, wenn die EU ihrem Anspruch gerecht werden will, in Europa eine Batterie-fertigung anzureizen, die sich sowohl durch Nachhaltigkeit auszeichnet als auch wettbewerbsfähig ist. Genau in diesem Punkt konstatiert der Draghi-Bericht allerdings, dass zwar die Hälfte der angekündigten Investitionen im Bereich der Batterieindustrie von Nicht-EU-Unternehmen stammen, dass diese jedoch in den meisten Fällen nicht in Form von Joint Ventures durchgeführt werden.⁵³

45 IEA (2024a).

46 Fiedler (2024).

47 Knauer (2024).

48 Reuters (2024a).

49 Mossalgue (2023).

50 Sebastian, Goujon, Meyer (2024).

51 Schaal (2023).

52 Sebastian, Goujon, Meyer (2024).

53 Draghi (2024).

Hiermit vergibt der Wirtschaftsraum zurzeit die Chance auf Technologietransfer – bislang ein Begriff, der in erster Linie zwischen dem industrialisierten Norden und den emergierenden Volkswirtschaften verwendet wurde. Umso interessanter ist es, dass die Möglichkeit von Joint Ventures im Batteriebereich im *Automotive Action Plan* angekündigt wurde (siehe These 9). Zusammenfassend lässt sich festhalten: Sowohl eine stärkere Lokalisierung asiatischer Technologieführer als auch die verstärkte Kooperation in Joint Ventures sind von großer Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit des Batteriestandorts Europa. Ohne eine derartige Kooperation wird der Vorsprung der asiatischen Hersteller nicht einzuholen sein. Entsprechend wichtig sind attraktive Investitionsbedingungen in Europa, aber auch eine koordinierende Rolle der EU-Kommission (siehe These 9).

5 | Bei der Optimierung von Fahrzeugbatterien ist vor allem eine Steigerung der Energiedichte und eine Kostenreduktion gefragt

An der technologischen Weiterentwicklung von Fahrzeugbatterien wird intensiv geforscht. Schließlich ist die Verbesserung zentraler Batterieeigenschaften ein entscheidendes Feld des Wettbewerbs (siehe vorherige These). Lithium-Ionen-Batterien sind die derzeit dominanteste Batterietechnologie für Pkw. Es gibt verschiedene Arten von Lithium-Ionen-Batterien sowie eine Vielfalt von weiteren chemischen Zusammensetzungen für Fahrzeug- und Industriebatterien. Eine Batteriezelle besteht im Allgemeinen aus Anoden und Kathoden sowie dem Separator, der die Elektroden voneinander trennt. Dazwischen befindet sich der für den Ladungstransport notwendige Elektrolyt (siehe Abbildung 7).⁵⁴

In Europa werden bislang überwiegend Batterietypen mit Kathodenmaterialmischungen aus Nickel, Kobalt und Aluminium (NCA) oder Nickel, Mangan und Kobalt (NMC) eingesetzt, in letzter Zeit auch zunehmend Kathodenzusammensetzungen vom Typ Lithium-Eisen-Phosphat (LFP).⁵⁵ Aufgrund unterschiedlicher Mischverhältnisse von Nickel, Mangan und Kobalt variiert der Anteil beziehungsweise die Art der Rohstoffe, die für ihre Produktion benötigt werden. Um die Leistung der NMC-Kathoden weiter zu steigern und die Abhängigkeit von Kobalt zu verringern, wurden die Kobaltgehalte der NMC-Kathoden nach und nach verringert und die Nickel-

gehalte allmählich erhöht.⁵⁶ LFP-Batterien benötigen weder Kobalt noch Nickel, alternative Batterietechnologien wie zum Beispiel Natrium-Ionen-Batterien (engl. *sodium-ion batteries*, kurz: SIB) benötigen kein Lithium und teilweise kein Nickel oder Kobalt. Die alternativen Batterietypen befinden sich unterschiedlich weit in der Forschung und Entwicklung, einige sind technologisch kurz vor der Marktreife andere noch weit davon entfernt.⁵⁷

Eine Fahrzeugbatterie muss viele Anforderungen erfüllen. Die Art und Größe der Batterie beeinflussen in hohem Maße den Preis, die Reichweite und die Ladezeit eines Elektrofahrzeugs. Neben der Sicherheit sind vor allem folgende Aspekte wichtig: die Energie- und die Leistungsdichte, die Lebensdauer sowie die Kosten (siehe Abbildung 8). Eine höhere Energiedichte bedeutet mehr Reichweite, die Leistungsdichte ist ausschlaggebend für die Beschleunigung. Die Lebensdauer kann als Zyklenlebensdauer oder kalendarische Lebensdauer angegeben werden, beides sind Parameter für die Batteriealterung.⁵⁸ Die Lebensdauer der Traktionsbatterie ist ausschlaggebend für die Nutzbarkeit des Elektrofahrzeugs insgesamt. Andere relevante Parameter sind beispielsweise die Schnellladefähigkeit, die Reparierbarkeit, der CO₂-Fußabdruck oder der entsprechende Rohstoffbedarf.

54 PEM RWTH Aachen, BLB TU Braunschweig, VDMA (2021).

55 Agora Verkehrswende (2021); IEA (2024a).

56 Agora Verkehrswende (2021).

57 Fraunhofer ISI (2023a).

58 Batterieforum Deutschland (o. J.).

Schematische Darstellung des Aufbaus einer Lithium-Ionen-Batteriezelle

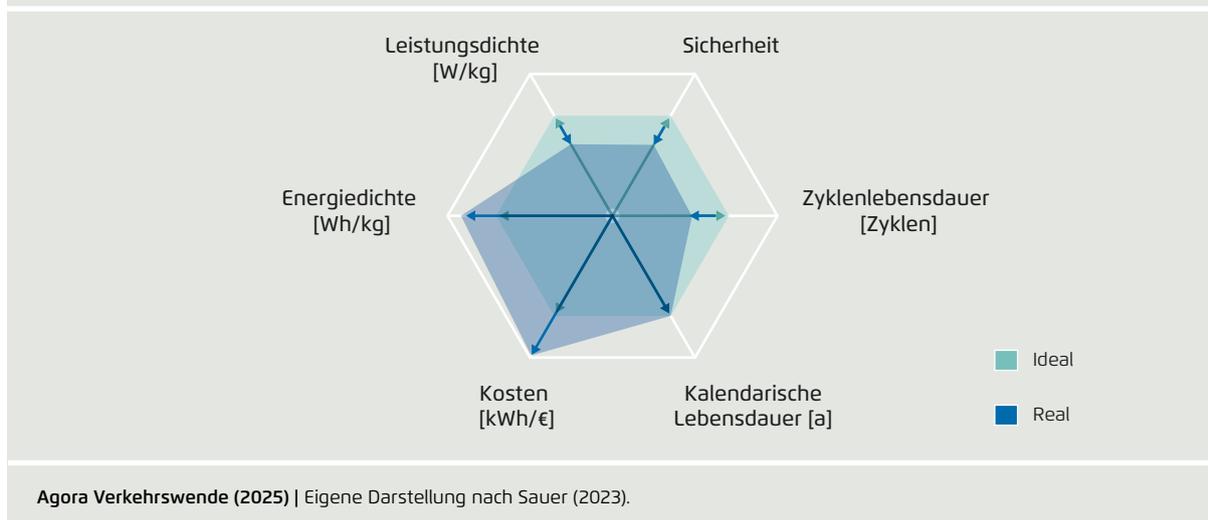
Abbildung 7



Agora Verkehrswende und Fraunhofer ISI (2025) | Eigene Darstellung nach Fraunhofer-Allianz Batterien (2017).

Schematische Darstellung der Trends bei der Weiterentwicklung der Leistungsparameter von Elektroauto-Batterien

Abbildung 8



Agora Verkehrswende (2025) | Eigene Darstellung nach Sauer (2023).

Bei der Weiterentwicklung der Batterie sind zurzeit vor allem Kostenreduktion und Steigerung der Energiedichte (und damit unter anderem der Reichweite) die bedeutsamsten Faktoren.⁵⁹ Dies ist in Abbildung 8 idealtypisch dargestellt. Eine höhere Energiedichte ermöglicht es, eine bestimmte Reichweite mit geringerem Batteriegewicht und damit auch mit geringerem Materialeinsatz zu erzielen.⁶⁰ Zwar lassen sich alle Batterieeigenschaften verbessern, allerdings ist die gleichzeitige Optimierung aller Parameter nicht möglich. In der Abbildung wird deswegen unterschieden in „ideal“ (alle Batterieeigenschaften verbessern sich gleichzeitig) und „real“ (bestimmte Batterieeigenschaften verbessern sich, andere nicht). Die Verbesserung einzelner Aspekte geht mit Abstrichen bei anderen Aspekten einher. Wird beispielsweise die Energiedichte der Batterie erhöht, so reduziert sich in vielen Fällen die Zyklenlebensdauer. Für die Entwickler von Fahrzeugbatterien gilt es, die Eigenschaften zukünftiger Batteriegenerationen so zu optimieren, dass sie möglichst gut die zentralen Bedürfnisse der Kundinnen und Kunden erfüllen – bei gleichzeitiger Wahrung aller Sicherheits- und regulatorischen Anforderungen und zu möglichst günstigen Kosten.

59 Sauer (2023).

60 ifeu (2019).

5.1 Der Marktanteil von LFP-Batterien hat stark zugenommen und wird weiter steigen

Eine der bemerkenswertesten Entwicklungen der letzten Jahre ist der stark angestiegene Anteil von LFP-Kathodenzusammensetzungen weltweit (siehe Abbildung 9). Innerhalb der vergangenen Jahre hat sich der LFP-Anteil signifikant erhöht – auf über 40 Prozent weltweit, ein mehr als doppelt so hoher Anteil wie im Jahr 2020.⁶¹ Im Jahr 2023 waren LFP-Batterien in rund zwei Dritteln aller neu verkauften Elektroautos in China verbaut.⁶² Die merkliche Zunahme auf dem weltweiten Markt ist somit auf die deutlich gestiegenen Anteile von LFP-Batterien in neu verkauften Elektrofahrzeugen in China zurückzuführen. Auch wenn der Anteil von LFP-Batterien an europäischen Neuwagenverkäufen im Jahr 2023 noch unter zehn Prozent lag, so zeigt das schnelle Wachstum des LFP-Anteils in China, dass sich die dominierende Batteriechemie schnell verändern kann – mit Auswirkungen auf den weltweiten Markt für Elektrofahrzeuge.

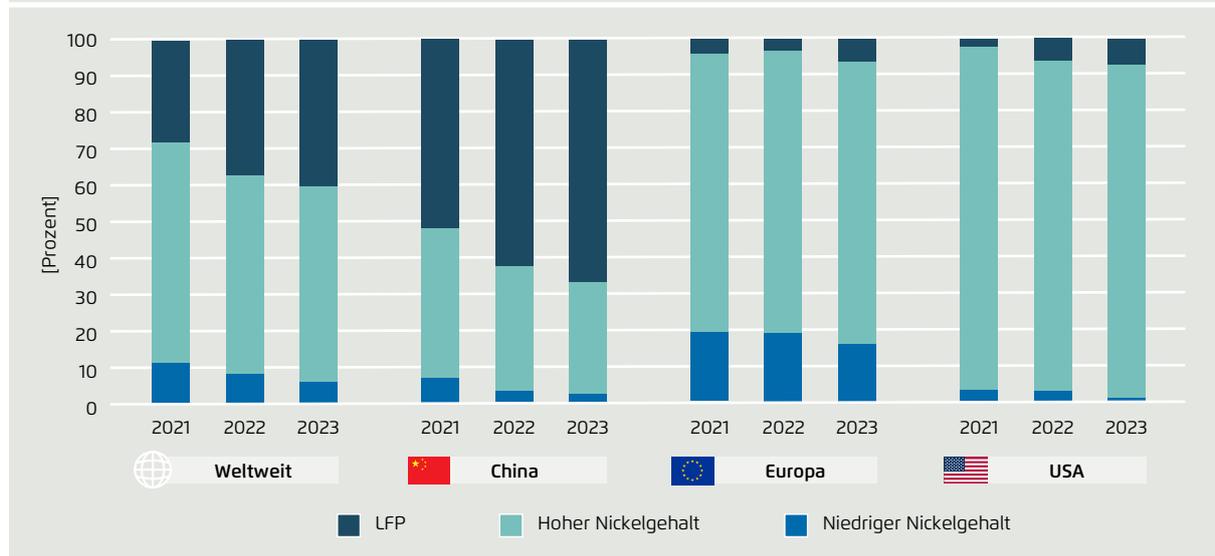
LFP-Batterien weisen geringere Energiedichten auf als NMC-Akkumulatoren, sind jedoch – wie oben bereits

61 IEA (2024a).

62 VDI/VDE-IT (2023b); IEA (2024a).

LFP-Batterien haben in den letzten Jahren signifikante Marktanteile gewonnen

Abbildung 9



Agora Verkehrswende (2025) | Europa wird hier gemäß der geografisch orientierten Definition der IEA verstanden und umfasst auch Nicht-EU-Staaten wie Norwegen, die Schweiz und Großbritannien. Quelle: IEA (2024a).

erwähnt – kobaltfrei und somit deutlich weniger abhängig von kritischen Rohstoffen.⁶³ Außerdem zeichnen sie sich durch niedrigere Kosten aus.⁶⁴ Für China werden die Preise im Jahr 2024 mit durchschnittlich 75,3 US-Dollar für LFP-Batteriepacks beziffert (siehe Abbildung 4 in These 3.1).⁶⁵ Offenbar schlagen die Kostenvorteile der LFP-Zusammensetzung die Nachteile bei der Leistungsfähigkeit. Zudem können die Abstriche von LFP-Batterien bei der Energiedichte durch andere Konstruktionsweisen (Cell-to-Pack-Zelldesign) verbessert werden.⁶⁶ Es ist davon auszugehen, dass die Preise stetig weiter sinken werden. Auch Kathodenzusammensetzungen aus Lithium-Mangan-Eisenphosphat (LMFP) werden in diesem Zusammenhang genannt, um die Energiedichte zu erhöhen und gleichzeitig die Kosten niedrig zu halten.⁶⁷

Auch in den kommenden Jahren werden die LFP- beziehungsweise LMFP-Anteile aus den genannten Gründen vermutlich weiterhin groß sein. Analysten prognostizie-

ren hohe L(M)FP-Anteile, die Vorhersagen reichen von 43 Prozent bis zu über 45 Prozent im Jahr 2030.⁶⁸

Wenn von Batterietypen jenseits von Lithium-Ionen-Batterien die Rede ist, dann drehen sich die Medienberichte häufig um Natrium-Ionen- und um Feststoffbatterien. Natrium-Ionen-Batterien bieten sowohl Potenzial für geringeren Ressourcenverbrauch als auch für Kostensenkungen.⁶⁹ Wenn sie in großem Maßstab hergestellt werden, könnten Natrium-Ionen-Batterien deutlich günstiger sein als herkömmliche Lithium-Ionen-Batterien.⁷⁰ Sie sind beispielsweise für Anwendungen wie kompakte städtische Elektrofahrzeuge und stationäre Stromspeicher geeignet und können auch für zwei- und dreirädrige Fahrzeuge sinnvoll sein.⁷¹ Aufgrund der potenziellen Kostenvorteile im skalierten Zustand und der geringeren Abhängigkeit von kritischen

63 Für eine Definition kritischer Rohstoffe siehe These 6.

64 IEA (2024a).

65 BloombergNEF (2024).

66 Reid (2023); IW Consult, EY (Ernst & Young) (2024).

67 Fraunhofer ISI (2023c).

68 Goldman Sachs (2024); PEM RWTH Aachen, Roland Berger (2025).

69 Fraunhofer ISI (2023a).

70 Fraunhofer ISI (2023a); Reid (2023); IEA (2024a).

71 IEA (2024a).

Rohstoffen ist ein weiter zunehmender Anteil weltweit auch für Natrium-Ionen-Batterien vorstellbar.⁷²

Das Dachkonzept Batterieforschung des des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) legt im Handlungsfeld „aussichtsreiche Technologievarianten“ den Fokus neben Natrium-Ionen-Batterien auch auf Festkörperbatterien (engl. *all solid state batteries*, kurz: ASSB).⁷³ Sie versprechen höhere Energiedichten und bessere Sicherheitseigenschaften als Lithium-Ionen-Batterien.⁷⁴ Entsprechend können ASSB mit großen Reichweiten punkten, sie sind allerdings voraussichtlich auch kostspieliger und benötigen deutlich mehr Lithium, was wiederum die Resilienz und Nachhaltigkeit beeinträchtigen würde (siehe These 3).⁷⁵ Wie hoch die Zahlungsbereitschaft bei den Kundinnen und Kunden sein wird, bleibt abzuwarten. Hersteller wie Toyota und Nissan beispielsweise planen die ersten Fahrzeuge mit dieser Batterietechnologie für das Jahr 2027 oder 2028.⁷⁶

5.2 Die verschiedenen Batterie-zusammensetzungen dienen einer Segmentierung in günstige Einstiegs- und teure Hochleistungsfahrzeuge

Bereits heute zeichnet sich eine Segmentierung der Batterietechnologien ab: günstigere LFP-Batterien für Einstiegsfahrzeuge und leistungsfähigere, aber teurere NMC- oder NCA-Batterien für das Premiumsegment.⁷⁷ Das gleichzeitige Vorantreiben der unterschiedlichen Konzepte, LFP- und Natrium-Ionen-Batterien einerseits und *Solid-State*-Batterien andererseits, deutet darauf hin, dass diese Segmentierung in günstige Einstiegs- und teure Hochleistungsmodelle mit entsprechend variierender Zellchemie auch in Zukunft zu erwarten ist.⁷⁸

Letztlich umfassen die Batteriestrategien aller führenden Regionen (USA, Europa, China, Südkorea, Japan und auch Deutschland) eine Mischung aus Lithium-Ionen-Batterien, Natrium-Ionen-Batterien, Festkörperbatterien sowie weiteren alternativen Batterietechnologien (zum Beispiel Lithium-Sulfur und andere).⁷⁹ Zwar sind die Schwerpunkte der einzelnen Strategien unterschiedlich, doch alle Regionen vermeiden es, sich angesichts der Technologieentwicklung ausschließlich auf eine einzige Technologie festzulegen. Während alternative Batterietechnologien entweder günstigere und potenziell nachhaltigere oder aber noch leistungsfähigere Elektrofahrzeuge versprechen, wirkt es aus heutiger Sicht so, dass bis in die 2030er-Jahre die Lithium-Ionen-Batterie weiterhin die dominierende Batteriechemie darstellen wird.⁸⁰

5.3 Rohstoffbedarfe für Fahrzeugbatterien verschieben sich, steigen aber weiter

Der wachsende Markt für Batteriezellen und für Elektrofahrzeuge erfordert eine Steigerung des Einsatzes von Batterierohstoffen wie Lithium, Kobalt und Nickel. Im Hinblick auf die Frage, wie sich der Rohstoffbedarf minimieren lässt, ist die Technologieentwicklung für Batterien ein wichtiger Aspekt.

Wie oben ausgeführt wird innerhalb der Lithium-Ionen-Batterien der LFP-Anteil weiter deutlich zunehmen.⁸¹ Dies geht mit einer gewissen Substitution kritischer Rohstoffe einher, so dürfte beispielsweise der Bedarf an Kobalt durch diese Verschiebung weniger stark steigen, als das sonst der Fall wäre.⁸² Allerdings ist durch die steigende Nachfrage nach Batterien insgesamt auch bei Kobalt ein weiterer Anstieg des Bedarfs zu erwarten.⁸³ Vor allem bedeutet das jedoch: Lithium bleibt aller Voraussicht nach ein kritischer Rohstoff, und auch der Bedarf an Nickel wird (aufgrund nickelreicherer Kathodenzusammensetzungen) weiterhin relevant

72 P3 Automotive (2023), S. 3; Sauer (2023); Goldman Sachs (2024).

73 BMBF (2023).

74 Schmaltz (2023).

75 The Economist (2023b).

76 Randall (2024).

77 IW Consult, EY (Ernst & Young) (2024).

78 P3 Automotive (2023).

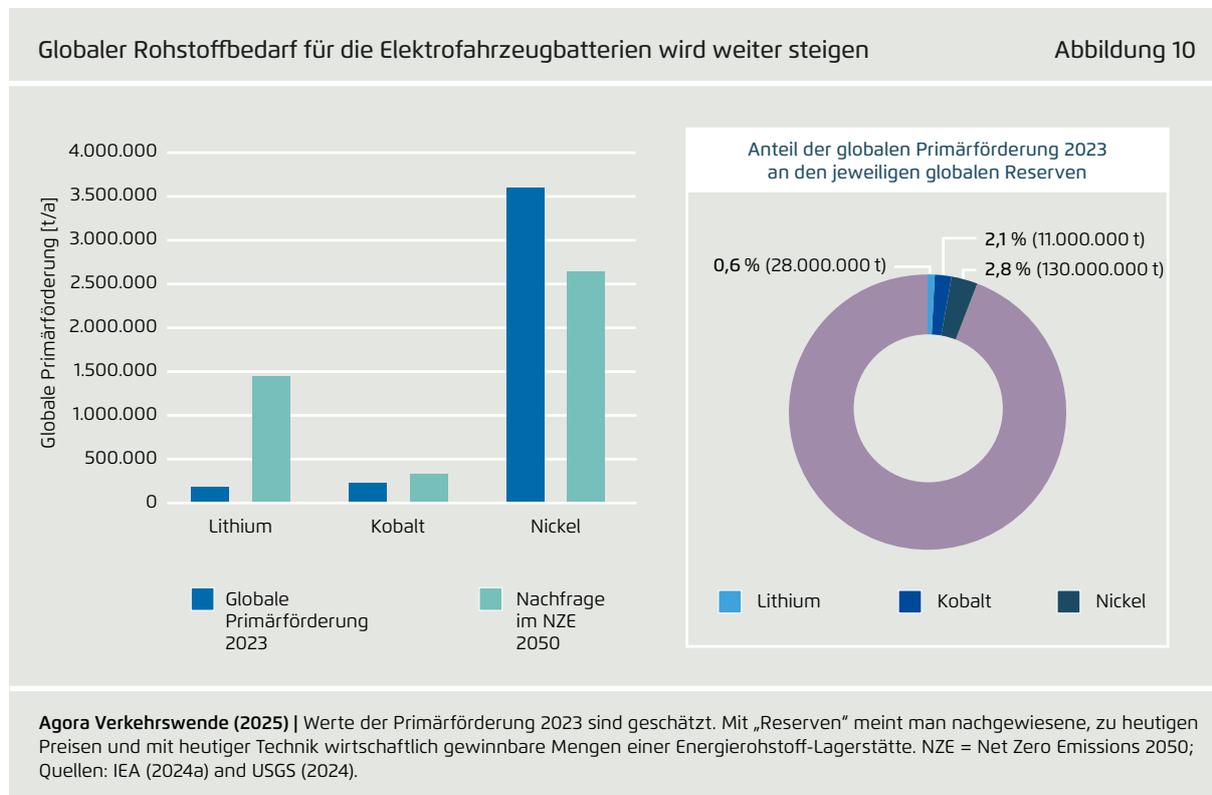
79 Fraunhofer ISI (2024).

80 Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2023).

81 Goldman Sachs (2024); PEM RWTH Aachen, Roland Berger (2025).

82 IW Consult, EY (Ernst & Young) (2024).

83 McKinsey, Global Battery Alliance (2023).



sein.⁸⁴ Dies illustriert Abbildung 10, die den Rohstoffbedarf im Jahr 2050 prognostiziert, für den Fall, dass das *Net-Zero-Emissions*-Szenario der IEA umgesetzt würde, der Absatz von Elektrofahrzeugen also weiterhin deutlich steigt. Dabei ist anzumerken, dass Reserven nicht statisch sind. Es ist anzunehmen, dass bis zum Jahr 2050 weitere Lithiumreserven erschlossen werden, dass die Reserven also nicht bis zum Jahr 2050 auf dem Level von 2023 bleiben. Die Substitutionseffekte durch technologischen Wandel bei Batterien treten zwar auf, der Rohstoffbedarf sinkt dadurch aber nicht absolut – der Anstieg wird im Falle von Kobalt allerdings gemildert. Entsprechend wichtig sind die Etablierung von strategischen Partnerschaften mit rohstoffreichen Ländern (siehe These 6) und einer funktionierenden Recyclingindustrie in Europa (siehe These 8) sowie weiterer Politikmaßnahmen, die den Rohstoffbedarf senken, wie Strategien für mehr Effizienz bei Pkw.

84 McKinsey, Global Battery Alliance (2023); IW Consult, EY (Ernst & Young) (2024).

6 | Faire strategische Partnerschaften fördern die Resilienz Europas

Die EU wird für den Aufbau einer Batterieindustrie überwiegend auf den Import von Rohstoffen angewiesen sein. Dies umfasst, wie aus These 5 hervorgegangen ist, mit Bezug auf Batterien vor allem Kobalt, Lithium und Nickel, aber auch Kupfer, Mangan und Grafit. Diese Rohstoffe werden deshalb von der Europäischen Kommission in ihrer rahmengebenden Verordnung (dem *Critical Raw Materials Act*, CRMA) als „kritisch“ eingestuft (siehe auch These 7) und darüber hinaus auch als „strategisch“. Das bedeutet, dass diese Rohstoffe nicht nur als wirtschaftlich sehr bedeutsam für die EU eingeschätzt werden, sondern auch als wesentlich für die grüne Transformation mit steigender Nachfrage und nur begrenzten Produktionssteigerungsmöglichkeiten.

6.1 Strategische Partnerschaften sind ein Kerninstrument der EU-Rohstoffstrategie zur Diversifizierung der Handelspartner

Ein Kerninstrument der europäischen Rohstoffstrategie sind sogenannte „strategische Partnerschaften“, die von der EU etabliert und mithilfe der Mitgliedsstaaten umgesetzt werden sollen. Das übergeordnete Ziel dieser Partnerschaften ist, die Abhängigkeit von einzelnen Staaten (mehr dazu siehe These 7) bei den als kritisch identifizierten Rohstoffen zu reduzieren und die Länder, aus denen die EU diese Rohstoffe beziehungsweise Zwischenprodukte importiert, zu diversifizieren. Das soll durch die Zusammenarbeit mit diversen verlässlichen Partnerländern, die über Vorkommen verfügen, erreicht werden. Seit 2021 hat die Kommission bereits zwölf Partnerschaften ins Leben gerufen und weitere in Aussicht gestellt.⁸⁵ Zu nennen sind hier sowohl Hoheinkommensländer wie Australien oder Kanada, aber auch Mittel- und Niedrigeinkommensländer wie Argentinien, Brasilien, Chile, Ghana, Kolumbien und Namibia. Vor allem bei der Zusammenarbeit mit den sich entwickelnden Volkswirtschaften soll ein Hauptaugenmerk auf die lokalen Entwicklungsmöglichkeiten durch den Rohstoffabbau und Ansiedelung weiterer Stufen der Wertschöpfungskette gelegt werden. Ein bereits bestehendes Instrument, der *Global Gateway*, ein Investitionsprogramm der Europäischen Union für Infrastruktur,

85 SWP (2023).

soll hierfür Mittel bereitstellen.⁸⁶ Derzeit basieren die geschlossenen Partnerschaften noch auf sogenannten *Memoranda of Understanding* (MoU, oder Absichtserklärungen), die es zukünftig zu konkretisieren gilt.

6.2 Strategische Partnerschaften können zu einer gerechten Wertschöpfungsverteilung in der Batteriefertigung beitragen

Die Wertschöpfungsanteile im Rohstoffsektor sind heute global ungleich verteilt. Industrielle Bergbauprojekte in rohstoffreichen Ländern werden überwiegend von multinationalen Großkonzernen durchgeführt.⁸⁷ Der Fokus der Projekte liegt oftmals auf dem Export des unverarbeiteten Abbauprodukts. Dies kann mit nachteiligen Folgen für die lokale Entwicklung einhergehen, wenn sich enklavenähnliche Wirtschaftsstrukturen herausbilden – ohne Verknüpfungen zu vorgelagerten oder nachgelagerten Industrien, die Schaffung von qualitativ hochwertigen Arbeitsplätzen für die lokale Bevölkerung oder Wissensübertragungseffekte beziehungsweise Technologietransfer auf lokale Unternehmen. Durch die Etablierung von strategischen Partnerschaften, die diese Risiken kennen und adressieren, im Verbund mit weiteren Maßnahmen wie etwa (ausreichend) ausgestatteten Finanzierungsinstrumenten, könnte in enger Zusammenarbeit mit den Partnerländern gezielt darauf hingearbeitet werden, Cluster-Strukturen zu etablieren, die lokale Wirtschaftsakteure in den vorgelagerten und nachgelagerten Industrien miteinschließen und somit nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung unterstützen.

Vorgelagerte Industrien der Rohstoffförderung mit hohem Wertschöpfungspotenzial liegen vor allem im Bereich Forschung und Entwicklung sowie in der Bereitstellung von Equipment, Technologie und Infrastruktur (siehe Abbildung 11).⁸⁸ Hier bietet sich Anknüpfungspotenzial, indem lokale Zulieferer, die über Kontextwissen verfügen, gemeinsam mit den Bergbauunternehmen maßgeschneiderte Lösungen für die lokalen Gegebenheiten entwickeln. Durch die Entwicklung derartiger

86 Europäische Kommission (2023b).

87 Arias-Loyola, Atienza, Cademartori (2014).

88 SWP (2023).

innovativer Lösungen ließen sich auch aufseiten der Unternehmen Effizienzgewinne realisieren, während die lokale Wirtschaft durch mehr hochqualitative Arbeitsplätze als auch Kapitalflüsse profitieren würde, was nicht zuletzt die soziale Akzeptanz vor Ort steigern würde. Heute setzen die investierenden Unternehmen jedoch noch häufig auf etablierte Geschäftspartnerschaften mit nicht lokalen Zulieferern. Eine Aufgabe von strategischen Partnerschaften bestünde deshalb darin, Länder darin zu unterstützen, geeignete Förderinstrumente für lokale Zulieferer zu entwickeln und Regularien wie *local content requirements* zu etablieren (siehe These 7 für weitere Erläuterungen).

Der Rohstoffförderung nachgelagert sind Stufen mit höherem Wertschöpfungspotenzial, sprich die Weiterverarbeitung (Schmelzen, Raffinade) der Rohstoffe in höherwertige Vorprodukte und letztlich vor allem die Produktherstellung wie beispielsweise Batteriezellen und Batterien (*manufacturing*). Heute finden knapp 72 Prozent des Kobaltabbaus in der Demokratischen Republik Kongo statt, 75 Prozent des weltweiten Kobalts werden jedoch in China weiterverarbeitet und auch die Batteriezellfertigung findet zu 71 Prozent dort statt (siehe auch Abbildung 12 in These 7.1). Ein ähnliches Bild zeigt sich für weitere als strategisch benannte Rohstoffe

wie Mangan oder Lithium. Das bedeutet, dass der weit überwiegende Teil der abgebauten unverarbeiteten Rohstoffe in andere Länder (überwiegend China) exportiert wird, um sie dort in höherwertige Produkte weiterzuverarbeiten. Wie oben beschrieben sind speziell für die Batteriezellfertigung spezifische Standortbedingungen erforderlich wie eine zuverlässige Stromversorgung, Infrastruktur, Logistik, eine Nähe zu einem potenziellen Abnahmemarkt und nicht zuletzt Expertise, die realistischerweise nicht in jedem Abbauland garantiert werden kann. Gleichzeitig haben Akteure wie die EU ein Interesse daran, insbesondere diesen Teil der Wertschöpfungskette bei sich anzusiedeln (siehe These 7). Abbauländer auf der anderen Seite wollen ihre Position entlang von Rohstofflieferketten verbessern und erlassen vermehrt Exportverbote für unverarbeitete Rohstoffe und beschließen Lokalisierungsstrategien.⁸⁹

Diese diametral erscheinenden Interessen beider Seiten stehen nicht unbedingt im Widerspruch zueinander, schließlich befindet sich der Markt für Batteriezellen in einer starken Wachstumsphase und es ist sehr unwahrscheinlich, dass sich eine komplexe weltweite Lieferkette ausschließlich in der einen oder aber der anderen Region

89 IRENA (2023).



lokalisieren lässt. Was jedoch hervorgehoben werden sollte, ist, dass die EU absehbar nicht in der Lage sein wird, sich autonom mit kritischen Rohstoffen zu versorgen. Die EU hat deshalb ein intrinsisches Interesse daran, sich mit rohstoffreichen Ländern auf Partnerschaftsabkommen zu einigen. Dabei haben rohstoffreiche Länder eine vorteilhafte Verhandlungsposition in einem Umfeld geopolitischer Konkurrenz und der steigenden Nachfrage nach Rohstoffen. Die Länder können sich ihre Partner mit Bedacht auswählen und werden nur auf Angebote eingehen, in denen für beide Seiten ein Nutzen zu erkennen ist.⁹⁰ Über kontextspezifische und maßgeschneiderte strategische Partnerschaften sollte die EU den Ländern mit Rohstoffvorkommen daher entgegenkommen, wenn sie ihre Partnerländer beim Bezug von kritischen Rohstoffen und weiteren Komponenten für die Batterieproduktion diversifizieren will. Dies schließt die Ansiedlung von Teilen der nachgelagerten Stufen der Lieferkette mit hohem Wertschöpfungspotenzial in den Abbauländern mit ein. Insbesondere die Expertise von Unternehmen aus Deutschland im Bereich Maschinenbau und Förderung von Wissensaustausch mit Rohstoffabbauländern könnte beispielsweise begünstigen, dass die Raffination oder die Produktion einzelner Batteriekomponenten (*component manufacturing*) zukünftig in diesen Regionen stattfindet und so zusätzliche Arbeitsplätze und (Staats-)Einnahmen generiert werden können.⁹¹

6.3 Nachhaltigkeit im Bergbau berücksichtigt Umwelt- und Verteilungsfragen

Ein weiterer wichtiger Aspekt des Abbaus von Rohstoffen ist die Einordnung des Begriffes „Wertschöpfung“ über die ökonomische Dimension hinaus.⁹² Neben dem Aufbau von ökonomischen Verknüpfungen geht es auch um Verteilungsfragen und Umweltauswirkungen. Studien zeigen, dass die Bevölkerungsgruppen, die in Abbaugebieten leben, oftmals nicht oder nur wenig von der Bergbauindustrie profitieren (siehe IRENA 2023). Laut IRENA liegen bis zu 54 Prozent der für die Energiewende relevanten kritischen Rohstoffe entweder auf oder nahe des Landes indigener Gemeinschaften, bei Lithium liegt der Anteil sogar bei 80 Prozent.

Trotz der UN-Erklärung über die Rechte der indigener Völker, die unter anderem das Recht auf freie, vorherige und informierte Zustimmung (FPIC) beispielsweise zu Bergbauprojekten inkludiert, kommt es nach wie vor zu Vertreibungen und Menschenrechtsverletzung im Zusammenhang mit Rohstoffabbauprojekten. Oftmals sind es auch diese Bevölkerungsgruppen, die mit den negativen Umweltauswirkungen des Abbaus leben müssen, wie etwa Grundwasserverschmutzungen.⁹² Eine Aufgabe der Politik in Abnehmerländern ist es deshalb, dafür zu sorgen, dass Unternehmen an Standards gebunden werden, die diese Faktoren berücksichtigen. Gleichzeitig werden beim Abbau selbst Arbeits- und Menschenrechte verletzt, vor allem im sogenannten artisanalen Bergbau, der oftmals informell und unreguliert ist. Weltweit arbeiten schätzungsweise 45 Millionen Menschen informell im Bergbau.⁹³ Maßnahmen, die die Probleme adressieren, müssen jedoch die Lebensrealitäten von Menschen berücksichtigen, deren Lebensgrundlage oftmals von den Einnahmen aus dem Bergbau abhängt.⁹⁴ Zuletzt ist auch der Bergbau selbst für signifikante CO₂-Emissionen und Wasserverbrauch verantwortlich.⁹⁴ Eine Umstellung auf erneuerbare Energien und Effizienzmaßnahmen ist deshalb zwingend erforderlich. Nur wenn diese Probleme innerhalb der EU-Initiativen adressiert werden, können sie Teil einer *just transition* – also einem Strukturwandel hin zu einer klimaneutralen, resilienten und sozial gerechten Gesellschafts- und Wirtschaftsordnung – sein und damit gegebenenfalls Partnerregierungen überzeugen.

Zusammenfassend sind strategische Partnerschaften primär ein Angebot der Europäischen Union an rohstoffreiche Länder, die sich aufgrund ihrer Ressourcen in einer vorteilhaften Verhandlungsposition befinden. Angesichts der hohen Abhängigkeit von Rohstofflieferketten für die Batterieproduktion ist die EU darauf angewiesen, neue Partner zu gewinnen, und könnte hierfür gezielt auf strategische Partnerschaften setzen. Die Akzeptanz solcher Partnerschaften seitens der rohstoffreichen Länder wird jedoch maßgeblich davon abhängen, ob sie konkrete Vorteile wie die Förderung lokaler Industrien und die Etablierung von Clusterstrukturen mit sich bringen. Dies ist insbesondere

90 SWP (2023).

91 Heinrich Böll Stiftung (2023).

92 Fern et al. (2023).

93 IRENA (2023).

94 Jönsson, Fold (2011).

für rohstofffördernde Staaten wie die Demokratische Republik Kongo relevant, da die globale Nachfrage nach Kobalt erheblichen Schwankungen unterliegt und in Zukunft möglicherweise weniger stark steigen wird als ursprünglich angenommen (siehe These 5). Eine einseitige wirtschaftliche Ausrichtung auf den Export unverarbeiteter Rohstoffe birgt erhebliche Risiken für diese Länder, da sie die Verwundbarkeit gegenüber Preisschwankungen und Nachfragerückgängen erhöht. Langfristig könnte dies die ökonomische Instabilität verstärken, die wirtschaftliche Diversifizierung hemmen und den Aufbau nachhaltiger industrieller Wertschöpfungsketten erschweren.

Derzeit sind der CRMA und die abgeschlossenen Partnerschaften in dieser Hinsicht aber noch wenig konkret. Die Verordnung geht zwar auf die lokale wirtschaftliche Entwicklung ein, benennt aber nicht, wie genau diese gefördert werden soll. Umwelt und soziale Konsequenzen werden zudem nur beiläufig adressiert. Um Nachhaltigkeit zu gewährleisten, braucht es also zusätzliche ordnungsrechtliche, finanzielle und kollaborative Instrumente. Mit der Batterieverordnung hat die EU den Grundstein für die Verpflichtung von Unternehmen zur Überprüfung ihrer Lieferketten auf Menschenrechtsverletzungen gelegt. Ein weiterer Ausbau finanzieller Förderungen ist dabei unerlässlich, um Rohstoffpartnerschaften effektiv zu implementieren. Dies könnte über Kredite oder Garantien für Bergbauprojekte seitens der Entwicklungs- und Investitionsbanken wie der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und der Europäischen Investitionsbank (EIB) über die Einrichtung eines EU-Rohstofffonds oder Finanzierungen aus dem *Global Gateway* sowie Handelsvereinbarungen (*Free Trade Agreements*) geschehen. Diese sollten jedoch ebenso an Nachhaltigkeitskriterien entlang der benannten Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales geknüpft werden. Zuletzt spielen kollaborative Instrumente wie die Entwicklungszusammenarbeit und akademischer Austausch eine wichtige Rolle, um lokale Kapazitäten und Know-how und somit Innovation und Entstehung von anknüpfenden Unternehmen zu fördern.

7 | Resilienz erfordert neben Rohstoffzugang auch Rohstoffverarbeitung und Komponentenherstellung in Europa

Einseitige Importabhängigkeiten und das damit zusammenhängende Thema der Resilienz internationaler Wertschöpfungsketten werden in den letzten Jahren immer stärker zum Thema.⁹⁵ Die Ansiedelung größerer Teile der Wertschöpfungskette in Europa gehört zu einer allgemeinen Resilienzstrategie in Bezug auf kritische Rohstoffe und Zwischenprodukte (siehe These 3.3). In diesem Kontext sind die Sicherung von Rohstoffen (siehe These 6) und die Herstellung von Batteriekomponenten innerhalb der Union von besonderer Bedeutung. Derzeit bestehen bei diesen Stufen der Wertschöpfungskette, wie oben angedeutet, starke Abhängigkeiten von einzelnen Staaten.

7.1 Asien führt auch bei den mittleren Stufen der Batteriewertschöpfungskette deutlich

Generell zeigt sich, dass die Länder, die führend in der Zellfertigung sind (siehe These 2), auch große Teile der verarbeitenden Wertschöpfungskette halten. Der Economist spricht von 92 bis 100 Prozent der mittleren Teile der Wertschöpfungskette für die Länder China, Südkorea und Japan zusammen.⁹⁶ Fraunhofer ISI stellt heraus, dass 98 Prozent der Anoden und Separatorenherstellung in den Händen chinesischer, japanischer und koreanischer Firmen liegt, bei der Kathodenproduktion sind es 92 Prozent und bei der Elektrolytproduktion sogar 100 Prozent. Dagegen entfallen beispielsweise nur weniger als 1 Prozent auf BASF und 6 Prozent auf Umicore, also europäische Firmen, bei der Kathodenproduktion.⁹⁷ Abbildung 12 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Insbesondere die starke Positionierung von China sticht hier hervor. Neben den erwähnten hohen Marktanteilen bei der Raffinade findet in Bezug auf die Batterieproduktion für Elektrofahrzeuge die Komponentenherstellung zu über 70 Prozent und die Herstellung von Batteriezellen zu fast 80 Prozent dort statt (siehe Abbildung 12). Neben den aktuellen Anteilen verschiedener Staaten an der Wertschöpfungskette von Kathoden und Anoden sowie Batteriezellen sind in der Abbildung auch die Zielwerte der Europäischen Union für 2030 dargestellt (siehe These 7.2).

Dass diese Abhängigkeiten nachteilig für den Aufbau einer resilienten Batteriewertschöpfungskette in Europa sein können, zeigt das Beispiel Gallium. Im Juli 2023 traf die Regierung Chinas die Entscheidung, den Export von Gallium zu beschränken, was weltweit Auswirkungen auf die Halbleiterproduktion hatte und von einigen Nationen als Bedrohung für ihre nationale Sicherheit wahrgenommen wurde. China produziert derzeit etwa 80 Prozent des weltweiten Galliums, das nur in Anlagen in China, Japan sowie bei jeweils einem Unternehmen in Europa und Kanada verarbeitet werden kann.⁹⁸ Es ist denkbar, dass ähnliche Entscheidungen mit Hinblick auf für Batterien strategische Rohstoffe und Komponenten gefällt werden könnten. Umgekehrt unterliegen auch europäische Firmen wie etwa der Hersteller von Anlagen zur Halbleiterproduktion Exportbeschränkungen durch die USA und die Niederlande für den Export nach China.⁹⁹ Angesichts zunehmender geopolitischer Spannungen erscheint die Ansiedelung von mittleren Stufen der Wertschöpfungskette in Europa sowie der Aufbau eigener technologischer Kompetenz in allen relevanten Verarbeitungsschritten notwendig und geboten.

7.2 Der Critical Raw Materials Act und Net-Zero Industry Act sind erste Schritte zu mehr Resilienz und innereuropäischer Produktion

Um die europäische Resilienz zu stärken, hat die Europäische Union neben dem CRMA auch den *Net-Zero Industry Act* (NZIA) verabschiedet. Beide Gesetzgebungen zusammen bilden einen Rechtsrahmen, der das Problem der Abhängigkeit und der Verfügbarkeit von als kritisch eingestuftem Rohstoffen bei Lieferengpässen adressiert (siehe These 6). Zudem wird die Förderung der Komponentenfertigung als essenziell für den Aufbau von Know-how, Innovationskraft und qualitativ hochwertigen Arbeitsplätzen im Bereich Batterietechnik und dem Aufbau von Industrie-Clustern identifiziert. Die verabschiedeten Regulierungen setzen sich zum Ziel, ambitionierte europäische Mindestanteile in allen Schritten der Wertschöpfungskette zu erreichen und die Genehmigungsprozesse für Zellfabriken und zentrale Industrieunternehmen zu beschleunigen.

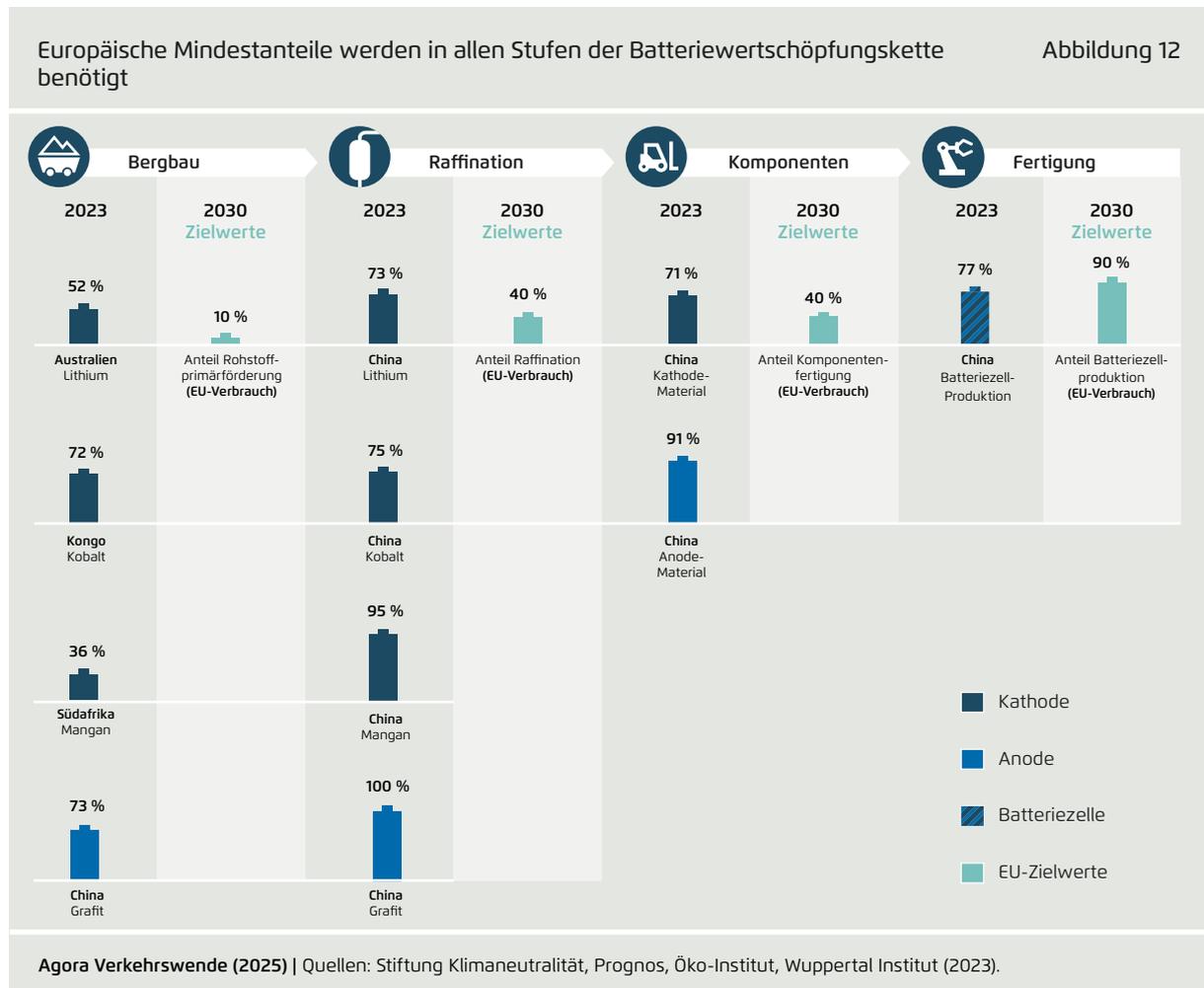
95 Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2023).

96 The Economist (2023a).

97 Fraunhofer ISI (2023b).

98 Heinrich Böll Stiftung (2023).

99 Handelsblatt (2025).



So soll die EU laut CRMA bis 2030 in der Lage sein, 10 Prozent ihres jährlichen Verbrauchs an strategischen Rohstoffen zu fördern, 40 Prozent selbst zu verarbeiten und 25 Prozent selbst zu recyceln. Für die Komponentenfertigung gilt der gleiche Richtwert, sprich die innereuropäischen Fertigungskapazitäten sollen 2030 mindestens 40 Prozent des EU-Bedarfes decken können (siehe Abbildung 12).¹⁰⁰ Der NZIA setzt zudem die Zielmarke von 40 Prozent der sogenannten „Netto-Null-Technologien“, die innereuropäisch produziert werden soll. Hierbei handelt es sich nicht nur um Batterie- und Speichertechnologie, sondern auch um weitere Technologien wie etwa Photovoltaik, Onshore-Windkraft, Wärmepumpen und andere. Dies stellt einen ersten Schritt in Richtung europäische Mindestbestandteile (*local content requi-*

rements) dar, einem industriepolitischen Werkzeug, das die lokale Produktion und damit Wertschöpfung anregen soll. Zudem sollen Mitgliedsstaaten im Rahmen öffentlicher Vergaben das Kriterium der Resilienz bei Netto-Null-Technologien oder ihrer wichtigsten Bauteile, die zu über 50 Prozent aus einem Drittland stammen, berücksichtigen.¹⁰⁴ Die Kommunikation zum *Clean Industrial Deal* unterstreicht die Intention der Kommission, in den Themenfeldern um Netto-Null-Technologien weitere unterstützende Maßnahmen zu ergreifen, zusätzliche Gesetzesvorschläge beispielsweise zur Vereinfachung von Genehmigungsverfahren werden angekündigt.

Derartige Regulierungen können durchaus dazu dienen, Lieferketten robuster zu machen und die nationale sowie regionale strategische Autonomie stärken. Ihre tatsäch-

100 Verordnung (EU) 2024/1735.

liche Umsetzung ist jedoch von entscheidender Bedeutung. Es mangelt bisher an konkreten Umsetzungsmechanismen und Sanktionen bei Nichteinhaltung, weshalb ihre Lenkungswirkung in der Praxis fraglich bleibt. Der CRMA und NZIA übertragen die Verantwortlichkeit für die Einführung von Strafen auf die Mitgliedsstaaten, was zu einer divergierenden Umsetzung innerhalb der EU führen kann.

7.3 Die Umsetzung der Strategien für Reshoring und Nearshoring geht mit unvermeidlichen Zielkonflikten einher

Die oben beschriebenen Gesetze könnten nicht ausschließlich mit Vorteilen einhergehen, sondern bergen auch Risiken. Dies sind erhöhte Kosten, der Verlust von Skaleneffekten und mögliche Vergeltungsmaßnahmen von betroffenen Ländern. *Reshoring*, also die Rückverlagerung von Produktionsprozessen in das Ursprungsland des Unternehmens, und *Nearshoring*, die Verlagerung von Produktionsaktivitäten in nahegelegene und die eigenen Werte teilenden Partnerländer, könnten höhere Kosten mit sich bringen als die Beschaffung bei entfernteren, kostengünstigeren Lieferanten. Politiken zur Förderung des heimischen Bergbaus und der Verarbeitung könnten auch Handelsbarrieren erfordern, was die Handelsbeziehungen beeinträchtigen und Bedenken hinsichtlich Protektionismus aufwerfen könnte. Zudem sind Lokalisierungsbestrebungen, wie oben angedeutet, nicht automatisch von Erfolg gekrönt, wenn die technologischen Kapazitäten, Humankapital, die industriellen Voraussetzungen und günstigen Investitionsbedingungen in einem Land fehlen.

Zuletzt erfordert die Umstrukturierung der Lieferketten eine Balance zwischen wirtschaftlichen Überlegungen, Umweltbedenken und dem Wohlergehen lokaler Gemeinschaften. Hierzulande bleiben die Umwelt- und menschlichen Kosten des Abbaus und der Verarbeitung von Rohstoffen wie Lithium und seltenen Erden für die Bevölkerung vieler entfernter Länder weitgehend unsichtbar. Länder müssen sich diesen Zielkonflikten stellen, wenn sie ihre Lieferketten diversifizieren wollen. Ein zentrales Thema im Zusammenhang mit den Vorgaben des CRMA ist beispielsweise, dass strategische

Abbau-, Raffinerie- und Recyclingprojekte als Projekte von überragendem öffentlichem Interesse eingestuft werden können – was bedeutet, dass sie Umweltgesetze außer Kraft setzen.¹⁰¹ Dies führte bereits zu erheblichen Protestbewegungen aus der Zivilgesellschaft. In Serbien etwa stößt die Entwicklung der Jadar-Lithium-Mine (die als eines der größten Lithiumvorkommen der Welt gilt) auf zunehmenden Widerstand, wobei lokale Gemeinschaften Bedenken hinsichtlich der potenziellen Umweltauswirkungen der Mine, insbesondere in Bezug auf Wasserverunreinigungen und ihre Vertreibung, äußern.¹⁰² Ähnliche Proteste wie in Serbien gab es auch gegen andere Lithiumprojekte in Europa, darunter in Portugal, Spanien und Deutschland. Es gilt die Umweltprobleme zu minimieren und die gesellschaftlichen Probleme, die mit dem Abbau von Rohstoffen auch in Europa verbunden sind, zu lösen. Ansonsten können solche und weitere Protestbewegungen dazu führen, dass sich Abbauprojekte in Europa verzögern und gleichzeitig die Abhängigkeit von Drittländern bestehen bleibt.

Zusammenfassend hat die Europäische Union die Notwendigkeit des Handelns erkannt und umfassende Regelwerke sowie weitere Strategien verabschiedet, die die Stabilität der Lieferkette und damit die Ansiedelung von Wertschöpfung bei der Batteriefertigung in der Union stärken könnten. Gleichzeitig wirft die Erreichbarkeit und tatsächliche Umsetzung der Zielvorgaben Fragen auf. In jedem Fall müssen die Zielsetzungen flankiert werden von den bereits beschriebenen Maßnahmen im Bereich Joint Venture, Verbesserung der Investitionsbedingungen sowie gezielte Förderung von Fachkräften. Wichtig ist auch das Einbeziehen und das Respektieren der Zivilgesellschaft bei den Resilienzbestrebungen.

101 IRENA (2023).

102 Tagesschau (2024).

8 | Die Förderung eines europäischen Batterie-Recyclings fördert Resilienz und Wettbewerbsfähigkeit

Eine Recyclingindustrie in Europa ist ein entscheidender Baustein für mehr Resilienz in der Rohstoffversorgung und stabilere Wertschöpfungsketten. Durch Recycling kann der Anteil des Bedarfs an Primärrohstoffen gesenkt werden, was die Versorgungssicherheit erhöhen und gleichzeitig negative Auswirkungen des Bergbaus minimieren würde. Langfristig können die Batterierohstoffe theoretisch im Kreis geführt – also unbegrenzt wiederverwendet werden, das ist das zentrale Versprechen der Kreislaufwirtschaft. Damit säne nicht nur der Bedarf an Primärrohstoffen, auch die Emissionen könnten reduziert werden (PEM RWTH Aachen et al. 2021).¹⁰³

8.1 Eine florierende Recyclingindustrie in Europa ist wichtig für mehr Resilienz in der Rohstoffversorgung

Angaben über den Anteil des Rohstoffbedarfs für die Elektromobilität, der durch Sekundärmaterialien abgedeckt werden kann, variieren. Wenn 80 Prozent des verfügbaren Lithiums in das Recycling fließen würde, so könnten laut Öko-Institut bis 2035 bereits 12 Prozent des deutschen Lithiumbedarfs für den Mobilitätssektor aus Sekundärmaterialien stammen. Dieser Wert steigt schnell auf 27 Prozent für das Jahr 2040 und 41 Prozent für 2045.¹⁰⁴ Eine andere Studie geht davon aus, dass der kombinierte weltweite jährliche Bedarf für Primärkobalt, Lithium, Mangan und Nickel für Elektrofahrzeuge (inklusive leichter und schwerer Nutzfahrzeuge) im Jahr 2030 um 3 Prozent reduziert werden könnte, im Jahr 2040 um 11 Prozent und im Jahr 2050 um 28 Prozent. In dieser Studie wird angenommen, dass jeweils nur 50 Prozent des theoretisch verfügbaren Materials recycelt wird.¹⁰⁵ Die Internationale Energieagentur prognostiziert, dass durch Recycling der weltweite Primärbedarf für Kupfer und Kobalt im Jahr 2050 um 40 Prozent und für Lithium und Nickel um 25 Prozent sinken könnte.¹⁰⁶ Diese Hochrechnungen illustrieren das Potenzial, welches im Recycling liegt.

Gleichzeitig wird weiterhin ein Bedarf an Primärrohstoffen und Investitionen in neue Minen bestehen bleiben, da die Nachfrage das Angebot übersteigt.¹¹¹ Umso dringlicher erscheint vor diesem Hintergrund ein Aufbau der Recyclingkapazitäten in Europa. Entsprechend setzt der CRMA (siehe These 7) für die Europäische Union für das Jahr 2030 das Ziel, die Recyclingkapazität der Union derart aufzubauen, dass sie in der Lage ist, mindestens 25 Prozent des jährlichen Verbrauchs strategischer Rohstoffe in der Union zu erzeugen.¹⁰⁷

8.2 Anzahl europäischer Recyclingstandorte steigt – unter Bedingungen technischer und ökonomischer Unsicherheit

Recycling von Lithium-Ionen-Batterien ist technisch möglich. In Europa gibt es bereits heute Recyclingstandorte in vielen Mitgliedsstaaten – unter anderem in Belgien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Norwegen, Polen, Spanien sowie Ungarn. Es existieren unterschiedliche Recyclingansätze für Lithium-Ionen-Batterien und die Kombination verschiedener Techniken führt zu einer Vielfalt an unterschiedlichen Prozessrouten.¹⁰⁸ Im Allgemeinen sind folgende Schritte relevant: Erfassung und Demontage der Batterien aus Bestands- und Altfahrzeugen, die Sammlung der End-of-Life-Batterien, ihre Sortierung, Demontage und Entladung sowie die thermische und/oder mechanische Vorbehandlung zur Erzeugung von Schwarzmasse oder anderen Wertstoffkonzentraten.¹⁰⁹ Für die stoffliche Rückgewinnung der Metalle sind als Folgeschritt metallurgisch-chemische Verfahren erforderlich, bestehend entweder aus einem pyrometallurgischen Eingangsschritt mit nachfolgender Hydrometallurgie oder aus der direkten hydrometallurgischen Verarbeitung von Schwarzmasse beziehungsweise Konzentraten. Pyrometallurgie bezeichnet das Einschmelzen der Materialien in einem Hochofen mit Trennung in eine metallische Phase, eine Schlacke sowie in eine Flugstaub-/Gas-Phase. Hydrometallurgie beschreibt das Herauslösen und die Aufreinigung wichtiger Metalle

103 PEM RWTH Aachen, BLB TU Braunschweig, VDMA (2021).

104 Öko-Institut et al. (2023).

105 ICCT (2023).

106 IEA (2024b).

107 Verordnung (EU) 2024/1252.

108 PEM RWTH Aachen, BLB TU Braunschweig, VDMA (2021).

109 Gemeint ist hier die Erfassung und Demontage aus Bestandsfahrzeugen bei defekter Batterie.

beziehungsweise Metallsalze durch einen chemischen Prozess. Hydrometallurgische Verfahren werden final benötigt, um Batterierohstoffe so weit aufzuarbeiten, dass sie als Sekundärmaterial erneut in Batterien eingesetzt werden können.¹¹⁰ In der Praxis besteht eine Vielzahl von Verfahrensansätzen und -kombinationen mit jeweils spezifischen Vor- und Nachteilen sowie mit unterschiedlichen Anforderungen an Homogenität und Vorbereitung des Inputmaterials. Je nach angewandtem Verfahrensansatz können auch einige Teilschritte wie Entladung, thermische Vorbehandlung oder mechanische Schwarzmasserzeugung entfallen.

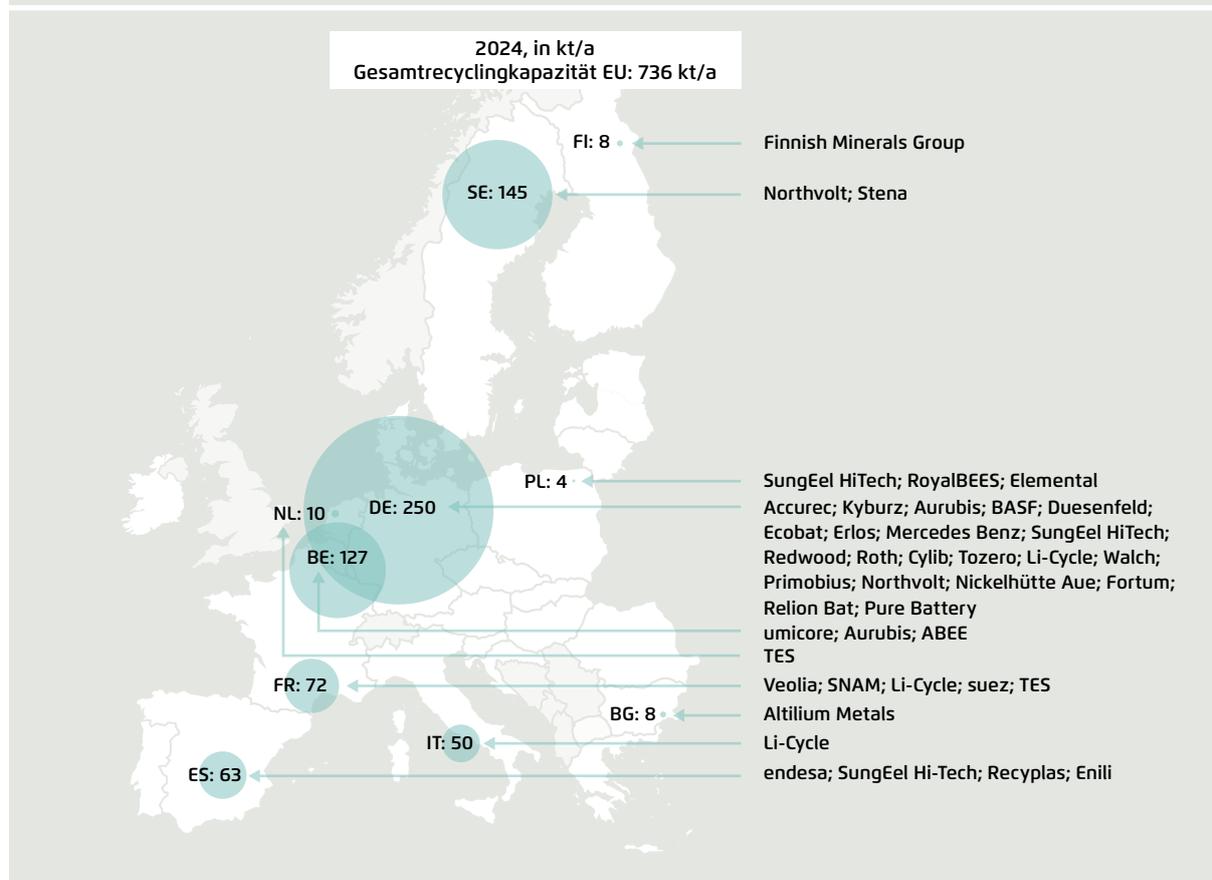
Die heute existierenden Anlagen zum Recycling von Fahrzeugbatterien speisen sich während der Hochlaufphase der Elektromobilität hauptsächlich aus Produktionsabfällen und nur zu einem geringen Anteil aus *End-of-Life*-Batterien. Für die Standortentscheidung kann deswegen die Nähe zu Zellproduktionsstandorten ein relevantes Kriterium sein, denn dies ermöglicht es, die Transportwege von defekten Batterien beziehungsweise Produktionsabfällen kurz zu halten, was sich wiederum vorteilhaft auf die Logistikkosten auswirkt.¹¹¹ Deutschland ist derzeit in Europa führend bei der Anzahl der Recyclingakteure und auch hinsichtlich der Anzahl der angekündigten Standorte in den kommenden

110 ZVEI (2020); BGR (2022); Mercedes-Benz Group (2024).

111 VDI/VDE-IT (2023b).

Batterierecycling: Deutschland als Standort stark aufgestellt

Abbildung 13



Agora Verkehrswende (2025) | Stand September 2024. Recycling bis Schwarzmasse oder Metallvorläufer. Die dargestellte Recyclingkapazität pro Land umfasst sowohl bereits umgesetzte als auch angekündigte Projekte. Die Angaben erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Quelle: battery-news.com (2024).

Jahren (siehe auch Abbildung 13). Entsprechend könnte Deutschland als größter Automobilmarkt in Europa überproportional vom Batterierecycling profitieren. Dabei können die jeweiligen Standorte unterschiedliche Recyclingschritte umsetzen: von der Entladung und Zerlegung von Traktionsbatterien über die Zerkleinerung und Verarbeitung der Abfälle zu Schwarzmasse bis hin zur pyro-/hydrometallurgischen Metallgewinnung. Schwarzmasse entsteht durch mechanische Zerkleinerung („Shreddern“) von Batteriemodulen oder -zellen und Abtrennung einer Aluminiumfraktion, einer Kupferfraktion sowie gegebenenfalls weiterer Reststoffe aus dem Shredder-Output. Der Begriff Schwarzmasse bezeichnet die verbleibende Materialmischung aus Kathoden- und Anodenmaterial und enthält als Metallkonzentrat relevante Batterierohstoffe wie beispielsweise Lithium, Kobalt und Nickel. Bei der metallurgischen Weiterverarbeitung der Schwarzmasse können die Batteriemetalle zurückgewonnen und für die Produktion von neuen Kathodenmaterialien eingesetzt werden. Die Verteilung der Anlagen in Europa ist ungleichmäßig: Die ersten Verarbeitungsschritte erfolgen dezentral, während die Rückgewinnung von Rohstoffen aus aufbereiteter Schwarzmasse, Batteriemodulen oder -zellen an wenigen Orten in Europa erfolgt beziehungsweise erfolgen wird. Bislang handelt es sich bei industriell ausgelegten Anlagen zur Verarbeitung von Schwarzmasse in Europa noch überwiegend um Ankündigungen.¹¹²

Die europäische Batterieverordnung setzt den Rechtsrahmen für das Recycling von Elektrofahrzeugbatterien in Europa – mit weitreichenden Vorgaben. Spätestens ab dem 31. Dezember 2027 betragen die Zielvorgaben für die stoffliche Verwertung 90 Prozent für Kobalt, Nickel und Kupfer sowie 50 Prozent für Lithium.¹¹³ Sie werden ab dem 31. Dezember 2031 auf 95 Prozent für Nickel, Kobalt und Kupfer und auf 80 Prozent für Lithium erhöht. Entsprechend wird derzeit in zusätzliche Recyclinganlagen in Europa investiert, die diese hohen Rückgewinnungsraten leisten können.¹¹⁴ Mit einer weiteren Zunahme an Standorten bis 2030 wird gerechnet, auch mit mittelfristig ausreichenden metallurgischen Recyclingkapazitäten

für die in Europa anfallenden Traktionsbatterien (siehe auch Abbildung 13).¹¹⁵

Die Recyclingindustrie ist durch lange Investitionszeiträume gekennzeichnet. Die Investitionen in Recyclinganlagen erfolgen allerdings vor dem Hintergrund technischer und ökonomischer Unsicherheit. Technische Unsicherheit entsteht durch sich verändernde chemische Zusammensetzungen der Batteriekomponenten (siehe These 5). Dies führt zu einem Dilemma: Aufgrund sich verändernder Batteriechemie ist es möglich, dass der Bedarf für recyceltes Kobalt oder Nickel genau in dem Augenblick zurückgeht, in dem diese Sekundärmaterialien zurückgewonnen werden können. Eine Absicherungsstrategie hierfür ist, dass Recyclinganlagen in der Lage sein sollten, verschiedene Inputmaterialien zu verarbeiten. Die ökonomische Unsicherheit bezieht sich auf den Wert der zurückgewonnenen Materialien. So verändert sich die Rentabilität von Recyclingprozessen grundlegend, wenn statt teurer Materialien wie Kobalt, Nickel oder Lithium überwiegend günstige Materialien verwendet werden. Diese kommen in LFP- oder Natrium-Ionen-Batterien zum Einsatz, deren Anteile – zumindest bezogen auf LFP – in Zukunft weiter steigen werden (siehe These 5). Je günstiger die eingesetzten Batteriematerialien (LFP, Natrium-Ionen etc.), desto unrentabler wird tendenziell das Recycling. Allerdings ist auch in Zukunft ein hoher Lithiumbedarf zu erwarten (siehe These 5). Dies und die Investitionsankündigungen bislang lassen darauf schließen, dass Marktakteure insgesamt von rentablen Geschäftsmodellen ausgehen.

Technologische oder ökonomische Unsicherheit allein ist prinzipiell kein Hindernis für Investitionen, da hohe Unsicherheit in der Regel mit hohen Gewinnaussichten einhergeht. Allerdings findet auch der Hochlauf der europäischen Recyclingwirtschaft in einem internationalen Wettbewerb um Technologiestandorte statt. Trifft europäische Investitionszurückhaltung auf chinesische und amerikanische Investitionsfreudigkeit, entstehen beziehungsweise bleiben die großen Recyclingstandorte außerhalb Europas. Dies wiederum macht es unwahrscheinlich, die Ziele für die europäische Versorgungssicherheit zu erreichen, die im CRMA definiert sind.

112 BASF (2023); Li-Cycle (2023); Umicore (2023); VDI/VDE-IT (2023b); Mercedes-Benz Group (2024).

113 PEM RWTH Aachen, BLB TU Braunschweig, VDMA (2021); Verordnung (EU) 2023/1542.

114 BASF (2023); Mercedes-Benz Group (2024).

115 BGR (2022); VDI/VDE-IT (2023b).

8.3 Eine entscheidende Herausforderung ist der Zugang zu Ausgangsmaterialien

Ein nennenswerter Rücklauf von Elektrofahrzeugen und damit von recycelbaren Altbatterien wird unter *Business-as-usual*-Annahmen nicht vor 2030 erwartet. Erst ab etwa 2030 wird davon ausgegangen, dass Batterien aus alten Elektrofahrzeugen einen größeren Anteil ausmachen werden als Produktionsabfälle.¹¹⁶ Jedoch führt der derzeit verzögerte Hochlauf der Elektromobilität in Deutschland zu einem unsicheren Investitionsklima hierzulande, selbst wenn die Elektromobilität weltweit weiter wächst.¹¹⁷ Durch die Standortkonkurrenz mit anderen Weltregionen mit großzügigen Förderregimen werden Investitionsprojekte für Zellfertigungsanlagen in Europa verzögert oder gar verlagert. Weniger Gigafactories in Europa bedeuten weniger Produktionsabfälle in Europa – und somit weniger Input während des Hochlaufs des Batterierecyclings. Entsprechend melden auch große angekündigte Recyclingprojekte bereits Verzögerungen.¹¹⁸

Darüber hinaus ist eine weitere Herausforderung für das Recycling in Europa die Schließung von Stoffkreisläufen. Globale Lieferketten sind nicht nur ein Thema für Rohstoffe und Batteriekomponenten, sie existieren auch für Rezyklate. In diesem Zusammenhang ist der Export von Schwarzmasse zu nennen, da dieser zu einem Abfluss kritischer Rohstoffe führt, welche dann für die europäische Recyclingindustrie nicht zur Verfügung stehen.¹¹⁹ Zwar ist die Weiterverarbeitung von Schwarzmasse zurzeit in Europa noch nicht im industriellen Maßstab möglich, ein dauerhafter Abfluss dieses Materialstroms ist allerdings nicht sinnvoll.¹²⁰ Entsprechend ist es zu begrüßen, dass die Kommission angekündigt hat, die abfallrechtliche Klassifizierung von Schwarzmasse zu ändern. Dies würde ein Einstellen von Exporten in Nicht-EU-Länder nach sich ziehen.

Zudem ist unklar, ob in Europa zugelassene Elektrofahrzeuge ihr gesamtes Fahrzeugleben in Europa verbleiben

und als Altfahrzeuge in das Recycling zurückgeführt werden können oder ob die Fahrzeuge als Gebrauchtwagen in andere Länder außerhalb Europas exportiert werden. Auch der Export von gebrauchten Elektrofahrzeugen würde dazu führen, dass diese Rohmaterialien für eine Wiederverwertung in Europa verloren gingen. Für eine wettbewerbsfähige Recyclingindustrie in Europa ist es entscheidend, eine Versorgung mit Rohmaterial sicherzustellen. Entsprechend wichtig ist es, dass die EU hier für einen kohärenten Regulierungsrahmen sorgt. Hinsichtlich des Exports von Gebrauchtfahrzeugen werden die gesetzlichen Bestimmungen derzeit überarbeitet und möglicherweise leicht verschärft. Doch das Thema Export von Gebrauchtfahrzeugen mit Elektroantrieb insbesondere in Partnerländer in Afrika ist bislang nicht umfassend analytisch aufgearbeitet. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf sowie Diskussionsbedarf mit afrikanischen Partnerländern hinsichtlich ihrer politischen Ziele und Instrumente zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors.

Langfristig erfordert der Wechsel zu Elektromobilität neue Geschäftsmodelle für die Automobilindustrie. Dazu gehört ein stärkeres Engagement in vor- oder nachgelagerten Teilen der Wertschöpfungskette. Darüber hinaus bietet es sich an, stärker auf das Fahrzeugleasing zu fokussieren oder attraktive Rückkaufangebote für gebrauchte Fahrzeuge zu machen, um Batterierohstoffe stärker im Kreislauf führen zu können. In der Nutzungsphase des Fahrzeugs lassen sich potenziell ebenfalls weitere Marktpotenziale erschließen, etwa durch eine Bündelung von Fahrzeug- mit (gesteuerten oder bidirektionalen) Ladeangeboten.

Die wichtigste Absicherung sowohl in Bezug auf die technologischen und ökonomischen Unsicherheiten als auch in Bezug auf die Schließung von Stoffkreisläufen ist Regulierung. Die bereits erwähnte Batterieverordnung verpflichtet nicht nur zu ambitionierten Rückgewinnungsraten, sondern schreibt für verschiedene Batteriematerialien auch Mindestanteile von Rezyklat in neuen Batterien vor. Diese materialspezifischen Recyclingquoten tragen dazu bei, die wirtschaftliche Unsicherheit hinsichtlich der Technologieentwicklung von Batterien zu einem gewissen Grad abzufedern. Auch der CRMA fällt in diese Kategorie, denn das europäische Ziel, mindestens 25 Prozent des jährlichen Verbrauchs an strategischen Rohstoffen in der Union zu recyceln, dürfte

116 Battery News (2024).

117 IEA (2024a).

118 Schaal (2024a).

119 Simon (2023).

120 Europäische Kommission (2025b).

ebenfalls eine Anreizwirkung entfalten, ähnliches gilt für die *Corporate Sustainability Reporting Directive*,¹²¹ wonach Unternehmen ab spätestens 2026 verpflichtet sind, CO₂ über die gesamte Wertschöpfungskette einzusparen.

Aufgrund der Bedeutung der Recyclingindustrie für die Resilienz des Batteriestandorts Europa ist allerdings weitere Unterstützung in Bezug auf die Rahmenbedingungen notwendig. Dazu gehören mittelfristig Vorgaben die dazu führen, dass weder Schwarzmasse noch Elektro-Altfahrzeuge aus Europa exportiert werden. Zudem sind weitere Maßnahmen zur Unterstützung der Recyclingindustrie notwendig und denkbar, wie etwa eine finanzielle Förderung über den europäischen Mechanismus des *Important Project of Common European Interest* (IPCEI) oder andere finanzielle Instrumente. Die Europäische Union hat im kürzlich verabschiedeten *Automotive Action Plan* angekündigt, eine Finanzierungsunterstützung für Anlagen zur Verwertung von Altfahrzeugen und zum Batterierecycling zu prüfen sowie Industriekooperationen unter Einhaltung des EU-Wettbewerbsrechts zu ermöglichen.¹²² Auch die Erhöhung der Transparenz über die realen Stoffströme am Ende des Produktlebens zum Beispiel über Produktpässe und über leistungsfähige Tracking- und Tracing-Systeme sowie die Verankerung des Themas im Kontext einer kohärenten Industriepolitik in Europa sind notwendig.¹²³ Die Ankündigungen zur Kreislaufwirtschaft im *Automotive Action Plan* sind zu begrüßen, eine weitere Konkretisierung steht jedoch noch aus.

121 Richtlinie (EU) 2022/2464.

122 Europäische Kommission (2025b).

123 Ressourcenkommission am Umweltbundesamt (KRU) (2023).

9 | Es braucht eine europäische Industriepolitik für Batterien

Die Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen verwendete in ihren politischen Leitlinien für die kommende EU-Kommission den folgenden Satz: „The future of the clean and cutting-edge tech industry must be made in Europe.“ Wie die vorhergehenden Thesen gezeigt haben, ist die Wirklichkeit von diesem Ziel allerdings noch weit entfernt. Die Technologieführerschaft für Batterien liegt in Asien, ein Zusammenspiel aus großem Preisdruck einerseits und Schwierigkeiten bei der industriellen Skalierung und Fachkräftemangel in Europa andererseits schaffen schwierige Wettbewerbsbedingungen für europäische Firmen. Gleichzeitig ist die deutsche und europäische Industrie auf Kooperation mit asiatischen Playern angewiesen und die Europäische Union muss eine Ansiedelung der Wertschöpfungsketten in Europa vorantreiben. Anstelle der Vision von Europa als dem Ort, an dem Zukunftstechnologien für den Weltmarkt entwickelt werden, könnte auch das gegenteilige Szenario eintreten.

9.1 Für den Batteriestandort Europa braucht es ein klares Bekenntnis zur Elektromobilität

In China bestehen deutliche Überkapazitäten der Zellfertigung im Vergleich zur heimischen Nachfrage und weitere Überkapazitäten sind vorhergesagt (siehe These 1.2).¹²⁴ Überkapazitäten in der Zellfertigung in China lassen mehr kostengünstige Importe technologisch attraktiver Batteriezellen nach Europa erwarten zu einer Zeit, in der die europäische Batterieindustrie mit erheblichen Anlaufschwierigkeiten zu kämpfen hat. Der unterschiedliche politische Rahmen zwischen Europa und den USA verschärft diese Dynamik. So hat die US-amerikanische Industriepolitik unter dem IRA inklusive der zollpolitischen Rahmenbedingungen dazu geführt, dass in den USA hergestellte Zellen nach Förderungen einen effektiven Kostenvorteil gegenüber aus China importierten Zellen ausspielen können. Dies macht den amerikanischen Markt für chinesische Hersteller eher unattraktiv.¹²⁵

Im Vergleich dazu bestehen für chinesische Hersteller deutliche Kostenvorteile gegenüber in Europa lokal gefertigten Zellen. Die von Roland Berger errechneten

Sollkosten ohne Marge liegen mit 60 US-Dollar pro Kilowattstunde für hoch nickelhaltige NMC88-Zellen¹²⁶ nicht nur ausgesprochen günstig, sie liegen auch deutlich unter den für Europa errechneten 80 US-Dollar pro Kilowattstunde. Auch wenn es durchaus berechtigt ist zu fragen, ob die amerikanischen Rahmenbedingungen für die Förderung der heimischen Produktion unverändert weiter bestehen bleiben werden,¹²⁷ so ergibt sich derzeit ein deutlicher Anreiz für chinesische Hersteller, Europa als Absatzmarkt weiter zu erschließen. Dies könnte durch die weitere Abschottung des US-Marktes gegenüber chinesischen Importen weiter verschärft werden – mit der Folge, dass überschüssige chinesische Produktionskapazitäten vermehrt auf den europäischen Markt drängen und einen intensiven Preisdruck erzeugen, was die Wettbewerbsbedingungen für europäische Anbieter weiter erschweren kann. Dabei ist insbesondere die Diskussion um die Ausgestaltung der Zölle von einer hohen Dynamik geprägt. Entsprechend unklar ist, wie sich die jeweiligen Zollregime in naher Zukunft entwickeln werden.

Abbildung 15 zeigt den Stand der regionalen Verteilung von Batterieproduktionskapazitäten weltweit aus dem Jahr 2023. Europa liegt hier auf Platz zwei, jedoch mit einem enormen Abstand zu China und nur einem geringen Vorsprung vor den USA. Zudem stammen viele der innerhalb Europas produzierten Batterien von Unternehmen mit Hauptsitz in Asien, was den Nachholbedarf europäischer Firmen deutlich macht.

Angesichts des weiteren Hochlaufs der Elektromobilität wurden für die kommenden Jahre weitere Investitionen angekündigt – dabei ist laut dem aktuellen *Battery Monitor* allerdings sowohl in China als auch in Europa mehr Kapazität angekündigt als Nachfrage zu erwarten¹²⁸. Deswegen ist es eine relevante Frage, welche der bereits angekündigten Projekte tatsächlich umgesetzt werden und ob dies innerhalb oder außerhalb Europas geschehen wird. Wo diese Investitionen stattfinden werden,

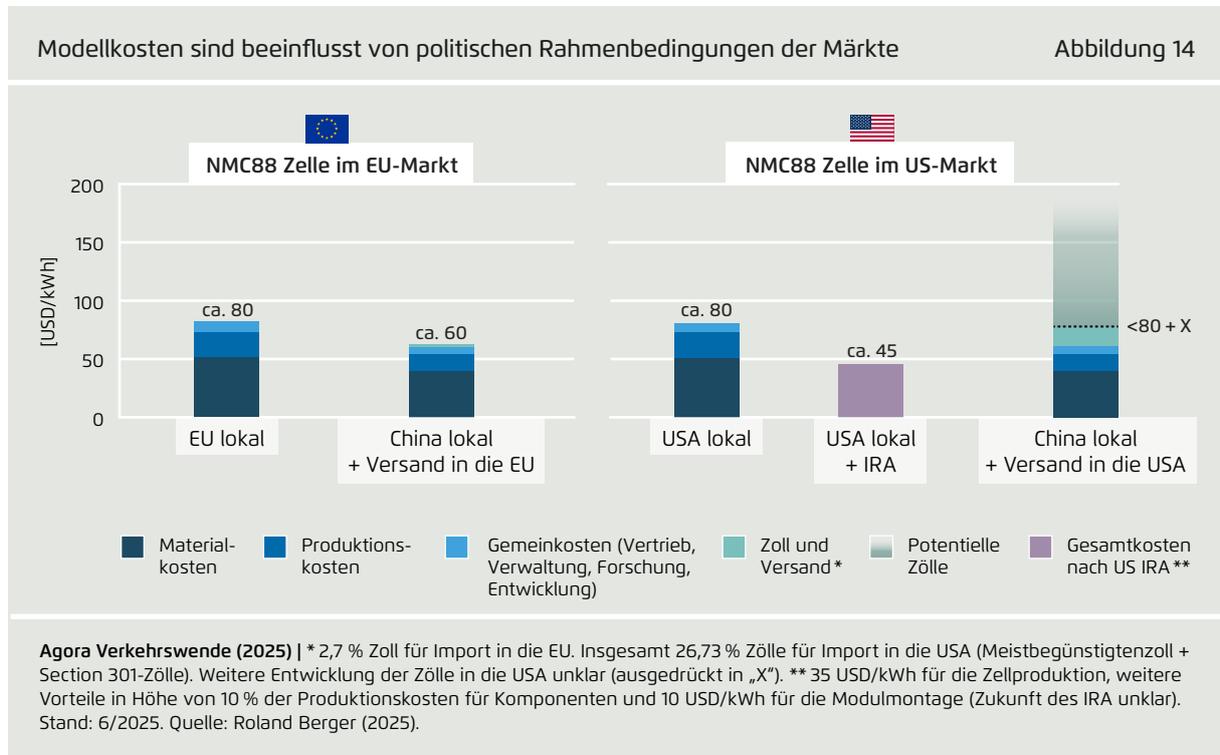
126 Ein NMC-Akkumulator ist ein Lithium-Ionen-Akkumulator mit Kathode aus Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid. Bei NMC88 gilt für die Metalle Nickel, Mangan und Cobalt folgendes Verhältnis: Nickel macht 88 Molprozent aus, Mangan und Kobalt zusammen 12 Molprozent.

127 Tomasi (2025).

128 PEM RWTH Aachen, Roland Berger (2025).

124 PEM RWTH Aachen, Roland Berger (2025).

125 PEM RWTH Aachen, Roland Berger (2025).



wird für Jahre hinweg definieren, wo die Batteriewertschöpfungskette global verortet ist. Werden allerdings in Europa nicht weitere Elemente der Batteriewertschöpfungskette angesiedelt beziehungsweise sollten weitere Projekte in Europa aufgegeben oder insolvent werden aufgrund der Schwierigkeit, die Anlaufphase von Anlagen über einen längeren Zeitraum hinweg zu meistern, bleibt die strukturell hohe Abhängigkeit von China unvermindert bestehen.

Insbesondere in Deutschland tragen die jüngsten politischen Entscheidungen nicht ausreichend zu einer Förderung der Lokalisierung der Batteriewertschöpfungskette bei: Nach dem Urteil des Verfassungsgerichts zum Klima- und Transformationsfond (KTF) vom 15. November 2023 sollte die Batterieforschungsförderung massiv und kurzfristig gekürzt werden.¹²⁹ Auch wenn das Bundesministerium für Forschung im Januar 2025 Gelder für eine Überbrückungsfinanzierung bewilligt hat, und der neue Koalitionsvertrag von der Bedeutung eines verlässlichen Auf- und Ausbaus der Batterieforschung

spricht,¹³⁰ so hat das Hin- und Her bei der Forschungsförderung in Deutschland zu einer großen Unsicherheit geführt. Durch die ebenfalls mit dem KTF-Urteil zusammenhängende kurzfristige Streichung der Kaufprämie brachen im Jahr 2024 die Absätze von Elektrofahrzeugen ein. Zusätzlich hat das monatelange Debattieren über den Verbrennerausstieg in Deutschland und auch die Rücknahme beziehungsweise Verschiebung konzernweiter Elektrifizierungsziele bei OEMs ein Klima der Unsicherheit geschaffen.¹³¹ Dadurch sind bereits Folgeeffekte für angekündigte Batteriezellwerke aufgetreten, wie zum Beispiel das geplante ACC-Werk in Kaiserslautern, dessen Bau sich Medienberichten zufolge unter anderem aufgrund des Rückgangs im Absatz von Elektrofahrzeugen verzögert.¹³² Mit der gleichen Begründung hat auch SVOLT seine Zellfabrik im Saarland und seine angekündigte Batteriefabrik in Brandenburg abgesagt.¹³³ Ankündigungen dieser Art verursachen auch weitere

130 CDU/CSU, SPD (2025).

131 Siehe z. B. Henßler (2024); Hubik (2024); Tyborski, Fasse (2024); Business Insider Deutschland (2025).

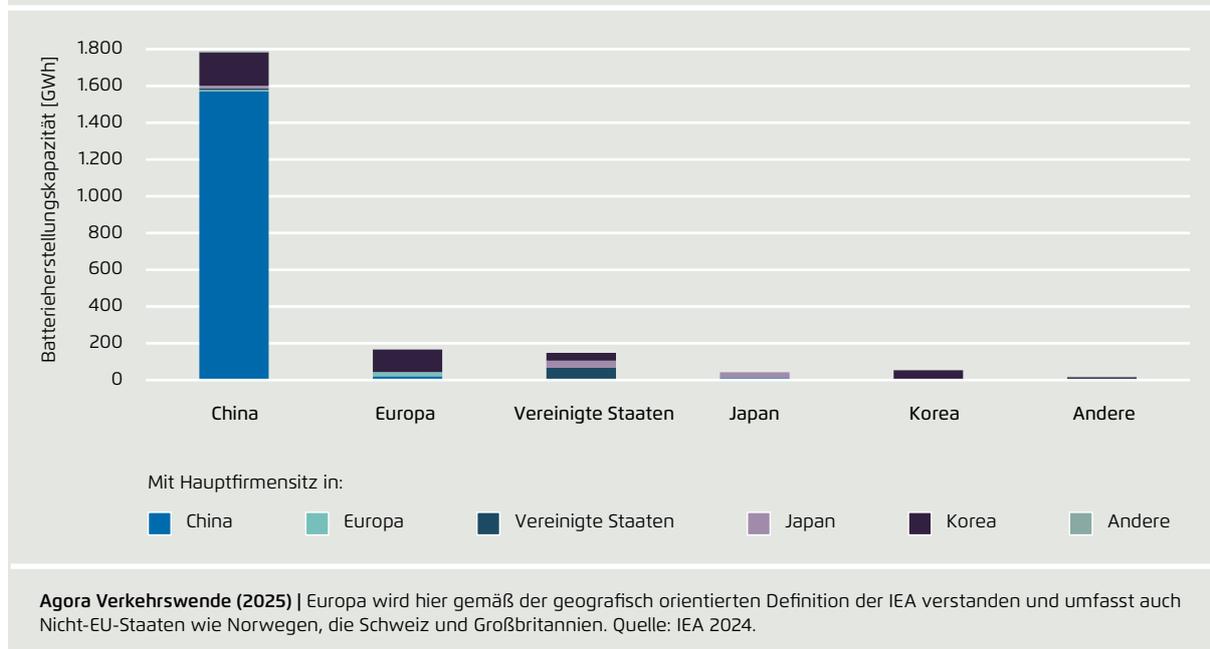
132 Werwitzke (2024a).

133 Schaal (2024b); Treiß (2024).

129 Werwitzke (2024b); BMBF (2025).

Regionale Batterieproduktion: Firmen aus Asien als treibende Kraft

Abbildung 15



Kaskadeneffekte für das europäische Batterieökosystem: So kündigte BASF kürzlich an, dass sich der Aufbau eines Batterierecycling-Hubs in Spanien aufgrund des ebenfalls verspäteten Aufbaus von Batteriefabriken in Europa verzögere.¹³⁴ Auch die schwedische Muttergesellschaft von Northvolt Deutschland, Northvolt AB, meldete in Schweden Insolvenz an.¹³⁵ Inwieweit die Haushaltslage auch nach Verabschiedung des neuen Sondervermögens für Investitionen in die Infrastruktur eine zukünftige Förderung der Batteriewertschöpfungskette in angemessenem Maße ermöglichen wird, ist zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Papiers noch nicht ersichtlich – allerdings wurde zumindest im neuen Koalitionsvertrag sowohl die Wichtigkeit der Batterieforschung betont als auch eine Förderung der Batteriezellfertigung inklusive der Rohstoffgewinnung, des Recyclings und des Maschinen- und Anlagenbaus angekündigt. Gleichmaßen ist dort die Rede von neuen Kaufanreizen für die E-Mobilität.¹³⁶ Es ist wichtig, dass die zukünftige Bundesregierung für beide Themenfelder eine ausreichende Finanzierung sicherstellt.

134 Schaal (2024a).

135 Schaal (2025).

136 CDU/CSU, SPD (2025).

Deutschland und Europa brauchen ein klares Bekenntnis zur Elektromobilität. Dazu gehört auch, bei den zentralen Gesetzgebungen des *Green Deals* – wie etwa dem Verbrennerausstieg im Jahr 2035 – auf Kurs zu bleiben. Dies bedeutet, dass die EU weiterhin an den im *Green Deal* vereinbarten CO₂-Flottengrenzwerten für Pkw festhält. Dieser legislative Rahmen ist bedeutsam für die Planungs- und Investitionssicherheit, die Ansiedelung der Batterieindustrie sowie für Richtungsklarheit in der Transformation der Automobilindustrie. Die jüngsten Beschlüsse auf EU-Ebene hinsichtlich der Flexibilisierung von Strafzahlungen senden allerdings das gegenteilige politische Signal und laufen Gefahr, zu einer Verzögerung des Hochlaufs der Elektromobilität beizutragen. Was klar geworden ist: Eine Verzögerung des Hochlaufs der Elektromobilität in Deutschland ist nicht wünschenswert – sie mindert die Wettbewerbsfähigkeit mit dem Risiko von langfristigen Beschäftigungseinbrüchen.¹³⁷ Die aktuellen Entwicklungen in den USA, wie das Einfrieren von IRA-Zahlungen, zeigen jedoch: Eine mögliche Verschlechterung der Rahmenbedingungen für Zukunftsindustrien in den USA unter der Trump-Präsidentschaft könnten Deutschland und Europa auch

137 Agora Verkehrswende (2024).

die Chance bieten, durch verlässliche Politik und gezielte Investitionen in emissionsfreie Technologien Unternehmen anzulocken, Wettbewerbsvorteile zurückzugewinnen und die Industrie zukunftsfähig zu modernisieren.¹³⁸

9.2 Um die Batteriewertschöpfungskette in Europa aufzubauen, braucht es zusätzliche Vorgaben für europäische Mindestanteile

Allein mit einem Bekenntnis zur Elektromobilität ist es auch in Europa nicht getan. Es braucht auf vielen Ebenen eine Verbesserung der Standortfaktoren, um im weltweiten Rennen um Batteriestandorte den Platz zwei verteidigen zu können. Der Draghi-Report analysiert die Lage prägnant. Demnach ist die kritische Situation der europäischen Industrie für Klimaschutztechnologien vor allem auf das Fehlen einer übergeordneten europäischen Industriepolitik zurückzuführen. Dabei identifiziert er drei zentrale Faktoren: „Die Hersteller in der EU leiden in erster Linie unter der mangelnden Stabilität der Nachfrage und unter dem Kostengefälle bei der Produktion, das durch ungleiche Wettbewerbsbedingungen noch verstärkt wird, da andere große Volkswirtschaften erhebliche Subventionen gewäh-

ren und Handelsschranken errichten.“¹³⁹ Zur mangelnden Stabilität der Nachfrage hat die oben erwähnte fehlende Richtungsklarheit beigetragen – sowohl auf der Ebene der Europäischen Kommission als auch durch die sehr uneinheitlichen Politikinstrumente der Mitgliedsstaaten zur Förderung der Elektromobilität. Das Thema Kostengefälle bei der Produktion lässt sich nur abschwächen, wenn eine umfassendere Finanzierung für die Batteriewertschöpfungskette in Europa ebenso erfolgt wie eine grundlegende Überarbeitung und Vereinfachung der Förderinstrumente nach amerikanischem Vorbild (siehe These 9.3).

Die Mitgliedsstaaten und die europäische Kommission haben bereits in der letzten EU-Legislatur verschiedene Gesetzesinitiativen auf den Weg gebracht, die das Ziel hatten, den Standort Europa in Bezug auf die Batterieindustrie zu stärken. Hierzu zählen die in diesem Papier bereits genannten: *Critical Raw Materials Act*, *Net-Zero Industry Act* und *Battery Regulation*. Diese formulieren eine Reihe von Anforderungen, die als Grundgerüst für lokale Mindestanforderungen verstanden werden können, mit dem Ziel, größere Teile der Wertschöpfungskette in Europa zu etablieren. Das gilt für die Förderung von Rohstoffen, für lokale Inhaltserfordernisse bei öffentlichen Vergaben und für Zielvorgaben für die Verwertung von Altbatterien (siehe Tabelle 1).

138 DIW (2025).

139 Draghi (2024).

Ziele in Critical Raw Materials Act, Net-Zero Industry Act und Battery Regulation

Tabelle 1

Zielsetzung		Zielwert	Frist	Regulierung
Strategische Rohstoffe in Europa	Förderung	10 %	2030	<i>Critical Raw Materials Act</i> (EU) 2024/1252
	Verarbeitung	40 %		
	Recycling	25 % *		
	Komponentenfertigung	40 %		
Batterien	Fertigung	90 %	2030	<i>Net-Zero Industry Act</i> (EU) 2024/1735
Lokale Inhaltserfordernisse (öffentliche Vergaben)		> 50 %	Laufend	
Zielvorgaben für die Verwertung von Altbatterien	Lithium	50 %–80 %	2027/2031	<i>Battery Regulation</i> (EU) 2023/1542
	Kupfer, Kobalt, Nickel	90 %–95 %		
Recyclingeffizienz	Lithium-Ionen-Batterien	65 %–70 %	2026/2031	
Mindestanteil recycelter Materialien	Kobalt	16 %–26 %	2031/2036	
	Lithium	6 %–12 %		
	Nickel	6 %–15 %		

Agora Verkehrswende (2025) | * 25 Prozent der strategischen Rohstoffe sollen aus Recycling stammen.

Die Vorhaben des *Clean Industrial Deals* und des *Automotive Action Plans* erweitern dieses bestehende Regelwerk. Insbesondere ist der sogenannte „Battery Booster“ zu nennen. Der Plan schlägt auf allen Ebenen der Wertschöpfungskette Maßnahmen vor, die den europäischen Batteriestandort stärken sollen: angefangen von der Forschungsförderung und der Möglichkeit zu Einkaufsgemeinschaften für Rohstoffe zwischen verschiedenen europäischen Playern, über weitere Vereinfachungen bei Genehmigungsverfahren für Rohstoffprojekte in der EU bis hin zu dem Vorhaben, die Kreislaufwirtschaft weiter zu fördern. Dies ist ein erster guter Schritt.

Besonders hervorzuheben ist die Ankündigung, europäische Mindestanforderungen für Batterien und weitere Bestandteile von Elektrofahrzeugen im Rahmen eines zukünftigen Gesetzesvorschlags des *Industrial Decarbonisation Accelerator Act* einzuführen. Diese Mindestanforderungen sollen schrittweise mit steigender europäischer Produktionskapazität angehoben werden.¹⁴⁰ Dies dürfte im Zusammenspiel mit den anderen Politikinstrumenten einen Anreiz für Investitionen in Europa darstellen und ist sehr zu begrüßen. Als alleinige Maßnahme wäre sie aber bei Weitem nicht ausreichend, weil sie weder die Kostenschere zwischen Europa und Asien adressiert noch den Know-how-Vorsprung, den die asiatischen Mitbewerber haben (siehe These 2).

9.3 Der Automotive Action Plan öffnet die Tür für Batterie-Joint-Ventures, lässt aber Finanzierungsfragen offen

Vor diesem Hintergrund ist es sehr zu begrüßen, dass der *Automotive Action Plan* zwei weitere Instrumente vorsieht, die genau in diesem Bereich eine Wirkung entfalten dürften. Erstmals ist im Batteriebereich eine direkte Produktionsförderung angekündigt, und zwar für Firmen, die in der EU Batterien herstellen. Dies ist eine sinnvolle Ergänzung zu lokalen Mindestanteilen, da dies die höheren Kosten der Produktion in Europa abmildern dürfte. Zudem birgt ein solches Instrument das Potenzial, wesentlich einfacher und bürokratieärmer gestaltet zu sein als die bisherigen europäischen Instrumente der Investitionsförderung.

Die Kommission schlägt vor, diese Geldzahlungen nicht nur für europäische Akteure zu ermöglichen, sondern auch für Investoren aus Drittstaaten, die in Europa produzieren – allerdings in Verknüpfung mit Anforderungen an die Bildung von Partnerschaften mit europäischen Unternehmen, die ein Element des Know-how-Transfers miteinschließen.¹⁴¹ Denkbar wären beispielsweise Gemeinschaftsunternehmen (*Joint Ventures*) mit europäischer Mehrheitsbeteiligung, die einen Technologietransfer sicherstellen müssen. Die vorausliegenden Thesen haben gezeigt, dass die europäische Industrie auf Technologietransfer aus vor allem Japan, Südkorea und China angewiesen ist – deswegen ist dieser Vorschlag ebenfalls zu begrüßen.

Aufgrund der strategischen Bedeutung der Batterieindustrie und dem damit verbundenen Ökosystem braucht es dezidiert europäische Instrumente für die finanzielle Unterstützung strategisch wichtiger Industrien, die ausreichend ausgestattet sind. Das ist insbesondere für Süd-, Mittel- und Osteuropa von Bedeutung, da diese EU-Mitgliedsstaaten häufig nicht die gleichen finanziellen Mittel mobilisieren können wie größere EU-Mitglieder wie etwa Deutschland und Frankreich.¹⁴² Die Pläne der Kommission bleiben hinsichtlich der Finanzierung bislang unkonkret und stellen zu wenig Geld bereit. So hat die Kommission zwar bereits drei Milliarden Euro aus dem EU-Innovationsfonds für die Herstellung von Batterien für Elektrofahrzeuge angekündigt, davon im Dezember 2024 bereits eine Milliarde freigegeben, die weiteren zwei Milliarden aus verschiedenen finanziellen Instrumenten sind für die kommenden zwei Jahre in Aussicht gestellt, darunter 200 Millionen Euro aus dem Programm InvestEU, mit dem zusätzliche Risikokreditoperationen der EIB-Gruppe im Zeitraum 2025 bis 2027 ermöglicht werden¹⁴³. Demgegenüber umfasste das IRA ein Volumen mit dem „Production Tax Credit“ in Höhe von 30 Milliarden US-Dollar für Zukunftstechnologien unter anderem für Batterien – für einen Markt, der in etwa gleich groß ist wie der der EU. Dies übersteigt die bislang freigegebenen Mittel um ein Vielfaches und unterstützt die Diagnose des Draghi-Reports, dass die öffentlichen Finanzmittel für Netto-Null-Technologien in Europa unterdimensioniert sind.

141 Europäische Kommission (2025a).

142 Strategic Perspectives (2024).

143 Europäische Kommission (2025a).

140 Europäische Kommission (2025a).

Die Europäische Kommission hat im Sommer 2024 die Schaffung eines EU-Fonds für Wettbewerbsfähigkeit angekündigt (*EU Competitiveness Fund*). Dieser soll zur Finanzierung von Zukunftstechnologien dienen und Teil des nächsten EU-Haushalts werden.¹⁴⁴ Damit der Fonds für Wettbewerbsfähigkeit eine Wirkung entfalten kann, muss auch er ausreichend dimensioniert sein. Insbesondere angesichts der angespannten Haushaltslage vieler Mitgliedsstaaten einerseits und der gestiegenen Militärausgaben andererseits werden die Mitgliedsstaaten einer Erhöhung des nächsten EU-Budgets allerdings voraussichtlich skeptisch begegnen. Angesichts der strategischen Bedeutung der Batteriewertschöpfungskette sollten die Mitgliedsstaaten und die Kommission gemeinsam sicherstellen, dass in Zukunft tatsächlich mehr Geld für eine europäische Batteriewertschöpfungskette sowie für die strategischen Partnerschaften und für den *Global Gateway* zur Verfügung steht. Umso wichtiger ist es, dass das europäische Grundgerüst der Industrieförderung auch die Mobilisierung von privatem Kapital ermöglicht.

Nicht minder wichtig ist das Thema gemeinsame Regeln für ausländische Direktinvestitionen. Derzeit besteht zwischen den Mitgliedsstaaten eine Konkurrenz um ausländische Direktinvestitionen (siehe These 4.3). Deswegen sollten alle in diesem Programm enthaltenen Politikinstrumente in eine größere Strategie eingebettet sein. Die Europäische Union braucht eine Strategie für die industrielle Ansiedlung chinesischer Unternehmen nach gemeinsamen Regeln zur Förderung des fairen Wettbewerbs. Dazu gehört auch eine koordinierende Rolle der Europäischen Kommission und eine einheitliche Umsetzung europäischer Mindeststandards in den Bereichen Umweltschutz und Arbeitnehmer:innenrechte. Diese Strategie sollte zum Ziel haben, das Angebot für Konsument:innen zu erweitern, gefährdete Produktionsstandorte zu sichern, Wertschöpfungsketten zu lokalisieren und über Joint Ventures in der Technologieentwicklung wettbewerbsfähiger zu werden. Eine derartige proaktive Industriepolitik hätte das Potenzial, langfristig die enorme Abhängigkeit vom chinesischen Markt zu verringern (*derisking*).¹⁴⁵

Gleichermaßen sollte die Resilienz europäischer Lieferketten stets international gedacht werden und die Einbeziehung internationaler Partnerländer z. B. aus Afrika und Lateinamerika in international ausgerichtete Materialflüsse mitgedacht werden. Dies gilt sowohl für Joint Ventures europäischer Partner in diesen Ländern, um Technologietransfer in der Batteriewertschöpfungskette zu ermöglichen, als auch mit Blick auf das Schließen von Materialkreisläufen (zum Beispiel Schwarzmasse) und dem Aufbau einer „Recycling-Lieferkette“. Auch stellt sich die Frage, inwieweit die aktuelle Diskussion um Freihandel versus Protektionismus die Perspektiven der sich industrialisierenden Nationen des Südens einbezieht. Schließlich ist aus deren Sicht ein Marktzugang in die Märkte der Industrie- und Schwellenländer wünschenswert und eine Ansiedelung höherer Stufen der Wertschöpfungskette ist ebenfalls wirtschaftspolitisch von Bedeutung. Vor allem der CBAM wird deshalb als protektionistische Maßnahme verstanden, der Entwicklungs- und Schwellenländer benachteiligt. Festzuhalten ist in jedem Fall: Bei der Neuordnung der wirtschaftlichen Verflechtungen müssen rohstoffreiche Länder viel stärker und anders mitgedacht werden, als das bislang der Fall war. Sie werden in einem Verkäufermarkt die Bedingungen für die Kooperation mit ihnen viel machtpolitisch definieren können als bisher.

Zusammenfassend lässt sich sagen, der Standort Europa droht im weltweiten Rennen um saubere Technologiestandorte nach hinten zu fallen. Sind die wichtigsten Produktionsstätten für Batterietechnologie und das damit zusammenhängende Ökosystem einmal außerhalb Europas etabliert, droht der Europäischen Union ein bedeutender Verlust der Wettbewerbsfähigkeit. Entsprechend wichtig sollte das Thema für die neue Bundesregierung sein und die neue Bundesregierung sollte die oben genannten Elemente im Automotive Action Plan unterstützen. Außerdem ist es keine Frage, dass eine europäische Antwort auf das weltweite Wettrennen um die Technologiestandorte der Zukunft benötigt wird. Diese Antwort sollte dazu anregen, dass chinesische Firmen in Europa produzieren und dass europäische Player durch Joint Ventures von deren Technologievorsprung lernen können.

144 Reuters (2024b).

145 Agora Verkehrswende (2025).

Literaturverzeichnis

Agora Verkehrswende (2021): *Autojobs unter Strom. Wie Elektrifizierung und weitere Trends die automobilen Arbeitswelt bis 2030 verändern werden.* 64-2021-DE, S. 24. Verfügbar unter: <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/autojobs-unter-strom>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Agora Verkehrswende (2024): *Letzte Chance für 15 Millionen E-Autos bis 2030. Wie eine schnelle Transformation zur Elektromobilität in Deutschland noch gelingen kann und warum die Einbindung chinesischer Automobilhersteller dabei eine wichtige Rolle spielt (Langfassung).* 118-2024-DE. Berlin. Verfügbar unter: <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/letzte-chance-fuer-15-millionen-e-autos-bis-2030-langfassung/>. Letzter Zugriff am: 13. Januar 2025.

Agora Verkehrswende (2025): *Kabinettsstück Verkehrswende. Empfehlungen für ressortübergreifenden Klimaschutz im Verkehr als Wegbereiter für Wettbewerbsfähigkeit und soziale Gerechtigkeit.* 121-2025-DE, S. 38. Verfügbar unter: <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/kabinettsueck-verkehrswende>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

albatts (o. J.): *about albatts.* Verfügbar unter: <https://www.project-albatts.eu/en/aboutus>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Arias-Loyola, M., Atienza, M., Cademartori, J. (2014): *„Large mining enterprises and regional development in Chile: Between the enclave and cluster“*, *Journal of economic geography*, 14, S. 73–95. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1093/jeg/lbt007>.

BASF (2023): *BASF receives funding for battery recycling project.* Verfügbar unter: https://battery-materials.basf.com/battery-materials/www/global/en/news/2023/2023-12-14_BASF-receives-funding-for-battery-recycling-project. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Batterieforum Deutschland (o. J.): *Lebensdauer – Batterieforum Deutschland, Lexikon.* Verfügbar unter: <https://www.batterieforum-deutschland.de/lexikon/lebensdauer/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Battery News (2024): *Battery Atlas Europe, Battery Atlas Europe.* Verfügbar unter: <https://battery-news.de/en/battery-atlas-europe/>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

BGR (2022): *„Lithium-Ionen-Batterierecycling in Deutschland und Europa“, Commodity TopNews, 67.* Verfügbar unter: https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/67_Lithium-Ionen-Batterierecycling.pdf?__blob=publicationFile&v=5.

BloombergNEF (2024): *Electric Vehicle Outlook 2024.* Verfügbar unter: https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/847354_BNEF_EVO2024_ExecutiveSummary.pdf. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

BMBF (2023): *BMBF-Dachkonzept Batterieforschung – Souveränität für eine nachhaltige Wertschöpfung von morgen.* Bonn. Verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/DE/2023/bmbf-dachkonzept-batterieforschung-2023.html>.

BMBF (2025): *Batterieforschung: BMBF sichert Start neuer Projekte, Bundesministerium für Bildung und Forschung.* Verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/2025/01/batterieforschung-25.html>. Letzter Zugriff am: 24. März 2025.

BMWi (2018): *Thesen zur industriellen Batteriezellfertigung in Deutschland und Europa.* (BMWK). Verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/thesen-zur-industriellen-batteriezellfertigung-in-deutschland-und-europa.pdf?__blob=publicationFile. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Business Insider Deutschland (2025): *Porsche nimmt Ziele zurück – wegen schwacher Nachfrage nach E-Autos, Business Insider.* Verfügbar unter: <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/porsche-nimmt-ziele-zurueck-wegen-schwacher-nachfrage-nach-e-autos/>. Letzter Zugriff am: 24. März 2025.

CDU/CSU, SPD (2025): *„Verantwortung für Deutschland. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD“.* Verfügbar unter: <https://www.koalitionsvertrag2025.de/>. Letzter Zugriff am: 13. März 2025.

Demling, A. et al. (2024): „VW, Northvolt und Co.: Europas Autohersteller kämpfen um Unabhängigkeit von China“, *Der Spiegel*, 15 November. Verfügbar unter: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/vw-northvolt-und-co-europas-autohersteller-kaempfen-um-unabhaengigkeit-von-china-a-4d8bf5b8-2b58-4a10-b2e9-708a19df8ef6>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

DIW (2025): „Neuer Dämpfer für US-Energie- und Klimapolitik unter Trump: EU muss mit ambitionierten Schritten vorangehen“, *DIW Wochenbericht*, Nr. 4/2025, S. 47–54. Verfügbar unter: https://doi.org/10.18723/DIW_WB:2025-4-1.

dpa (2024): „Northvolt: BMW storniert milliardenschweren Großauftrag für Batteriezellen“, *Der Spiegel*, 20 Juni. Verfügbar unter: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/northvolt-bmw-storniert-milliardenschweren-grossauftrag-fuer-batteriezellen-a-6d93f4f3-42d7-4b13-a587-b22b87c33db1>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Draghi, M. (2024): *The Draghi report: A competitiveness strategy for Europe (Part A)*. Europäische Kommission. Verfügbar unter: https://commission.europa.eu/document/97e481fd-2dc3-412d-be4c-f152a8232961_en. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

EESC (2019): *Opinion from the European Economic and Social Committee: Strategic Action Plan on Batteries*. TEN/696-EESC-2019. Brussels. Verfügbar unter: <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/strategic-action-plan-batteries-report>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

EIT (2024): *The European Institute of Innovation and Technology's European Battery Alliance Academy Surpasses 100 000 Learners Trained to Meet Evolving Industry Needs | EIT*. Verfügbar unter: <https://eit.europa.eu/news-events/news/european-institute-innovation-and-technologys-european-battery-alliance-academy>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

EIT InnoEnergy (2023): *InnoEnergy Skills Institute*. Verfügbar unter: <https://www.innoenergy.com/news-events/innoenergy-skills-institute/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

European Battery Alliance (o. J.): *Priority Actions, EBA250*. Verfügbar unter: <https://www.eba250.com/actions-projects/priority-actions/>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Europäische Kommission (2018): *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Europe on the Move, Sustainable Mobility for Europe: safe, connected and clean*. COM(2018) 293 final. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52018DC0293>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Europäische Kommission (2023a): *Commission report finds labour and skills shortages persist and looks at possible ways to tackle them, Press release*. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/es/ip_23_3704/IP_23_3704_EN.pdf. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Europäische Kommission (2023b): *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions. A secure and sustainable supply of critical raw materials in support of the twin transition*. COM(2023) 165 final. Brussels. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52023DC0165>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Europäische Kommission (2025a): *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions. Industrial Action Plan for the European automotive sector*. COM(2025) 95 final. Brussels. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52025DC0095>. Letzter Zugriff am: 13. März 2025.

Europäische Kommission (2025b): *Industrial Action Plan for the European automotive sector*. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_25_636. Letzter Zugriff am: 27. März 2025.

Fern et al. (2023): *How to strengthen the EU's Critical Raw Materials Strategic Partnerships*. Verfügbar unter: <https://eeb.org/library/how-to-strengthen-the-eus-critical-raw-materials-strategic-partnerships/>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Fiedler, J. (2024): *E-Autos: Warum VW auf Hilfe vom chinesischen Partner angewiesen ist*, *Table.Media*. Verfügbar unter: <https://table.media/china/analyse/e-autos-warum-vw-auf-hilfe-vom-chinesischen-partner-angewiesen-ist/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Fraunhofer FFB (2024): *„Mastering Ramp-up of Battery Production“*. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.24406/publica-3727>.

Fraunhofer ISI (2023a): *Alternative Battery Technologies Roadmap 2030+*. Fraunhofer-Gesellschaft. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.24406/PUBLICA-1342>.

Fraunhofer ISI (2023b): *Ausgangsmaterialien von Batterien – die asiatische Dominanz bei Batteriekomponenten*, *Batterie-Update*. Verfügbar unter: <https://www.isi.fraunhofer.de/de/blog/themen/batterie-update/batterien-ausgangs-materialien-asiatische-dominanz-bei-batteriekomponenten.html>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Fraunhofer ISI (2023c): *The global run to mass production: How the lithium-ion industry positions itself for cheap, sustainable and highly performant batteries*, *Press Release*. Verfügbar unter: <https://www.isi.fraunhofer.de/en/presse/2023/presseinfo-20-global-run-auf-LIB-Massenproduktion.html>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Fraunhofer ISI (2024): *Benchmarking International Battery Policies*. Fraunhofer-Gesellschaft. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.24406/PUBLICA-2030>.

Fraunhofer-Allianz Batterien (2017): *Entwicklungsperspektiven für Zellformate von Lithium-Ionen-Batterien in der Elektromobilität*. Pfinztal. Verfügbar unter: https://www.batterien.fraunhofer.de/content/dam/batterien/de/documents/Allianz_Batterie_Zellformate_Studie.pdf.

Freitag, M., Hucko, M. (2024): *„Northvolt verliert Milliardenauftrag: BMW storniert Großauftrag für Batteriezellen“*, *Manager Magazin*, 21 Juni. Verfügbar unter: <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autointerie/northvolt-verliert-milliardenauftrag-bmw-storniert-grossauftrag-fuer-batteriezellen-a-9cad6dbb-c3d7-4c79-bb7a-6d179c33ea68>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Goldman Sachs (2024): *Electric vehicle battery prices are expected to fall almost 50% by 2026*. Verfügbar unter: <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/electric-vehicle-battery-prices-are-expected-to-fall-almost-50-percent-by-2025>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Handelsblatt (2025): *US-Embargo gegen China drückt auf Kundenstimmung*. Hamburg. Verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/asml-us-embargo-gegen-china-drueckt-auf-kundenstimmung-01/100111594.html>. Letzter Zugriff am: 27. März 2025.

Heinrich Böll Stiftung (2023): *Study: Value Addition in the Context of Mineral Processing*. Berlin. Verfügbar unter: <https://www.boell.de/en/2023/11/15/value-addition-context-mineral-processing>.

Henßler, S. (2024): *Elektrostrategien der Automobilhersteller im Umbruch*, *Elektroautos-News*. Verfügbar unter: <https://www.elektroauto-news.net/news/uebersicht-elektrostrategie-automobilhersteller>. Letzter Zugriff am: 24. März 2025.

Hubik, F. (2024): *„Luxus-Kunden zwingen Mercedes, mehr in Verbrenner zu investieren“*, *Handelsblatt*, 5 Juli. Verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autobauer-luxus-kunden-zwingen-mercedes-mehr-in-verbrenner-zu-investieren/100050590.html>. Letzter Zugriff am: 10. März 2025.

ICCT (2023): *Scaling up reuse and recycling of electric vehicle batteries: Assessing challenges and policy approaches*. Washington, DC. Verfügbar unter: <https://theicct.org/publication/recycling-electric-vehicle-batteries-feb-23/>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

ICCT, IMT-IDDRI, ECCO Think Tank (2025): *European Market Monitor: Cars and vans (January 2025)*. Verfügbar unter: <https://theicct.org/publication/european-market-monitor-cars-vans-jan-2025-feb25/>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

IEA (2024a): *Global EV Outlook 2024*. Paris. Verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>.

IEA (2024b): *Recycling of Critical Minerals*. Paris. Verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/recycling-of-critical-minerals>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

ifeu (2019): „Klimabilanz von Elektrofahrzeugen – Einflussfaktoren und Verbesserungspotential“. Berlin, 5 April. Verfügbar unter: <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/klimabilanz-von-elektroautos/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

IRENA (2023): *Geopolitics of the energy transition: Critical materials*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. Verfügbar unter: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jul/Geopolitics-of-the-Energy-Transition-Critical-Materials>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

IW Consult, EY (Ernst & Young) (2024): *Begleitforschung des Expertenkreises Transformation der Automobilwirtschaft*. Köln.

Jönsson, J., Fold, N. (2011): „Mining ‘From Below’: Taking Africa’s Artisanal Miners Seriously“, *Geography Compass*, 5, S. 479–493. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2011.00435.x>.

Kang, L. (2024): *Global EV battery market share in 2023: CATL 36.8%, BYD 15.8%, CnEVPost*. Verfügbar unter: <https://cnevpost.com/2024/02/07/global-ev-battery-market-share-in-2023/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Knauer, M. (2024): „Leapmotor hat klaren Auftrag“, *Automobilwoche*, 19 August, S. 15.

Li-Cycle (2023): *Li-Cycle Celebrates the Opening of One of the Largest Lithium-Ion Battery Recycling Facilities in Europe in Saxony-Anhalt, Germany, Press Release*. Verfügbar unter: <https://www.businesswire.com/news/home/20220601005511/en/Li-Cycle-and-Glencore-Enter-into-Long-Term-Commercial-Agreements-and-Close-Glencore-200-Million-Investment-in-Li-Cycle>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

McKerracher, C. (2024): „China’s Batteries Are Now Cheap Enough to Power Huge Shifts“, *Bloomberg.com*, 9 Juli. Verfügbar unter: <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2024-07-09/china-s-batteries-are-now-cheap-enough-to-power-huge-shifts>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

McKinsey, Global Battery Alliance (2023): *Lithium-ion battery demand forecast for 2030, McKinsey*. Verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/battery-2030-resilient-sustainable-and-circular>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Mercedes-Benz Group (2024): *Mercedes-Benz schließt den Batterie-Kreislauf mit eigener Recyclingfabrik, Mercedes-Benz Group*. Verfügbar unter: <https://group.mercedes-benz.com/unternehmen/news/recyclingfabrik-kuppenheim.html>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Mossalgue, J. (2023): *Stellantis plans deal with CATL for LPF batteries, new gigafactory, Electrek*. Verfügbar unter: <https://electrek.co/2023/11/21/stellantis-plans-deal-with-catl-for-lpf-batteries-new-gigafactory/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

NPM (2019): *1. Zwischenbericht zur Wertschöpfung*. Berlin: Nationale Plattform Zukunft der Mobilität. Verfügbar unter: <https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/03/NPM-AG-4-1-Zwischenbericht-zur-Wertsch%C3%B6pfung.pdf>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Öko-Institut et al. (2023): *Bedarf strategischer Rohstoffe für den Pkw- und Lkw-Sektor in Deutschland bis 2040*. Darmstadt. Verfügbar unter: <https://www.oeko.de/publikation/bedarf-strategischer-rohstoffe-fuer-den-pkw-und-lkw-sektor-in-deutschland-bis-2040/>. Letzter Zugriff am: 10. März 2025.

P3 Automotive (2023): „Collaborations of OEMs and Cell Manufacturers TODAY and in FUTURE – an orientation“. Berlin, 23 November.

PEM of RWTH Aachen, VDMA (2022): *Battery Atlas 2022*. Verfügbar unter: https://www.pem.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaabpjuwfj. Letzter Zugriff am: 27. März 2025.

PEM RWTH Aachen, BLB TU Braunschweig, und VDMA (2021): *Recycling von Lithium-Ionen-Batterien*. Frankfurt am Main. Verfügbar unter: <https://www.vdma.org/documents/34570/0/-Brosch%C3%BCre%20-%20Batterierecycling.pdf/a3cdb33b-463d-bbc3-0e3a-c3dfad-b55b0f>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

PEM RWTH Aachen, Roland Berger (2025): *Battery Monitor 2024/2025. The value Chain between Economy and Ecology*. Battery Monitor 4th edition. Verfügbar unter: https://content.rolandberger.com/hubfs/07_presse/PEM_RWTH_RB_Batteriemonitor_2024_25_NEU_ccc.pdf. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2023): *Souveränität Deutschlands sichern – Resiliente Lieferketten für die Transformation zur Klimaneutralität 2045. Studie im Auftrag der Stiftung Klimaneutralität*. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/374151797_Souveranitat_Deutschlands_sichern_-_Resiliente_Lieferketten_fur_die_Transformation_zur_Klimaneutralitat_2045.

QualiBatt BW (2022): *Über das Projekt*. Verfügbar unter: <https://www.qualibatt-bw.de/ueber-qualibatt/ueber-das-projekt>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Randall, C. (2024): *CATL expects to produce its own solid-state batteries in small series by 2027*, *electrive*. Verfügbar unter: <https://www.electrive.com/2024/04/29/catl-expects-to-produce-its-own-solid-state-batteries-in-small-series-by-2027/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Reid, M. (2023): *Sodium-ion batteries: disrupt and conquer?*, *Wood Mackenzie*. Verfügbar unter: <https://www.woodmac.com/news/opinion/sodium-ion-batteries-disrupt/>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Ressourcenkommission am Umweltbundesamt (KRU) (2023): *Chancen und Grenzen des Recyclings im Kontext der Circular Economy*. Umweltbundesamt. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/chancen-grenzen-des-recyclings-im-kontext-der>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Reuters (2024a): „Bosch: Stefan Hartung erwartet chinesische Autofabriken in Europa, schwächelnde Weltwirtschaft trübt Boschs Ausblick“, *Manager Magazin*, 18 April. Verfügbar unter: <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/bosch-schwaechelnde-weltwirtschaft-truebt-boschs-ausblick-a-2ac7a614-d9cb-46da-ad26-72857775662a>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Reuters (2024b): „EU executive to propose competitiveness fund for strategic technologies“, *Reuters*, 18 Juli. Verfügbar unter: <https://www.reuters.com/world/europe/eu-executive-propose-competitiveness-fund-strategic-technologies-2024-07-18/>. Letzter Zugriff am: 14. April 2025.

Roland Berger (2025): *Battery*. Verfügbar unter: <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Global-Topics/Battery/>. Letzter Zugriff am: 16.06.2025

Sauer, D.U. (2023): „*Batterietechnologie – Stand der Technik*“. *Agora Batterie-Werkstattgespräch*, Berlin, 23 November.

Schaal, S. (2023): *Finnish Minerals plant Kathodenmaterial-Fabrik mit China-Partner*, *electrive*. Verfügbar unter: <https://www.electrive.net/2023/08/02/finnish-minerals-plant-kathodenmaterial-fabrik-mit-china-partner/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Schaal, S. (2024a): *BASF pausiert Bau von Batterierecycling-Anlage in Spanien* – *electrive.net*, *electrive*. Verfügbar unter: <https://www.electrive.net/2024/07/29/basf-pausiert-bau-von-batterierecycling-anlage-in-spanien/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Schaal, S. (2024b): *SVOLT baut Batterie-Fabrik in Brandenburg nicht*, *electrive*. Verfügbar unter: <https://www.electrive.net/2024/05/27/svolt-baut-batterie-fabrik-in-brandenburg-nicht/>. Letzter Zugriff am: 24. März 2025.

Schaal, S. (2025): *Northvolt AB meldet auch in Schweden Insolvenz an, electrive.* Verfügbar unter: <https://www.electrive.net/2025/03/12/northvolt-ab-meldet-auch-in-schweden-insolvenz-an/>. Letzter Zugriff am: 13. März 2025.

Schade, W.K., Haug, I., Berthold, D. (2022): *„The future of the automotive sector: Emerging battery value chains in Europe“*, SSRN Electronic Journal [Preprint]. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4220540>.

Schmaltz, T. (2023): *Solid-state batteries: Potential and challenges on the way to the mass market, Fraunhofer ISI.* Verfügbar unter: <https://www.isi.fraunhofer.de/en/blog/themen/batterie-update/feststoffbatterien-markt-potenziale-herausforderungen-materialien-komponenten-zellkonzepte.html>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Sebastian, G., Goujon, R., Meyer, A. (2024): *Pole Position: Chinese EV Investments Boom Amid Growing Political Backlash, Rhodium Group.* Verfügbar unter: <https://rhg.com/research/pole-position-chinese-ev-investments-boom-amid-growing-political-backlash/>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Simon, F. (2023): *EU urged to restrict export of „black mass“ from used electric vehicles, Euractiv.* Verfügbar unter: <https://www.euractiv.com/section/circular-materials/news/eu-urged-to-restrict-export-of-black-mass-from-used-electric-vehicles/>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

SNE Research (2023): *Battery Sales for xEV and ESS, Press Release.* Verfügbar unter: https://www.sneresearch.com/en/insight/release_view/82/page/36?s_cat=%7C&s_keyword=. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

SNE Research (2024): *From Jan to June 2024, Global EV Battery Usage Posted 364.6GWh, a 22.3% YoY Growth, Press Release.* Verfügbar unter: https://www.sneresearch.com/en/insight/release_view/302/page/0?s_cat=|&s_keyword=. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

SPD, Die Grünen, FDP (2021): *„Koalitionsvertrag 2021-2025. Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit“.* Verfügbar unter: https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf.

Strategic Perspectives (2024): *The global net-zero industrial race is on.* Brussels. Verfügbar unter: <https://strategicperspectives.eu/the-global-net-zero-industrial-race-is-on/>. Letzter Zugriff am: 24. März 2025.

SWP (2023): *Elemente einer nachhaltigen Rohstoffaußenpolitik (Arbeitspapier).* Stiftung Wissenschaft und Politik. Verfügbar unter: https://www.swp-berlin.org/publications/products/arbeitspapiere/AP_01-2023-FG06-Rohstoffau%C3%9Fenpolitik.pdf.

Tagesschau (2024): *EU und Serbien schmieden Lithium-Pakt trotz Protesten, tagesschau.de.* Verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/ausland/europa/scholz-serbien-lithium-102.html>. Letzter Zugriff am: 10. März 2025.

The Economist (2023a): *„A battery supply chain that excludes China looks impossible“*, *The Economist*, 17 Juli. Verfügbar unter: <https://www.economist.com/asia/2023/07/17/a-battery-supply-chain-that-excludes-china-looks-impossible>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

The Economist (2023b): *„Superbatteries will transform the performance of EVs“*, *The Economist*, 23 August. Verfügbar unter: <https://www.economist.com/science-and-technology/2023/08/23/superbatteries-will-transform-the-performance-of-evs>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Tomasi, A. (2025): *„Trump’s Freeze on Clean Energy Funding Harms States and Nonprofits Most“*, *People’s Policy Project*, 25 Februar. Verfügbar unter: <https://www.peoplespolicyproject.org/2025/02/25/trumps-freeze-on-clean-energy-funding-harms-states-and-nonprofits-most/>. Letzter Zugriff am: 13. März 2025.

Treiß, F. (2024): *SVOLT bestätigt Aus für seine Saarland-Pläne, electrive.* Verfügbar unter: <https://www.electrive.net/2024/10/28/svolt-bestaetigt-aus-fuer-seine-saarland-plaene/>. Letzter Zugriff am: 24. März 2025.

Tyborski, R., Fasse, M. (2024): *„Audi-Arbeitnehmer wollen mehr Verbrenner“*, *Handelsblatt*, 13 Juni. Verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autoindustrie-audi-arbeitnehmer-wollen-mehr-verbrenner/100044538.html>. Letzter Zugriff am: 10. März 2025.

Umicore (2023): *Umicore Battery Recycling*. Verfügbar unter: <https://www.umicore.com/en/media/newsroom/umicore-battery-recycling/>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

VDI/VDE-IT (2023a): *Marktanalyse Q4 2023*. Berlin. Verfügbar unter: https://www.ipcei-batteries.eu/fileadmin/Images/accompanying-research/publications/2023-12-BZF_Kurzinfo_Marktanalyse_Q4.pdf. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

VDI/VDE-IT (2023b): *Resiliente Lieferketten in der Batterieindustrie. II/2023*. Berlin. Verfügbar unter: https://www.ipcei-batteries.eu/fileadmin/Images/accompanying-research/publications/2023-03-BZF_Studie_Lieferketten_DE.pdf. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

VDI/VDE-IT (2024): *Der Maschinen- und Anlagenbau: Strategischer Baustein des europäischen Batterie-ökosystems. Kooperationen als Schlüssel zum Erfolg? I/2024*. Berlin. Verfügbar unter: https://vdivde-it.de/sites/default/files/document/2024-02-BZF_Kurzstudie_Kooperationen-DE_0.pdf.

Werwitzke, C. (2024a): *ACC legt Arbeiten an Zellfabriken in Kaiserslautern und Termoli auf Eis - electrive.net, electrive*. Verfügbar unter: <https://www.electrive.net/2024/06/04/acc-legt-arbeiten-an-zellenwerken-in-kaiserslautern-und-termoli-auf-eis/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Werwitzke, C. (2024b): *Jetzt offiziell: Förderung für Batterieforschung läuft aus, electrive*. Verfügbar unter: <https://www.electrive.net/2024/09/09/jetzt-offiziell-foerderung-fuer-batterieforschung-laeuft-aus/>. Letzter Zugriff am: 3. März 2025.

Xue, Y.S., Wei, W., Greeven, M.J. (2024): *China's automotive odyssey: From joint ventures to global EV dominance, International Institute for Management Development (IMD)*. Verfügbar unter: <https://www.imd.org/ibyimd/innovation/chinas-automotive-odyssey-from-joint-ventures-to-global-ev-dominance/>. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

ZVEI (2020): *Recycling von Batterien: hohe Verwertungsquoten*. Frankfurt am Main: Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie. Verfügbar unter: https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Verband/Fachverbaende/Batterien/Pressegesprach_Batterien_2020/ZVEI_FB_4_Recycling_von_Batterien-_hohe_Verwertungsquoten.pdf. Letzter Zugriff am: 4. März 2025.

Verordnungen

Richtlinie (EU) 2022/2464 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2022 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 537/2014 und der Richtlinien 2004/109/EG, 2006/43/EG und 2013/34/EU hinsichtlich der Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2464/oj>. Letzter Zugriff am: 5. März 2025.

Verordnung (EU) 2024/1252 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. April 2024 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. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1252/2024-05-03>. Letzter Zugriff am: 5. März 2025.

Verordnung (EU) 2023/1542 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Juli 2023 über Batterien und Altbatterien, zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG und der Verordnung (EU) 2019/1020 und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/66/EG. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj>. Letzter Zugriff am: 26. Februar 2025.

Verordnung (EU) 2023/851 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. April 2023 zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/631 im Hinblick auf eine Verschärfung der CO₂-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge im Einklang mit den ehrgeizigeren Klimazielen der Union. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/851>. Letzter Zugriff am: 26. Februar 2025.

Verordnung (EU) 2024/1735 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 zur Schaffung eines Rahmens für Maßnahmen zur Stärkung des europäischen Ökosystems der Fertigung von Netto-Null-Technologien und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1724. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1735/2024-06-28>. Letzter Zugriff am: 5. März 2025.

Abkürzungsverzeichnis

ASSB	<i>All-Solid-State Battery</i> (Festkörperbatterie)
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CBAM	<i>Carbon Border Adjustment Mechanism</i> (CO ₂ -Grenzausgleichssystem)
CRMA	<i>Critical Raw Materials Act</i>
IPCEI	<i>Important Project of Common European Interest</i>
IRA	<i>Inflation Reduction Act</i>
KTF	Klima- und Transformationsfonds
LFP	Lithium-Eisenphosphat
LMFP	Lithium-Mangan-Eisenphosphat
NMC	Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Oxid
NZE	<i>Net-Zero-Emissions</i> -Szenario der IEA
NZIA	<i>Net-Zero Industry Act</i>
NCA	Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminium-Oxid
SIB	Sodium-Ion Battery
STEPS	<i>Stated-Policies</i> -Szenario der IEA

Agora Verkehrswende ist ein Thinktank für klimaneutrale Mobilität mit Sitz in Berlin. Im Dialog mit Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft setzt sich die überparteiliche und gemeinnützige Organisation dafür ein, die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor auf null zu senken. Dafür entwickelt das Team wissenschaftlich fundierte Analysen, Strategien und Lösungsvorschläge.

Agora Verkehrswende

Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 | 10178 Berlin
www.agora-verkehrswende.de
info@agora-verkehrswende.de

